

Máster Universitario en Ciencia de Datos
CUNEF Universidad
Aplicaciones profesionales de la Ciencia de Datos



**Optimización de Carteras y Estrategias de Trading
Automatizado**

Trabajo realizado por:

Pablo Ocejá Campanero

Profesor de la asignatura:

André Alves Portela Santos

Introducción:

En el siguiente trabajo se va a realizar un análisis comparativo de estrategias de inversión financiera, centrado en dos enfoques fundamentales para la gestión de activos: la optimización de carteras y el trading automatizado. Ambos métodos, ampliamente utilizados por científicos de datos en el sector de inversiones, buscan maximizar la eficiencia de los recursos financieros, aunque desde perspectivas complementarias.

Se nos pide analizar al menos dos estrategias de inversión, basadas en optimización de carteras, así como al menos dos estrategias de trading automatizado para, mínimo, 10 activos financieros de libre elección. En mi caso personal he decidido realizar 3 estrategias de optimización de carteras y tres estrategias de trading automatizado para un total de 15 activos financieros.

El objetivo de este trabajo es analizar y evaluar el rendimiento de cada una de las estrategias, a través del *backtesting*, para un periodo de 10 años hacía atrás, en mi caso serán 10 años desde el 3 de marzo de 2025, fecha en la que comencé el trabajo.

El trabajo sigue la misma estructura que la rúbrica de trabajo, donde en primera instancia se va a realizar una breve descripción de los datos seguida del análisis exploratorio de los mismos.

Una vez realizada la limpieza y análisis de los datos, se realizará la implementación de las estrategias de optimización de carteras donde se realizarán las siguientes estrategias:

- Mínima varianza (propuesta por el docente)
- Media-Varianza o Modelo de Markowitz (propuesta por el docente)
- CVaR (Conditional Value at Risk)

Y posteriormente se analizarán las estrategias elegidas para el trading automatizado, siendo las estrategias aplicadas a los datos las siguientes:

- Medias móviles (propuesta por el docente)
- *Bollinger Bands*
- RSI (Índice de Fuerza Relativa)

Finalmente se comentarán los resultados obtenidos y el desempeño de las diferentes estrategias para los datos utilizados

1. Descripción de los datos

Como ya he mencionado anteriormente, se van a analizar 15 activos financieros, los cuales corresponden a las 15 empresas con mayor capitalización bursátil actual en E.E.U.U. Estas empresas son:

- **AAPL** – Apple Inc. (*Tecnología*)
- **MSFT** – Microsoft Corporation (*Tecnología*)
- **GOOGL** – Alphabet Inc. (Google) (*Tecnología*)
- **AMZN** – Amazon.com, Inc. (*Consumo Discrecional / Tecnología*)
- **NVDA** – NVIDIA Corporation (*Tecnología / Semiconductores*)
- **TSLA** – Tesla, Inc. (*Automoción / Energía*)
- **BRK-B** – Berkshire Hathaway Inc. (*Finanzas / Conglomerado*)
- **META** – Meta Platforms Inc. (Facebook) (*Tecnología / Redes Sociales*)
- **V** – Visa Inc. (*Servicios Financieros*)
- **JNJ** – Johnson & Johnson (*Salud / Farmacéutica*)
- **XOM** – ExxonMobil Corporation (*Energía / Petróleo*)
- **UNH** – UnitedHealth Group Incorporated (*Salud / Seguros Médicos*)
- **PG** – Procter & Gamble Company (*Consumo Masivo*)
- **JPM** – JPMorgan Chase & Co. (*Banca / Finanzas*)
- **MA** – Mastercard Incorporated (*Servicios Financieros*)

Estos activos han sido seleccionados no solo por su alta capitalización bursátil, sino también por su impacto en el mercado global y su representatividad en distintos sectores económicos. Esto permite una mayor diversificación de la cartera y un análisis más amplio de cómo distintos sectores han evolucionado a lo largo del tiempo.

Además, este análisis permitirá identificar tendencias clave en la economía, como el crecimiento de las empresas tecnológicas en la última década, la relevancia del sector financiero y de consumo, y la transformación del sector energético con la transición hacia fuentes más sostenibles.

