

MICROESTRUCTURA Y SISTEMAS DE TRADING



ITESO, Universidad
Jesuita de Guadalajara

Proyecto:

002 Introduction to Trading

Profesor:

Luis Felipe Gómez Estrada

Alumno:

David Campos Ambriz – 744435



Contenido

Introducción	3
Estrategia	4
Análisis y Preprocesamiento de los Datos	5
Metodología e Implementación	6
Flujo de operación	6
Métricas de desempeño	7
Implementación	8
Análisis de resultados y desempeño	9
<i>Train</i>	<i>10</i>
<i>Test</i>	<i>14</i>
<i>Validation</i>	<i>17</i>
<i>Test + Validation</i>	<i>19</i>
<i>Portafolio vs No hacer nada (Buy & Hold)</i>	<i>20</i>
Análisis de riesgos y limitaciones	20
Conclusiones	21
Referencias	22



Introducción

En la última década, los mercados financieros han atravesado por muchas transformaciones. Quizá una de las más destacables ha sido incorporación de nuevas tecnologías, modelos y algoritmos que, en búsqueda de automatizar las operaciones eliminando cualquier sesgo emocional, han intentado explotar cualquier oportunidad que se presente en el mercado a través de operaciones ejecutadas con base en ciertas métricas o reglas predefinidas que podrían ayudar a mejorar el proceso de comprar y vender algún activo para obtener el mejor beneficio posible.

Otra de las “nuevas” tecnologías que han surgido en los últimos años es el mercado de las criptomonedas, al cual resulta ser un escenario interesante debido a su naturaleza de operar ininterrumpidamente las veinticuatro horas del día, los siete días de la semana. Este factor combinado con la alta volatilidad de este mercado hace que la supervisión manual llegue a ser poco viable considerando el tiempo y la atención que hay que dedicarle pues se trata de un mercado inestable que de un momento a otro puede presentar cambios abruptos en sus precios.

Dicho esto, en el presente proyecto se abordará este escenario con la intención de diseñar y optimizar un modelo de trading mediante una estrategia que, combinando diferentes indicadores técnicos para llegar a un consenso, logre generar señales de compra o venta que el mismo modelo ejecutará generando un portafolio de operaciones. En este sentido, para garantizar un correcto funcionamiento del modelo este será evaluado a través de métricas de desempeño como el Ratio de *Sharpe*, *Sortino* y *Calmar Ratio*. Ahora, para la ejecución de dicha estrategia será buscará maximizar el *Calmar Ratio* para dar con el mayor rendimiento posible tras optimizar los parámetros del modelo.

Finalmente, para comprobar la efectividad del modelo se evaluará su rendimiento después de ser entrenado y puesto a prueba al dividir los datos disponibles en “*train*”, “*test*” y “*validation*” mediante *cross-validation* lo que permitirá analizar el desempeño real de la estrategia al enfrentarse a terrenos desconocidos.



Estrategia

La estrategia construida en este modelo de trading es un sistema que identifica tendencias y cambios en la dirección del precio del activo (en este caso Bitcoin), para ello el modelo evaluará 4 indicadores técnicos en busca de señales que indiquen la oportunidad de compra o venta del activo. De este modo, se exigirá al modelo que al menos dos de los cuatro indicadores deberán coincidir en la generación de una señal de compra o venta para ejecutar dicha operación.

Para este ejercicio los indicadores técnicos empleados fueron el “*Relative Strength Index*” (RSI), las bandas de Bollinger, el Oscilador Estocástico y el “*Moving Average Convergence Divergence*” o MACD.

RSI

El RSI que es un oscilador de “momentum” o tendencia que se enfoca en medir la tanto la velocidad como el cambio en los precios al comparar la magnitud de las ganancias con las pérdidas recientes. Utilizado comúnmente para detectar situaciones de sobrecompra y sobreventa de un activo el valor de esta métrica por lo general oscila entre el 0 y el 100.

En el caso de este proyecto, se ha programado dicha métrica para generar una señal de compra cuando su valor decae por debajo de un límite inferior, indicando un posible caso de sobreventa. Y, por otro lado, generaría una señal de venta cuando el valor supera el umbral superior, indicando un posible escenario de sobrecompra.

