



Vigilada Mineducación

Diseño y análisis de una estrategia de inversión enfocada en *momentum* y aplicada en el mercado accionario colombiano

Design and analysis of a momentum-based investment strategy applied in the colombian stock market

Andrés Uribe Restrepo

Trabajo de investigación para la Maestría en Administración Financiera - MAF

Asesor, docente
César Augusto Orozco Echeverry

UNIVERSIDAD EAFIT
ESCUELA DE FINANZAS, ECONOMÍA Y GOBIERNO
MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN FINANCIERA - MAF
MEDELLÍN
2024

Resumen

La inversión en el mercado de valores o *the biggest game in town*, como lo llama Burton G. Malkiel en su libro *A random walk down Wall Street*, es un tema de amplio interés a nivel mundial. Desde personas ajenas al mundo financiero hasta matemáticos puros, como Jim Simons (1938-2024), interactúan en un mercado público donde fijan precios con base en estrategias u opiniones. Una de las estrategias más conocidas en el mundo financiero es la de *momentum*. Entre sus aplicaciones puede haber variaciones o modificaciones, pero su esencia se fundamenta en seleccionar activos con base en el comportamiento reciente de los precios, aprovechando las inercias del mercado. En el contexto de Colombia, y a través del análisis del comportamiento de los precios, se busca evaluar la viabilidad y el desempeño de una estrategia basada en *momentum* para generar rendimientos consistentes a lo largo de un año, aplicada al mercado de acciones colombiano.

Palabras clave: análisis técnico, acciones, portafolio, retornos, promedio móvil.

Abstract

Investing in the stock market, or "the biggest game in town" as Burton G. Malkiel calls it in his book *A Random Walk Down Wall Street*, has been a topic of wide interest worldwide. From stay-at-home parents to pure mathematicians like Jim Simons (1938-2024) interact in a public market where they set prices according to strategies or opinions. One of the strategies known in financial jargon is momentum. Within its applications there may be variations or modifications, but its basis is based on selecting assets based on recent price behavior, taking advantage of market inertia. Brought to Colombia, and through the analysis of the behavior of stock prices, we seek to evaluate the viability and performance of a strategy based on momentum to generate consistent returns over one year applied in Colombia's stock market.

Key words (JEL): momentum (G190), technical analysis (G11), moving average (G190).

Contenido

| | |
|---|----|
| Introducción..... | 1 |
| Situación de estudio | 1 |
| Objetivos. | 3 |
| Objetivo general..... | 3 |
| Objetivos específicos | 3 |
| Marco de referencia conceptual | 4 |
| Contexto histórico..... | 4 |
| Mercado de valores colombiano | 5 |
| Indicadores bursátiles o de mercado | 6 |
| Estrategias de inversión | 9 |
| Información y parámetros de la estrategia | 11 |
| Momentum..... | 11 |
| Datos | 12 |
| Fórmulas e indicadores..... | 16 |
| Reglas..... | 17 |
| Metodología..... | 18 |
| Resultados | 24 |
| Resultados con los parámetros originales | 25 |
| Resultados de la estrategia sensibilizada | 27 |
| Conclusiones y recomendaciones..... | 30 |
| Conclusiones | 30 |
| Limitaciones..... | 31 |
| Recomendaciones | 32 |
| Referencias | 33 |

Lista de figuras

| | |
|---|----|
| Figura 1. Cálculo de la pendiente ajustada..... | 12 |
| Figura 2. Canasta de acciones | 13 |
| Figura 3. MSCI COLCAP vs. ETF ICOLCAP | 15 |
| Figura 4. <i>Ranking</i> de <i>momentum</i> | 19 |
| Figura 5. Cantidad de acciones a comprar y <i>target</i> para el primer día de operación | 20 |
| Figura 6. <i>Ranking</i> del 20 de diciembre del 2023..... | 22 |
| Figura 7. Diagrama de orden lógico..... | 24 |
| Figura 8. Desempeño de la estrategia vs. <i>benchmark</i> | 25 |
| Figura 9. Resultados de la estrategia vs. <i>benchmark</i> | 26 |
| Figura 10. Resultados de la estrategia con factor de riesgo de 0,5 % vs. <i>benchmark</i> | 27 |
| Figura 11. Resultados de la estrategia sin el filtro del índice vs. <i>benchmark</i> | 28 |

Introducción

El mercado de valores, también conocido como la bolsa de valores, proporciona un escenario que permite la interacción diaria de un vasto número de personas que reúnen allí sus expectativas, opiniones e ideas, lo cual se refleja en los precios de mercado. Su constante movimiento y su evolución atraen participantes de diversas disciplinas. Es por ello por lo que existe un sentido de urgencia en la exploración y el análisis de nuevas estrategias, modelos e ideas, especialmente en mercados menos explorados, como el colombiano. En este caso, el presente trabajo busca analizar cómo una estrategia de *momentum* puede ser adaptada y aplicada en un entorno local.