1.2. Comportamiento de los sectores en la bolsa:

Cada sector de la economía reacciona de manera diferente a las condiciones del mercado y a los ciclos económicos, a continuación se explican desde una visión general:

- **Tecnología:** Crece rápidamente por la innovación, pero es sensible a tasas de interés y regulaciones.
- **Consumo Discrecional:** Depende del poder adquisitivo de los consumidores y se ve afectado en crisis económicas.
- **Servicios Financieros:** Beneficiado por tasas de interés altas, pero vulnerable en crisis.
- **Salud y Consumo Masivo:** Son sectores más estables, ya que la demanda de sus productos y servicios es constante.
- **Energía:** Afectado por el precio de las materias primas y la política global.

El conocimiento de estos sectores facilita un análisis financiero más preciso y estrategias de inversión mejor informadas.

2. Análisis de los datos

Al haber importado los datos a través de la API de yfinance, el proceso de limpieza de datos es muy reducido ya que tras observar los datos se puede ver como no hay valores NaN o missing, por lo que los datos desde el momento de la descarga se pueden utilizar.

En cuanto al análisis exploratorio se han sacado las siguientes estadísticas de los retornos de los activos financieros:

Ticker	count	mean	std	min	25%	50%	75%	max
AAPL	2514	0.001006	0.017911	-0.128647	-0.007395	0.000899	0.0101	0.119808
AMZN	2514	0.001165	0.020484	-0.140494	-0.008638	0.001093	0.011295	0.141311
BRK-B	2514	0.000575	0.01221	-0.095921	-0.005381	0.000523	0.006666	0.116099
GOOGL	2514	0.000868	0.018011	-0.116342	-0.007571	0.001189	0.009663	0.162584
JNJ	2514	0.000365	0.011397	-0.100379	-0.004856	0.000382	0.005938	0.079977
JPM	2514	0.000834	0.017193	-0.149649	-0.00704	0.000623	0.008795	0.180125
MA	2514	0.0009	0.016796	-0.127255	-0.006663	0.001464	0.008711	0.166109
META	2514	0.001131	0.023649	-0.263901	-0.009192	0.001082	0.012288	0.232824
MSFT	2514	0.001085	0.01703	-0.147391	-0.006773	0.000962	0.009744	0.142169
NVDA	2514	0.002648	0.031016	-0.187559	-0.012876	0.002652	0.017879	0.298067
PG	2514	0.000464	0.011702	-0.087373	-0.005024	0.000655	0.006224	0.12009
TSLA	2514	0.001883	0.036196	-0.210628	-0.016408	0.00126	0.019257	0.21919
UNH	2514	0.00077	0.016564	-0.172769	-0.006884	0.000837	0.008361	0.127989
V	2514	0.000807	0.01535	-0.135472	-0.006259	0.001412	0.008294	0.138426
XOM	2514	0.000422	0.017498	-0.122248	-0.008258	0.000252	0.008871	0.126868

En cuanto a los rendimientos esperados, se puede destacar como las acciones como Nvidia (NVDA) y Tesla (TSLA) tienen mayores rendimientos potenciales, pero también presentan una mayor volatilidad esto puede atraer a inversores que buscan una mayor rentabilidad, pero también están dispuestos a aceptar un riesgo más alto. Lo contrario sucede con acciones como Johnson & Johnson (JNJ) y ExxonMobil Corporation (XOM), con menores desviaciones estándar, ofrecen rendimientos más estables, lo que podría ser atractivo para los inversores más conservadores.