Bandas de Bollinger

Las bandas de Bollinger son principalmente un indicador de volatilidad que se construye de tres líneas que siguen de forma diferente al precio del activo. La primera, una media móvil, que permanece siempre en centro de las tres; y las restantes dos bandas que se sitúan a dos desviaciones estándar de la línea de media móvil. De esta manera se genera un “canal” que se expande con el aumento de la volatilidad y se encoje cuando la volatilidad del periodo en cuestión disminuye.

En cuanto a su uso en este proyecto, el modelo se creó de tal forma que interpreta como una señal de compra cuando el precio cruza por debajo de la de la banda inferior, pues se asumiría que el activo está valuado más barato de lo normal. Y, caso contrario, el algoritmo interpretaría como una señal de venta cuando el precio



cruza la banda superior, asumiendo que el activo esta siendo cotizado mas caro de lo que debería.

Oscilador Estocástico

Similar al caso del RSI, el indicador del Oscilador Estocástico es una medida de 0 a 100 que evalúa la tendencia para detectar cierto “momentum” en el precio del activo al evaluar vela por vela si el precio tiende a cerrar cerca de sus máximos, indicando un caso alcista, o cerca de los mínimos, indicando un escenario bajista. Este indicador trabaja mediante dos líneas, una línea “K” (línea de alerta de porcentaje) que rastrea el precio actual en relación a un rango de precios; y la línea “D” que es una línea suavizada de la línea “K” y calculada como una media móvil del precio.

Bajo el contexto de este proyecto dicho indicador generaría una señal de compra cuando la línea “K” (*stoch_k*) cae por debajo del límite definido (*stoch_buy_th*) lo cual indicaría una posible sobreventa del activo y por ende un escenario alcista. Caso contrario, cuando la línea “K” supera al límite definido (*stoch_sell_th*) indicaría un escenario a la baja.

“Moving Average Convergence Divergence” (MACD)

Por último, el indicador *MACD* que también es un indicador de tendencia el cual evalúa la relación entre dos *EMA*’s (medias móviles exponenciales) del precio del activo, una de periodo corto y la otra de un periodo largo. Este indicador se mide al restar la *EMA* del periodo largo de la del periodo corto.

Aplicado al contexto de este ejercicio, el modelo tomaría como una señal de compra cuando la línea del *MACD* cruza por encima la línea de la señal (*macd_signal_line*) y en caso contrario, se generaría una señal de venta cuando la línea del *MACD* cruza por debajo la línea de la señal.

Análisis y Preprocesamiento de los Datos

En cuanto al preprocesamiento de los datos, dada la calidad de los datos no fue necesario aplicar procesos de limpieza avanzados. Lo que si fue necesario fue hacer pequeños ajustes en la lectura de los datos ante la inconsistencia en los formatos de fecha. Para solucionar este obstáculo basto con indicar que modelo interpretara la columna de fechas como formato “mixto”. Adicionalmente a esto se añadió la orden de omitir la primera fila de los datos pues contenía un link que dificultaba la lectura de los datos que comenzaban a partir de la línea dos de los datos.



Ahora, en cuanto al procesamiento completo de los datos, el punto mas importante fue la segmentación de los datos. Para ello se dividieron los datos en proporciones de 60% para el *train*, 20% para el *test* y 20% para el *validation* con la idea de evitar un *overfitting* y que el modelo anticipe los datos en lugar de esperarlos. Con la separación del *train* se permitiría que el modelo experimente con la optimización de *optuna* para dar con la mejor combinación de parámetros que será usados en las siguientes etapas.

Metodología e Implementación

La metodología de este proyecto parte desde el proceso automatizado de la generación de señales hasta la optimización de cada uno de los parámetros del modelo en busca de lograr el mejor rendimiento posible. Dicho modelo fue construido con el objetivo de simular un entorno realista donde se pueda desempeñar la estrategia planteada y con ello ver realmente la efectividad que esta pueda tener.

Flujo de operación

La base principal del modelo planteado parte de una metodología de “*Backtesting*” la cual mediante la iteración de cada una de las velas del *dataset* simula el comportamiento “real” que podría tener la estrategia a lo largo del tiempo de ejercicio. De esta manera, en cada vela se realiza la siguiente secuencia de operaciones:

- Primero, al comienzo de cada iteración se realiza el análisis de la situación del mercado con el calculo de los cuatro indicadores seleccionado en esta estrategia: RSI, Bandas de Bollinger, Oscilador Estocástico y MACD. Dichos indicadores se actualizan con el ultimo precio de cierre y con ello cada indicador evalúa si se cumplen sus condiciones individuales para generar señales de compra o venta.