De acuerdo con Du (2008), la estrategia de *momentum* ha demostrado resultados prometedores en otros mercados. En ese sentido, el estudio tiene como objetivo descubrir si su implementación y su eficacia en el contexto colombiano pueden ser igualmente alentadores, considerando sus propias dinámicas y desafíos.

Situación de estudio

El acceso a información pública relacionada con las empresas listadas en la bolsa ha permitido que el mercado esté en constante análisis y estudio. Esto ha llevado a que los participantes estén en constante evolución, actualizando e implementando nuevas estrategias de inversión que les permitan capturar retornos positivos, o mejores que el mercado (índice de referencia). En la misma línea, tanto los teóricos como los practicantes se han sentido atraídos por nuevas ideas, modelos o estrategias de inversión. A nivel mundial, entre las más reconocidas se encuentran dos que por su amplia aplicación han cobrado protagonismo. Estas son la inversión de valor (*value investing*) y la inversión en crecimiento (*growth investing*). Ambas tienen grandes referentes prácticos y académicos, como Benjamin Graham (1894-1976), Warren Buffett y

William J. O'Neil (1933-2023). Sin embargo, existen muchas más, entre las que se encuentra la inversión en *momentum*.

Du (2008), autor recién mencionado, señala a su vez que existe evidencia sustancial de *momentum* en acciones para cortos periodos en los que la acción que tiene un buen (mal) desempeño reciente continúa desempeñándose positivamente (negativamente) en el futuro. Asimismo, Clenow (2015) señala que hay suficientes investigaciones que confirman el efecto *momentum*, desde la experiencia tanto de los académicos como de los practicantes. Además, afirma que es difícil contraargumentar su efectividad. Sin embargo, sus aplicaciones han estado principalmente enfocadas en mercados desarrollados como el de Estados Unidos.

Colombia, al ser un país en vía de desarrollo, tiene un mercado poco desarrollado e ilíquido. Castaño (2017) concluye en su trabajo de búsqueda de alfa que los volúmenes de negociación son bajos y dificultan la ejecución de estrategias como la de *market timing*. Él no es el único que encuentra esta característica como una limitante en el desarrollo de los estudios del mercado local. José I. López (2019) expresa también que el mercado accionario en Colombia tiene bajos volúmenes de negociación y un tamaño relativamente pequeño, comparado con el producto interno bruto (PIB) del país. En parte es esa la razón por la que emerge el presente trabajo, además de diseñar y analizar si la estrategia de *momentum* puede generar un desempeño positivo (alfa), superior al MSCI COLCAP, en un periodo de un año. Este trabajo busca aportar a la base de estudio del mercado local con el fin de atraer más interés, tanto académico como práctico, y finalmente contribuir positivamente en la actividad del mercado accionario local.

Objetivos

Objetivo general

Implementar, desarrollar y evaluar una estrategia de inversión basada en *momentum*, aplicada al mercado bursátil colombiano con las acciones representadas por el índice MSCI COLCAP, para generar rendimientos superiores frente al índice en un periodo de un año.

Objetivos específicos

- Examinar a fondo las características fundamentales que abarca la metodología de la estrategia con el fin de entender los criterios claves de selección de activos basados en *momentum*.
- Establecer la canasta o el grupo de acciones en los que se va a aplicar la estrategia con base en el índice MSCI COLCAP.
- Definir y calcular los indicadores claves para los activos de la estrategia de *momentum*, y con base en ellos establecer las reglas específicas para definir en cuáles invertir, los porcentajes de inversión, el momento de entrada/salida, al igual que las reglas para la gestión del riesgo.
- Simular la estrategia con base en las reglas establecidas, y evaluar con medidas de rentabilidad y riesgo el desempeño de la estrategia frente a su índice MSCI COLCAP.