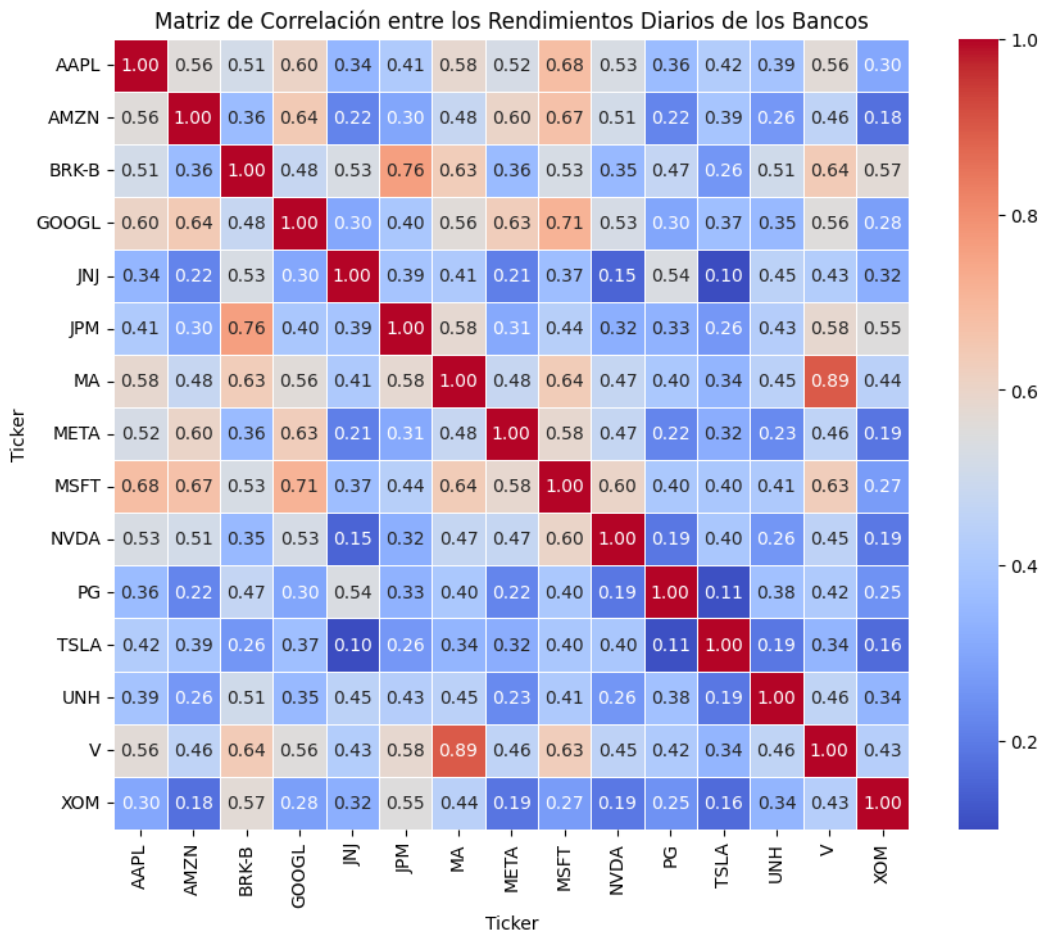
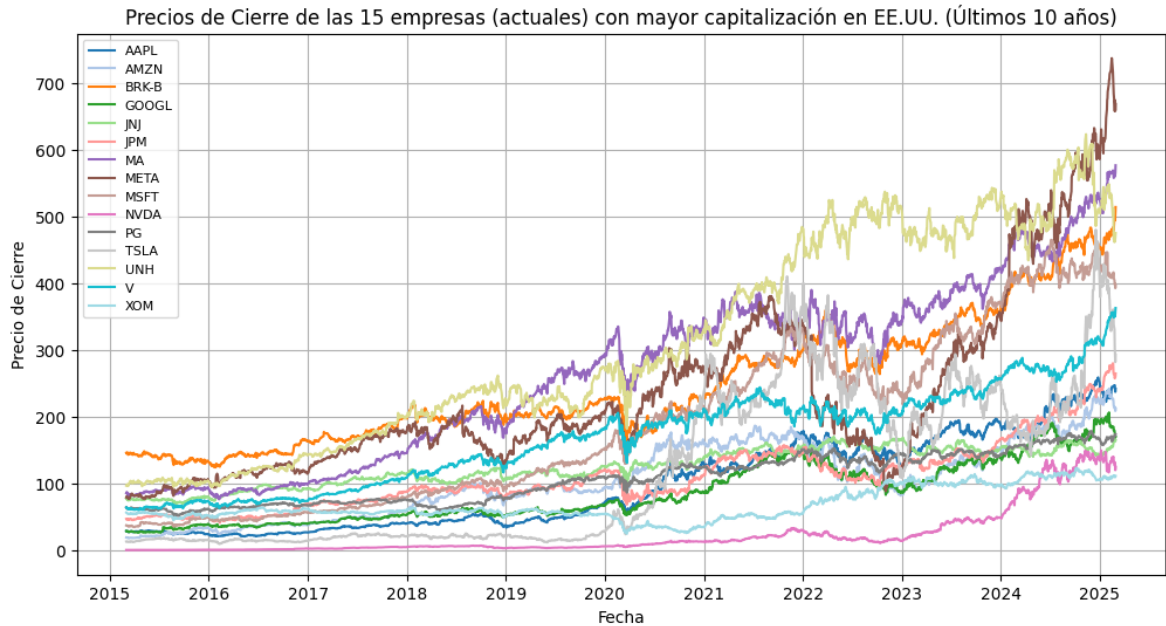
En cuanto a la volatilidad anteriormente mencionada, observamos en la siguiente tabla las volatilidades anualizadas para cada activo ordenadas de mayor a menor:

VOLATILIDAD ANUALIZADA														
TSLA	NVDA	META	AMZN	GOOGL	APPL	XOM	JPM	MSFT	MA	UNH	V	BRK-B	PG	JNJ
0.5745	0.4923	0.3754	0.3251	0.2859	0.2843	0.2777	0.2729	0.2703	0.2666	0.2629	0.2436	0.1938	0.1857	0.1809

La principal conclusión que se puede sacar a simple vista de estas volatilidades es que las 6 primeras empresas con mayor volatilidad pertenecen al sector tecnológico, una caída general del sector supondría una gran caída en los rendimientos de dichos activos

Esto sirve para que asignemos un máximo de 25% del peso de la cartera en este sector, para evitar fluctuaciones excesivas en caso de crisis del sector ya que generalmente estos activos suelen tener correlaciones altas en épocas de crisis.

También se han generado gráficos que permiten observar la evolución de los rendimientos a lo largo de los 10 años analizados o como se correlacionan las empresas entre otros.



Estos gráficos nos dan una idea general de cómo han evolucionado los precios de las acciones en los últimos 10 años y como se relacionan las empresas relacionadas con los activos caso de estudio entre sí.

3. Estrategias de optimización de carteras

Como ya se ha mencionado, se han aplicado a los datos casos de estudio 3 estrategias de optimización de carteras, mínima varianza, modelo de Markowitz y CVaR. La elección de dichas estrategias, adicional a las recomendaciones del docente, son:

Mínima Varianza con GARCH

- **Objetivo:** Minimizar el riesgo (volatilidad) usando proyecciones dinámicas de volatilidad.
- **Fortalezas:** Ideal para inversores conservadores. Prioriza activos con volatilidad estable y correlaciones beneficiosas.
- **Limitaciones:** Ignora retornos esperados, lo que puede limitar rentabilidad.

Media-Varianza (Markowitz)

- **Objetivo:** Maximizar la ratio de Sharpe (retorno por unidad de riesgo).
- **Fortalezas:** Balance óptimo entre riesgo y retorno.
- **Limitaciones:** Sensible a estimaciones de retornos esperados.

CVaR

- **Objetivo:** Minimizar pérdidas en escenarios extremos (percentil 95% de peores casos).
- **Fortalezas:** Protección en crisis. Preferido por gestores institucionales.
- **Limitaciones:** Puede sacrificar rentabilidad en entornos estables.

En cuanto a los resultados obtenidos en las diferentes estrategias, obtenemos las siguientes ponderaciones, teniendo en cuenta que se ha aplicado una restricción de máximo un 25% de la cartera en el sector Tech y un 15% de máxima ponderación, para que la cartera no dependa de unos pocos activos y sea lo más diversificada posible:

3.1. Estrategia de mínima Varianza con Garch:

MÍNIMA VARIANZA														
APPLE	MSFT	GOOGL	AMZN	NVDA	TSLA	BRK-B	META	V	JNJ	XOM	UNH	PG	JPM	MA
0,0491	0,0388	0,0000	0,0000	0,1500	0,0632	0,1500	0,0000	0,0988	0,0000	0,1500	0,0000	0,0000	0,1500	0,1500

Como observaciones de la mínima varianza se ha de destacar una gran concentración en BRK-B y XOM, las cuales son empresas con baja volatilidad histórica y flujos estables. También como he mencionado anteriormente, el 25% de *tech* como tope se concentra sobre todo en NVDA y adicionalmente, en menor escala, en MSFT y Apple.

3.2. Estrategia del modelo de Markowitz:

Dentro del modelo de Markowitz se nos recomendaba utilizar la ratio de Sharp como método de optimización, siendo que se obtuvo una ratio de Sharp anualizado de 1,10. Este ratio, al ser superior a 1, indica que el portafolio está obteniendo más rendimiento del que su riesgo justificaría.