“ Añadir condiciones”

Para evitar que el modelo opere sin control ante cualquier señal generada, se incorporó la condición en la cual solo se tomaran como validas los escenario donde al menos dos de los cuatro indicadores coincidan en la compra o venta.

- Después de haber generado el análisis del mercado y las señales correspondientes, el modelo pasara a una autoevaluación de su situación actual (para ver si cierra posiciones) revisando cada una de las posiciones abiertas y comparando el precio actual con los umbrales de *Stop Loss* y *Take profit*. En el caso de que el precio cruce alguno de estos limites el algoritmo



cerrar automáticamente la posición. Con esto lo que se busca es capitalizar o asegurar las ganancias y limitar las pérdidas apenas se generen.

- Ahora que se han cerrados las operaciones que han pasado alguno de los dos umbrales, el código evaluará el “chequeo de salud” donde se revisará que el capital disponible sea positivo evitando que este opere cuando ya no hay dinero disponible. Inmediatamente después de esto el modelo calculará el tamaño de la posición por abrir con base en un porcentaje del *cash* disponible y operará si detecta que se tiene el capital suficiente para cubrir el costo total de la operación.
- Por último, el *backtesting*, con ayuda de la paquetería *optuna* se encargará de generar el estudio que encuentre la combinación de los parámetros que maximice el rendimiento ajustado al riesgo con el *Calmar Ratio* promedio de la división de cada uno los *splits* del estudio de *optuna*

Métricas de desempeño

Para evaluar objetivamente el rendimiento de la estrategia, se utilizaron cinco métricas de desempeño como una forma de mostrar diferentes perspectivas sobre la relación entre el retorno y el riesgo asumido.

Calmar Ratio

Como ya se ha mencionado anteriormente, este mide el rendimiento ajustado el cual compara el retorno anual promedio de una operación sobre su caída más baja (*Max drawdown*). Por lo tanto, se consideraría mejor un ratio mas alto pues se indicaría que la inversión ha obtenido un mayor rendimiento por el riesgo asumido.

$$\text{Calmar Ratio} = \frac{\text{Tasa de rendimiento anual Promedio}}{\text{Max Drawdown}}$$

Sharpe Ratio

Mide el rendimiento ajustado al riesgo, es decir, señala la relación entre el rendimiento que obtiene el portafolio por cada unidad de riesgo asumida.

$$\text{Sharpe Ratio} = \frac{\text{Tasa de rendimiento anual Promedio}}{\text{Desviacion est. anual de los retornos}}$$

Sortino Ratio

Parecido al *Sharpe* pero en vez de penalizar en ambas direcciones este termina enfocándose específicamente en los retornos negativos, penalizándolos.



$$\text{Sortino Ratio} = \frac{\text{Tasa de rendimiento anual Promedio}}{\text{Desviación est. anual de los retornos negativos}}$$

Max Drawdown

Como su nombre lo da a entender, esta métrica mide la caída porcentual mas grande de un portafolio en un periodo de tiempo específico. Por lo tanto este ayuda a ver cual es la perdida mas alta que hemos tenido a lo largo del tiempo.

$$MDD = \frac{\text{Valor minimo} - \text{Valor Maximo}}{\text{Valor Maximo}}$$

Win Rate

Esta sencilla métrica calcula el porcentaje de operaciones que otorgaron un beneficio del total de operaciones realizadas.

$$\text{Win Rate} = \frac{\# \text{ de operaciones ganadoras}}{\text{Total de operaciones hechas}}$$

Implementación

Para la implementación de este proyecto, utilizando todos los parámetros, métricas de desempeño y el “flujo de operación” se programó un código modular dividido en siete funciones de operación con diferentes tareas y una función principal ejecuta el flujo completo del proceso. Esta división se clasifico de la siguiente manera:

- **get_signals.py** : Encargada del cálculo de los indicadores y la generación señales.
- **bactesting.py** : Contiene la simulación sobre las aperturas y cierre de operaciones.
- **optimize.py** : Se encarga de la optimización de los parámetros.
- **metrics.py** : A cargo del cálculo de las métricas de desempeño
- **plots.py** : Función que genera los gráficos de los resultados
- **utils.py** : Responsable de la carga de los datos y del despliegue del reporte final.
- **config.py** : Que guarda los detalles del tipo de dato de algunos parámetros.