Marco de referencia conceptual

Contexto histórico

Las bolsas de valores son mercados en los que los compradores y los vendedores negocian acciones y otros instrumentos financieros. Se caracterizan por ser mercados secundarios, ya que las acciones se compran y se venden entre inversores y no directamente desde la empresa emisora. Estos mercados proporcionan liquidez y facilitan la inversión y el financiamiento de las empresas. También son lugares donde se establecen los precios de las acciones mediante la oferta y la demanda. Además, desempeñan un papel crucial en la formación de precios y en la asignación eficiente de recursos financieros (Chen, 2024).

Se podría decir que su origen y su evolución a lo largo de la historia son debatibles. Empíricamente, muchos señalan a América del Norte como la cuna de las bolsas de valores, debido a su papel destacado en el mercado actual. Sin embargo, la apertura de la bolsa de valores de Sweeting's Alley, Londres, en 1773, figura en los registros históricos como la primera del mundo (London Stock Exchange, s. f.).

Por otro lado, de manera más extendida, se comparte la idea de que, a principios del siglo XVII, se estableció en Ámsterdam la primera bolsa de valores, impulsada principalmente por el crecimiento comercial que trajo la empresa Dutch East India Company en la década de 1600. Este hecho marcó un punto clave en la historia financiera, pues el fuerte desarrollo de la bolsa propició la creación de un destacado centro financiero en la ciudad (Petram, 2014).

No obstante, también se destaca la antigua bolsa de valores de 1531 en Amberes, Bélgica, como un primer modelo de referencia para las bolsas de valores a nivel mundial (Antwerp, s. f.). Este hecho, menos conocido, pero no menos importante, estableció un precedente crucial para el

desarrollo de las bolsas de valores como elementos fundamentales de los mercados financieros internacionales.

Como se mencionó previamente, hay una amplia historia no muy precisa sobre el momento en que se creó la primera bolsa a nivel mundial, pero puede decirse que marcó una diferencia importante en el desarrollo de la industria a nivel global y que su crecimiento no ha sido menor. Hoy en día, existen cerca de ochenta bolsas a nivel mundial, en las cuales hay más de cincuenta mil empresas listadas, que suman un valor de mercado superior a cien trillones de dólares (The WFE Statistics Team, 2024). Entre las cinco más grandes por valor de mercado se encuentran New York Stock Exchange (USA), NASDAQ (USA), Euronext (EUN), Shanghái Stock Exchange (CHN) y Japan Exchange Group (JPN). Solo las de los Estados Unidos de América representan casi la mitad del *market cap* mundial (The WFE Statistics Team, 2024). Estas cifras sorprenden y pueden ser incluso difíciles de “digerir”, pero son coherentes con la importancia que cobran estos mercados para el desarrollo económico mundial.

Mercado de valores colombiano

El mercado bursátil en Colombia existe desde 1929, cuando se fundó la primera bolsa en la ciudad de Bogotá. Posteriormente, Medellín abrió su propia bolsa en 1961, y por último, en 1983, se creó la Bolsa de Occidente. Las tres operaron de manera independiente hasta julio de 2001, momento en el cual se integraron para crear una bolsa central en Colombia. La compañía resultante, que opera hasta la actualidad, se llama Bolsa de Valores de Colombia (Bolsa de Valores de Colombia, s. f.). Paralelamente, ese mismo día se creó el índice general de la bolsa de Colombia (IGBV), con el fin de representar una canasta de acciones que luego, en noviembre del 2013, fue reemplazada por el COLCAP como principal indicador de renta variable en el país (Banco de la República, s. f.; Bolsa de Valores de Colombia, s. f.). Hoy en día existen tres bolsas latinoamericanas (Chile, Perú y Colombia) que forman un solo *holding* llamado *nuam*

exchange. Sin embargo, el enfoque del trabajo se desarrolla en el ámbito local, específicamente con las acciones que están representadas por el índice MSCI COLCAP de la Bolsa de Valores de Colombia.