Adicionalmente, se ha obtenido las siguientes ponderaciones para la cartera según este modelo:

MODELO DE MARKOWITZ														
APPLE	MSFT	GOOGL	AMZN	NVDA	TSLA	BRK-B	META	V	JNJ	XOM	UNH	PG	JPM	MA
0,0000	0,0424	0,0222	0,0000	0,1500	0,0354	0,0000	0,0000	0,1500	0,1500	0,1500	0,0243	0,1500	0,1132	0,0125

Siguiendo con la restricción anterior, se limita la exposición al sector tecnológico a un 25%, para evitar depender de un sector y minimizar el riesgo que tendría.

Como conclusiones generales, del modelo de Markowitz, se destaca que el portafolio pondera a NVDA en un 15%, el máximo permitido, para sacar provecho del sector tech, pero sin descuidar la diversificación ya que, hay pesos importantes en energía (XOM), finanzas (V, JPM) y consumo (PG). Aunque 6 activos están al 15% de peso, están repartidos en distintos sectores, evitando así la dependencia del buen rendimiento de sectores aislados. En resumen, se consigue un balance entre rendimiento y gestión del riesgo, con margen para ajustes si el mercado cambia.

3.3. Estrategia de CVaR (Conditional Value at Risk):

He elegido esta estrategia debido a que mi enfoque, en cuanto a inversiones financieras se refiere, siempre ha sido más conservador y la estrategia de CVaR es muy útil para inversores que quieran limitar pérdidas en casos extremos. Los resultados han sido los siguientes:

MODELO DE MARKOWITZ														
APPLE	MSFT	GOOGL	AMZN	NVDA	TSLA	BRK-B	META	V	JNJ	XOM	UNH	PG	JPM	MA
0,0000	0,0000	0,1000	0,1001	0,1500	0,0000	0,0000	0,0000	0,0510	0,0000	0,1500	0,0000	0,1500	0,1489	0,1500

Como conclusiones de esta estrategia, el portafolio logra diversificarse bien al repartir las inversiones en sectores como tecnología (con empresas como NVDA y GOOGL), energía (XOM) y finanzas (JPM y MA), lo que reduce el riesgo de depender demasiado de un solo sector.

Se prioriza la protección ante pérdidas graves al incluir activos estables (como PG en bienes de consumo) y empresas con potencial de recuperación en crisis (ej: AMZN, si no se clasifica como tecnológica). Aunque se invierte hasta el 15% en algunas empresas clave, estas están repartidas en distintas industrias, lo que evita concentrar el riesgo.

El enfoque, como ya he mencionado anteriormente, es conservador y busca seguridad ante situaciones extremas, lo que podría limitar ganancias en comparación con estrategias más arriesgadas.

4. Estrategias de trading automatizado

Como se indica al inicio de este trabajo, se van a realizar 3 estrategias de trading automatizado, una propuesta por el docente y dos adicionales, siendo estas 3 estrategias las siguientes:

- Medias móviles (propuesta por el docente)
- Bollinger
- RSI (Índice de Fuerza Relativa)

Para la realización de las 3 estrategias, se han utilizado los mismos 15 activos financieros a los cuales se les ha otorgado un capital inicial, suponiendo que se empezó hace 10 años como dice el enunciado, de \$5.000 por activo.

Como hipótesis inicial, y siguiendo lo que se ha dicho anteriormente, las empresas tech deberían ser aquellas que mayor rentabilidad hayan generado debido a la alta volatilidad que presentan.

4.1. Estrategia basada en medias móviles

Para la estrategia de medias móviles se ha optado por una ventana corta de 20 días y una ventana larga de 100, siguiendo las recomendaciones del docente, obteniéndose los siguientes gráficos, de los cuales mostraré 1 activo, aquel con mayor rentabilidad, debido a limitaciones del proyecto