- **main.py** : Que es la función principal que ejecuta y coordina al resto de funciones

Análisis de resultados y desempeño

Mejores Parámetros

Después de experimentar con los rangos de los parámetros y de iterar en repetidas ocasiones la simulación se obtuvieron los siguientes resultados como los parámetros “óptimos” que muestran un mejor desempeño en los datos.

Parámetro	Valor final
rsi_window	49
rsi_lower	10
rsi_upper	95
bb_window	10
stoch_window	13
stoch_smooth_k	5
stoch_buy_th	15
stoch_sell_th	83
macd_short_window	45
macd_long_window	248
macd_signal_window	43
stop_loss	0.1283
take_profit	0.1402
pct_cash	0.2090
max_short_pct	0.44
MEJOR CALMAR PROMEDIO	1.8906

Los resultados de los mejores parámetros de la simulación muestran una estrategia mas inclinada por el largo plazo pues muchas de las ventanas arrojan ventanas grandes, como el RIS que se va a los 49 periodos y el MACD que muestra una ventana de 248 periodos. Esto sugeriría que, a la larga, el modelo puede tender a ignorar el ruido en el corto plazo prefiriendo seguir mas a las tendencias del mercado.

Por otro lado, pareciera que el parámetro agregado “max_short_pct” termino por ayudar ligeramente al modelo al limitar en un 44% las operaciones short del portafolio. Esto se puede saber dado que el valor final no llevo ni al máximo ni al mínimo de la restricción, lo que podría indicar que en efecto existe un porcentaje



optimo que logra proteger al portafolio en escenario bajistas al limitar las operaciones short que puede abrir el código.

Train

- Valor Inicial del Periodo: \$1,000,000.00 USD
- Valor Final del Portafolio: \$4,021,128.38 USD
- Rendimiento Neto del Periodo: 302.11%

Métrica de desempeño	Valor final
Calmar Ratio	0.8974
Sharpe Ratio	1.0698
Sortino Ratio	1.2375
Max Drawdown	0.3779
Win Rate (General)	0.4851
Win Rate (Long)	0.5042
Win Rate (Short)	0.4551

Fecha	Rendimiento mensual	Cuatrimstral	Anual
2017-08-31	1.44%	1.44%	
2017-09-30	-0.52%		
2017-10-31	18.66%		
2017-11-30	12.41%		
2017-12-31	0.97%	33.99%	35.92%
2018-01-31	-19.86%		
2018-02-28	17.91%		
2018-03-31	-3.03%		
2018-04-30	9.49%	0.32%	



2018-05-31	-2.06%		
2018-06-30	-3.44%		
2018-07-31	13.70%		
2018-08-31	-3.63%	3.63%	
2018-09-30	-2.52%		
2018-10-31	-2.83%		
2018-11-30	-16.95%		
2018-12-31	4.16%	-18.05%	-14.80%
2019-01-31	-3.97%		
2019-02-28	3.09%		
2019-03-31	3.48%		
2019-04-30	9.06%	11.73%	
2019-05-31	17.25%		
2019-06-30	8.56%		
2019-07-31	-4.68%		
2019-08-31	4.95%	27.34%	
2019-09-30	0.85%		
2019-10-31	5.61%		
2019-11-30	-1.11%		



2019-12-31	-2.02%	3.20%	46.83%
2020-01-31	14.14%		
2020-02-29	-3.68%		
2020-03-31	7.70%		
2020-04-30	9.97%	30.21%	
2020-05-31	2.22%		
2020-06-30	-2.68%		
2020-07-31	11.98%		
2020-08-31	3.15%	14.91%	
2020-09-30	-0.81%		
2020-10-31	13.21%		
2020-11-30	11.96%		
2020-12-31	8.73%	36.70%	104.53%
2021-01-31	-2.47%		
2021-02-28	23.12%		
2021-03-31	12.45%		
2021-04-30	1.73%	37.37%	
2021-05-31	-11.25%		
2021-06-30	-8.14%		



2021-07-31	12.25%		
2021-08-31	12.92%	3.33%	
2021-09-30	-3.20%		
2021-10-31	15.11%		
2021-11-30	-2.13%		
2021-12-31	-8.86%	-0.61%	41.08%
2022-01-31	-7.05%		
2022-02-28	6.79%		
2022-03-31	-1.15%		
2022-04-30	-7.65%	-9.39%	
2022-05-31	1.37%		
2022-06-30	-10.77%		
2022-08-31		-9.55%	
2022-12-31			-18.04%





Los resultados del set de *Train* demostraron tener un rendimiento muy por encima de lo esperado logrando un rendimiento neto de 302.11% en los casi 6 años de tiempo. Este valor a pesar de ser extraordinariamente bueno no representa nada para este ejercicio pues se trata de los escenarios de prueba. No obstante, como interpretación para este caso, al menos los parámetros óptimos encontrados demuestran superar la volatilidad del activo lo cual explica el Sharpe de 1.07 y el Sortino de 1.24.

Por otra parte, es interesante ver que los porcentajes de *Win Rate* por operación siguen en línea con la idea de que al limitar los short (*Win Rate* = 45%) se puede obtener mejores rendimientos, al menos en un mercado tan volátil como el de Bitcoin.

Test

- Valor Inicial del Periodo: \$1,000,000.00 USD
- Valor Final del Portafolio: \$1,282,528.50 USD
- Rendimiento Neto del Periodo: 28.25%

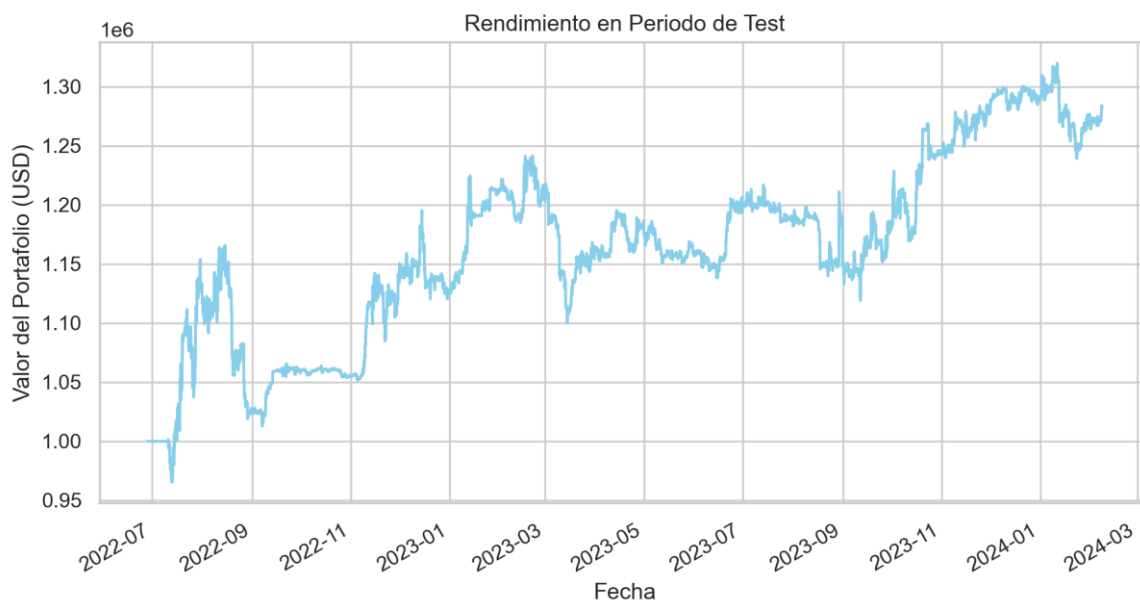
Métrica de desempeño	Valor final
Calmar Ratio	1.3096
Sharpe Ratio	1.0079
Sortino Ratio	1.2316
Max Drawdown	0.131
Win Rate (General)	0.5072
Win Rate (Long)	0.6
Win Rate (Short)	0.376