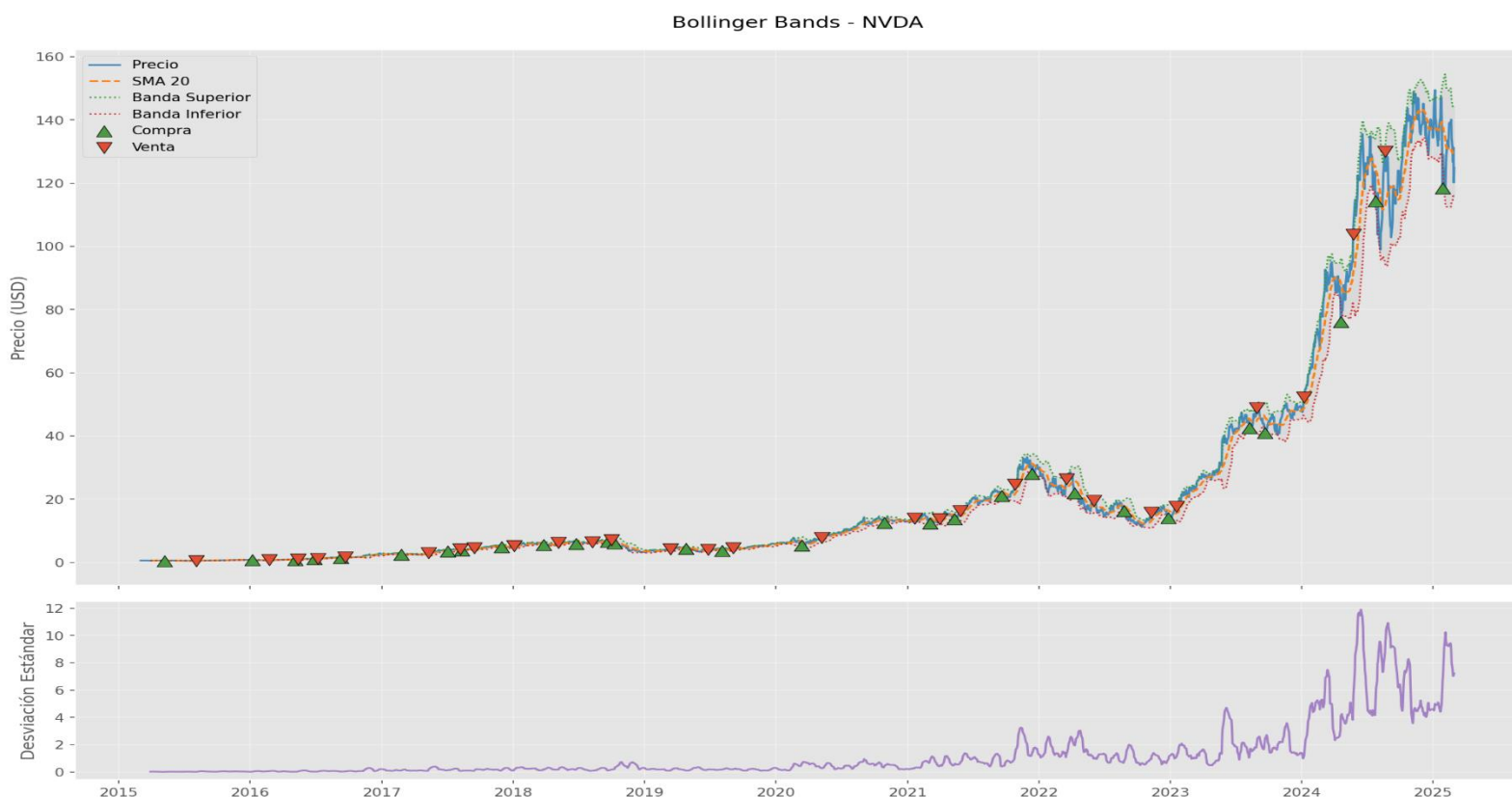
En el anterior gráfico podemos observar las ordenes de compra y venta de Nvidia para la estrategia de medias móviles, el gráfico supletorio de abajo indica de forma más simplificada cuando se ha comprado y cuando se ha vendido. En cuanto a los resultados, se obtuvieron los siguientes:

ACTIVO	CAPITAL FINAL	RENTABILIDAD BRUTA	RENTABILIDAD %	OPERACIONES
AAPL	17218,77	12218,77	244,38	33
AMZN	20577,15	15577,15	311,54	37
BRK-B	11363,31	6363,31	127,27	31
GOOGL	14245,96	9245,96	184,92	29
JNJ	5340,9	340,9	6,82	29
JPM	17775,45	12775,45	255,51	29
MA	11539,06	6539,06	130,78	33
META	39081,25	34081,25	681,63	21
MSFT	23995,04	18995,04	379,90	22
NVDA	404209,28	399209,28	7984,19	28
PG	7940,45	2940,45	58,81	31
TSLA	27662,38	22662,38	453,25	35
UNH	7777,21	2777,21	55,54	44
V	8446,7	3446,7	68,93	35
XOM	6994,41	1994,41	39,89	40

Podemos observar cómo, confirmando la hipótesis planteada las empresas *tech*, por lo general son aquellas que mejores rentabilidades han obtenido, destacando muy por encima de las demás a Nvidia la cual, con un capital inicial en 2015 de \$5.000 nos habría retornado una rentabilidad de más del 450% si hubiéramos aplicado la estrategia de medias móviles. El activo con peor rendimiento en estos 10 años habría sido Johnson & Johnson con un rendimiento muy pobre inferior al 10% que supondría un retorno bruto, en 10 años de inversión, de menos de \$500. Finalmente la rentabilidad en % promedio de esta estrategia ha sido de 732,22% aunque bastante sesgado por el alto rendimiento de Nvidia. Si esta última se tratara como outlier, el rendimiento promedio de los 14 activos restantes sería de 214,23%

4.2. Estrategia de *Bollinger Bands*:

La estrategia de *Bollinger Bands* se basa en la volatilidad y utiliza tres líneas: una banda superior, una banda inferior y una media móvil, generalmente de 20 periodos. Se emplea para identificar oportunidades de compra cuando el precio toca la banda inferior y muestra señales de reversión, y de venta cuando alcanza la banda superior y da indicios de debilidad. Al igual que con la anterior estrategia se han realizado gráficos para cada uno de los activos pero se mostrará el gráfico de aquel activo con mayor rendimiento, en este caso de nuevo vuelve a ser Nvidia



En este gráfico a diferencia del de medias móviles, se nos muestra un gráfico supletorio de la desviación estándar, podemos ver que ha medida que el precio aumentaba y las fluctuaciones eran más intensas, la desviación estándar acompaña el movimiento del activo financiero. Las rentabilidades obtenidas según esta estrategia han sido:

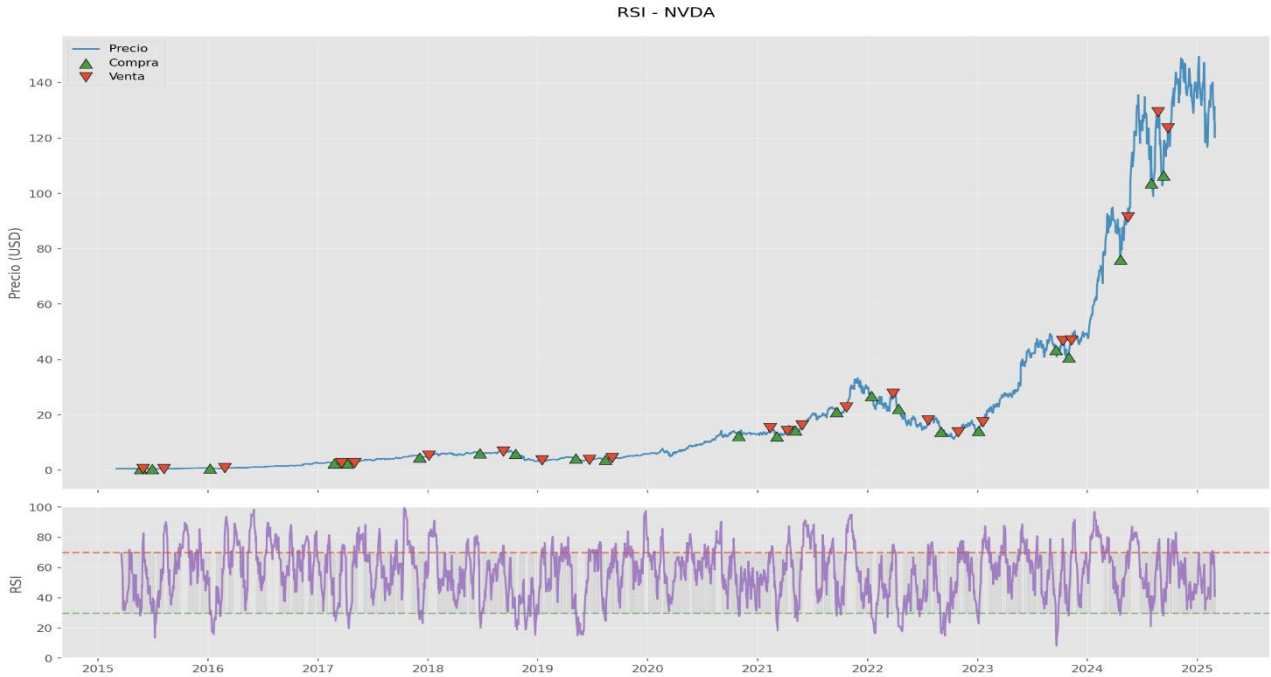
ACTIVO	CAPITAL FINAL	RENTABILIDAD BRUTA	RENTABILIDAD %	OPERACIONES
AAPL	12643,34	7643,34	152,87	57
AMZN	12354,34	7354,34	147,09	45
BRK-B	10091,06	5091,06	101,82	58
GOOGL	18657,50	13657,5	273,15	52
JNJ	7262,82	2262,82	45,26	50
JPM	21388,66	16388,66	327,77	61
MA	13737,18	8737,18	174,74	48
META	10227,52	5227,52	104,55	43
MSFT	18996,11	13996,11	279,92	51
NVDA	75640,24	70640,24	1412,80	57
PG	11424,09	6424,09	128,48	58
TSLA	11991,80	6991,8	139,84	51
UNH	19362,82	14362,82	287,26	59
V	13629,19	8629,19	172,58	46
XOM	5493,83	493,83	9,88	52