Fecha	Rendimiento mensual	Cuatrimestral	Anual
2022-06-30	0.00%	0.00%	
2022-07-31	11.68%		
2022-08-31	-8.14%		
2022-09-30	3.30%		
2022-10-31	-0.39%	5.57%	
2022-11-30	8.96%		
2022-12-31	-2.13%		12.58%
2023-01-31	7.78%		
2023-02-28	-0.83%	13.99%	
2023-03-31	-3.35%		
2023-04-30	1.60%		
2023-05-31	-1.76%		
2023-06-30	3.28%	-0.37%	
2023-07-31	-0.95%		
2023-08-31	-3.37%		



2023-09-30	2.79%		
2023-10-31	5.60%	3.90%	
2023-11-30	2.59%		
2023-12-31	0.88%		14.51%
2024-01-31	-1.60%		
2024-02-29	1.10%	2.96%	
2024-12-31			-0.51%



Con estos resultados se puede dar evidencia de la efectividad de la estrategia al operar con datos nuevos para el modelo. Con un rendimiento neto de 28.25% este periodo ya muestra un resultado favorable pues incluso en un periodo de tiempo mas corto logro obtener un Calmar 1.3 superando el primer resultado del *train*. Otro punto que destacar es que se logró reducir la pérdida máxima (*MDD*) a apenas un 13% lo cual afirma la idea presentada anteriormente de que el modelo tienen a seguir la tendencia e ignora parte del ruido en corto plazo.



Por otra parte, se aprecia como en este periodo se cumple también una ventaja de las operaciones *Long* (*Win Rate* = 60%) frente a las operaciones *Short* que apenas ganan un 37% de las ocasiones, algo muy bajo.

Validation

- Valor Inicial del Periodo: \$1,282,528.50 USD
- Valor Final del Portafolio: \$1,757,607.98 USD
- Rendimiento Neto del Periodo: 37.04%

Métrica de desempeño	Valor final
Calmar Ratio	1.2909
Sharpe Ratio	0.96
Sortino Ratio	1.124
Max Drawdown	0.1757
Win Rate (General)	0.4956
Win Rate (Long)	0.5472
Win Rate (Short)	0.4277

Fecha	Rendimiento mensual	Cuatrimestral	Anual
2024-02-29	6.08%	6.08%	
2024-03-31	8.19%		
2024-04-30	-10.07%		
2024-05-31	2.34%		
2024-06-30	-3.50%	-3.92%	
2024-07-31	-2.34%		
2024-08-31	3.16%		
2024-09-30	0.05%		
2024-10-31	3.27%	4.09%	



2024-11-30	10.79%		
2024-12-31	-1.10%		16.23%
2025-01-31	3.50%		
2025-02-28	-6.98%	5.49%	
2025-03-31	-2.38%		
2025-04-30	11.92%		
2025-05-31	11.33%		
2025-06-30	0.77%	22.58%	
2025-07-31	3.17%		
2025-08-31	-5.12%		
2025-09-30	2.06%		
2025-10-31		-0.10%	
2025-12-31			17.90%

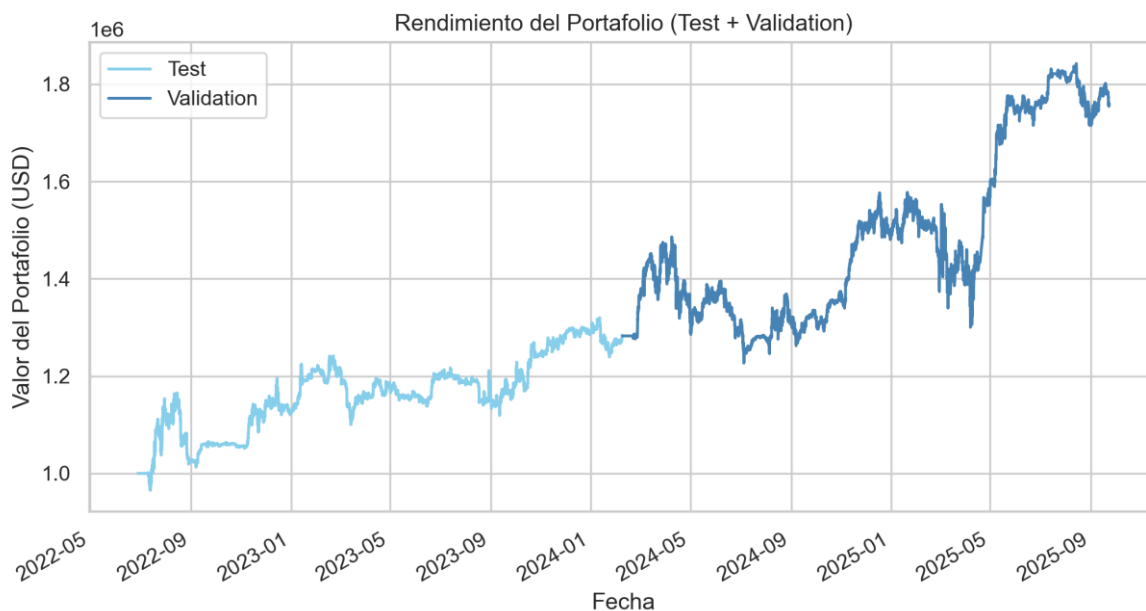




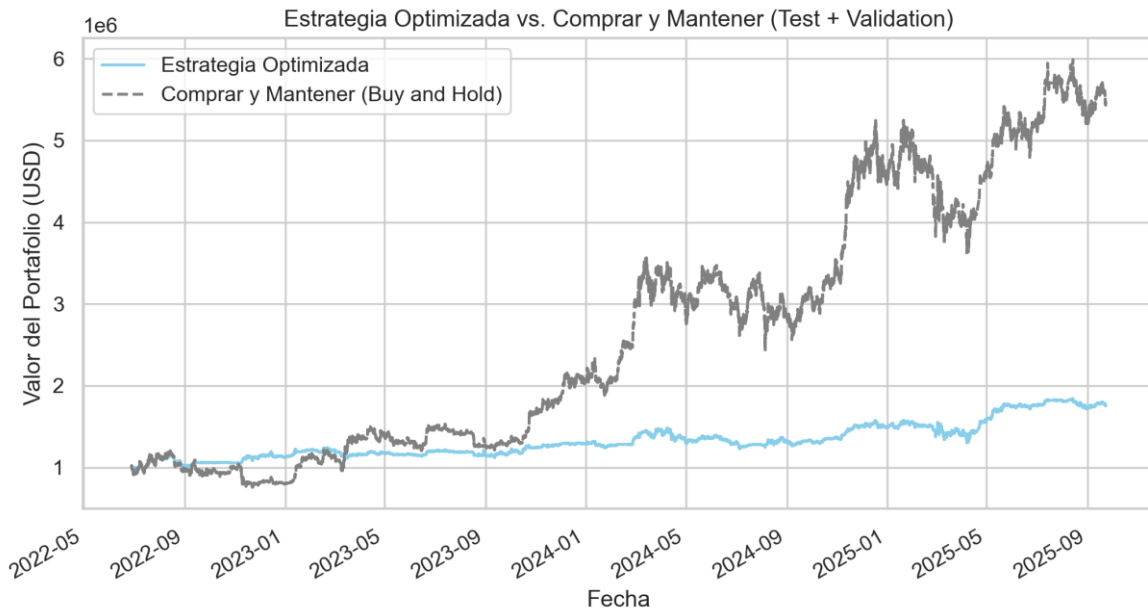
Con los resultados de este ultimo periodo se puede reafirmar la efectividad que tiene la estrategia optimizada. Fuera de que volvió a obtener un rendimiento bastante bueno, lo mas interesante de este caso es ver cómo y modelo mantiene una consistencia en las métricas de desempeño pues apenas el *Calmar* disminuyo 0.01 respecto al valor del set de “test” y el *MDD* no aumento mucho (apenas un 4% aproximadamente).

Y, nuevamente, se continua con la misma tendencia en la cual las operaciones *Long* terminan con un *Win Rate* mas alto que las operaciones *Short*

Test + Validation



Portafolio vs No hacer nada (Buy & Hold)



Tratándose de un mercado tan volátil y cambiante como lo es el de las criptomonedas el resultado de esta grafica no me sorprende, al contrario, seria lo esperado. Si bien es destacable que la estrategia termine con un rendimiento positivo y que por un periodo muy corto logra superar al portafolio de *Buy & Hold* en la práctica sería muy difícil mantener esta “ventaja” en un mercado que se maneja más por sentimiento y “hype” que por el valor real del proyecto que es Bitcoin. Algo interesante seria ver como este mismo modelo se comporta en el mercado de acciones, o un mercado más “normal”.