El rendimiento promedio en este caso es bastante inferior al obtenido en medias móviles (contando a Nvidia), siendo este del 250,53%, también vemos como el número de

operaciones aumenta considerablemente, esto se debe a que la estrategia de *Bollinger Bands* es más sensible a la volatilidad y suele generar más operaciones de compra y venta en momentos de alta fluctuación.

4.3. Estrategia basada en RSI (Índice de Fuerza Relativa)

Al igual que con las anteriores estrategias, se han generado gráficos para cada activo y de nuevo aquel con mayor rentabilidad, vuelve a ser Nvidia.



En el gráfico supletorio podemos ver el índice de fuerza relativa y las bandas que indican cuando vender (cuando se superan los límites superiores) y cuando comprar (cuando se superan los límites inferiores). Los resultados para esta estrategia han sido

ACTIVO	CAPITAL FINAL	RENTABILIDAD BRUTA	RENTABILIDAD %	OPERACIONES
AAPL	8345,90	3345,9	66,92	58
AMZN	7448,36	2448,36	48,97	45
BRK-B	13158,14	8158,14	163,16	62
GOOGL	10794,74	5794,74	115,89	45
JNJ	10753,80	5753,8	115,08	66
JPM	17119,24	12119,24	242,38	59
MA	11062,56	6062,56	121,25	42
META	6220,49	1220,49	24,41	43
MSFT	17935,89	12935,89	258,72	53
NVDA	22107,48	17107,48	342,15	46
PG	8398,98	3398,98	67,98	54
TSLA	11716,78	6716,78	134,34	61
UNH	20607,61	15607,61	312,15	63
V	10709,40	5709,4	114,19	44
XOM	4776,86	-223,14	-4,46	50

Esta ha sido la estrategia que peores resultados, en cuanto a rentabilidad, ha obtenido, siendo que incluso ha obtenido rendimientos negativos para el activo de ExxonMobil Corporation. La rentabilidad promedio en este caso ha sido de 141,54%, 100 puntos por debajo de las otras dos estrategias.

5. Conclusiones generales del trabajo

El presente trabajo me ha permitido aprender a como trabajar y como asignar ponderaciones a las carteras, en un principio sin establecer límites de ponderación los resultados obtenidos daban una gran ponderación al sector tecnológico, es por esto que decidí poner una restricción de un máximo de 25%, de esta forma y por mi enfoque conservador, la cartera no asumía riesgo de depender de un único sector y esto se aplico a las 3 estrategias de optimización de carteras.

Asimismo, también me ha permitido entender mejor el trading, concepto del cual apenas tenía unas nociones básicas, y como identificar cuando se debe comprar y cuando vender en función de la estrategia que se esté utilizando.

Por último, he de destacar como en un principio iba a trabajar solo con activos bancarios, pero rápidamente al empezar a realizar las estrategias de ponderación de carteras vi que era inútil realizar carteras con únicamente ponderaciones en activos bancarios ya que, pese a ser activos que generalmente tienen poca volatilidad, se corría un riesgo muy alto al únicamente depender de un sector.