Análisis de riesgos y limitaciones

En cuanto a limitaciones de este ejercicio, quizá la mas importante es la replicabilidad y constancia que puede tener un ejercicio como este pues a pesar de ser resultados “óptimos” los encontrados por *optuna* realmente nada me asegura que sean los mejores valores globales posibles. Incluso, estos resultados presentados no fueron los primeros obtenidos, estos resultados fueron captados como los “mejores” después de ejecutar el código en repetidas ocasiones.

Si bien, la estrategia parece funcionar y obtiene buenos rendimientos en la práctica esto garantizaría que funcione para siempre, o incluso que funcione con otras cripto monedas pues no son mercados regulados por ninguna institución u organización. En este sentido el mayor riesgo que puede tener el modelo seria el mismo mercado, con sus alzas momentáneas y sus caídas inesperadas.



Conclusiones

Con los resultados obtenidos en este proyecto, se podría concluir en que se demostró que se pueden obtener un rendimiento significativo al diseñar e implementar una estrategia de trading que, de forma “óptima”, logre gestionar un portafolio de Bitcoin abriendo y cerrando posiciones en un mercado tan inestable como lo es el de las criptomonedas.

Por otra parte, se mostró como la metodología de combinar cuatro indicadores y optimizarlos mediante *Walk-Forward* se pueden encontrar parámetros que a “priori” demuestran ser capaces de generar una estrategia sólida y consistente durante un cierto periodo de tiempo. Esto último se comprobó al validar el desempeño de la estrategia en los periodos de “test” y “validation” (que se encontraban fuera de la muestra inicial de los datos), manteniendo consistencia en los rendimientos obtenidos y en los valores finales de las métricas de desempeño. De los resultados de las métricas destaca que el *Calmar Ratio* se haya mantenido constante a un valor de 1.30 y 1.29 siendo nuestra métrica objetivo.

Si bien, la estrategia no logró superar el retorno de la estrategia pasiva de no hacer nada (*Buy&Hold*), el valor de la estrategia reside en evitar lo más posible el riesgo de este mercado. Con base en esto, se podría decir que la estrategia cumplió también con el propósito de reducir la exposición durante los periodos de ejercicio, como se logró con los periodos de *test* y *validation* con *Max Drawdown* de 13% y 17%.

Dicho esto, se puede concluir en que este proyecto cumplió con el objetivo de encontrar una estrategia que es capaz de ser rentable al generar un perfil que actúa de forma paciente y a largo plazo puede ser resistente al ruido del mercado y equilibrada al controlar las exposiciones tanto a escenario bajistas como alcistas. Algo interesante por probar en un futuro sería la implementación de mejores parámetros o metodologías que permitan ajustar de forma más efectiva y variada los parámetros de esta estrategia.



Referencias

- Fernando, J. (2025, 15 de septiembre). *Sharpe Ratio: Definition, Formula, and Examples*. Investopedia. Recuperado de <https://www.investopedia.com/terms/s/sharperatio.asp>
- Financial Edge Team. (2025, 13 de junio). *Maximum Drawdown (MDD)*. Financial Edge. Recuperado de <https://www.fe.training/free-resources/portfolio-management/maximum-drawdown-mdd/>
- Indranarain Ramlall. (2016). *Applied Technical Analysis for Advanced Learners and Practitioners*. Emerald Group Publishing Limited.
- Investopedia. (2025, 5 de octubre). *Understanding the Calmar Ratio: Risk-Adjusted Returns for Hedge Funds*. Recuperado de <https://www.investopedia.com/terms/c/calmarratio.asp>
- Investopedia. (s. f.). *Understanding Trading Win/Loss Ratio: Definition, Formula, and Examples*. Recuperado de <https://www.investopedia.com/terms/w/win-loss-ratio.asp>
- Smith, J. (2025, 1 de mayo). *Explicación del índice de Sortino: fórmula, cálculo y ejemplos*. Brixx. Recuperado de <https://brixx.com/es/sortino-ratio-calculation-definition/>