En ese entonces, en julio del 2001, existían alrededor de 110 acciones (Portafolio, 2020). Al cierre del 2023, el número se ha reducido a 76 acciones. En total suman un valor de mercado superior a los 300 billones de pesos colombianos y el promedio diario de negociación del 2023 fue de aproximadamente 57.000 millones (Bolsa de Valores de Colombia, s. f.). Es fácil concluir que el interés en participar en el mercado accionario de Colombia ha disminuido sustancialmente. Desde el 2021 el volumen promedio diario de negociación cayó casi un 50 %, hasta el 2023 (Bolsa de Valores de Colombia, s. f.). Empíricamente se podría decir que la falta de incentivos y de nuevos emisores, junto con la escasa educación financiera, son claves causantes de ese hecho. Y en parte por esta razón es que se desarrolla el presente trabajo, pues el objetivo es generar interés por medio del análisis de una estrategia, para que nuevos participantes se puedan sumar y practicarla, mejorarla o cuestionarla.

Indicadores bursátiles o de mercado

Se podría decir que en el mundo de las finanzas existe un amplio número de indicadores para realizar análisis y tomar decisiones. Desde una perspectiva general se puede dividir en dos partes. Por un lado, están las finanzas corporativas y, por otro, el mercado bursátil. Ambos tienen relaciones estrechas, y no son excluyentes, pero dependiendo del enfoque pueden tener diferentes aproximaciones.

El principal objetivo de las finanzas corporativas es maximizar el valor de la empresa manteniendo una relación óptima entre rentabilidad y riesgo (CFI Team, s. f.). Por experiencia y conocimiento podría decir que los principales conceptos en los que se enfocan son la

estructura de capital, el capital de trabajo, la valoración de los proyectos, la eficiencia de los recursos, entre otros. En cambio, el mercado bursátil o mercado de capitales es un centro de comercio donde se encuentran inversionistas (personas o empresas) para intercambiar valores como acciones, bonos, monedas, entre otros. En términos más simples, es un mercado que se presta para financiar el crecimiento y crear riqueza (CFI Team, s. f.).

Dicho esto, el mercado de capitales puede utilizar indicadores financieros que no necesariamente son de valor para las finanzas corporativas y viceversa. Por ejemplo, los indicadores de liquidez, como la rotación de cuentas por cobrar o la rotación de inventarios, son más usados en las finanzas corporativas que en el mercado de capitales. Otro ejemplo es el indicador de valoración precio/ganancia (P/G) o *price to earnings* (P/E), que puede llegar a ser más utilizado en el mercado de capitales que en las finanzas corporativas. En general, se podría sugerir que aquellos *ratios* financieros que requieren el precio o el valor a mercado del activo para su cálculo son comúnmente más usados en el mercado de capitales. Lewellen (2004), por ejemplo, trabajó con tres indicadores que relacionan el precio de los activos con sus fundamentales para analizar su impacto en la predicción de retornos futuros. Los indicadores que utilizó fueron el retorno por dividendo o *dividend yield*, el valor en libros/valor de mercado o *book to market* (B/M) y precio/ganancia o *price to earnings* (P/E), mientras que Foerster, Tsagarelis y Wang (2017) trabajaron con indicadores relacionados con el flujo de caja en su estudio de predictibilidad de retornos, donde encontraron que la medida del flujo de caja directo, generalmente, es mejor predictora que la medida del flujo de caja indirecto.

Sin embargo, el enfoque está centrado mucho más en los precios de los activos que en sus fundamentales, pues al ser una estrategia que depende fuertemente de su desempeño en el mercado, el precio es el principal insumo.

Una metodología de análisis que depende fuertemente del precio es el análisis técnico. Agudelo (2015, p. 385) lo define en su libro como “un conjunto de metodologías cuyo objetivo consiste en predecir el comportamiento futuro de los precios de los activos financieros con base en su comportamiento histórico, entregando así señales para comprar y vender en el corto plazo”. A diferencia del análisis fundamental, que intenta evaluar el valor de la compañía con base en resultados financieros como las ventas y las ganancias, el análisis técnico se centra en el estudio de los precios y el volumen (Hayes, 2024). Dentro de esta disciplina, Agudelo (2015, p. 396) define los indicadores como funciones matemáticas de los precios históricos. Entre los más comunes se encuentran las medias móviles o *moving average*, las cuales son promedios de los precios de cierre históricos de los últimos n días atrás (Agudelo, 2015, p. 397). Se usan principalmente para marcar tendencias de precios y cada inversionista, de acuerdo con su enfoque o estrategia, las emplea de manera distinta. Sin embargo, su eficacia no tiene mucha evidencia. Agudelo y Uribe (2009) no encontraron valor agregado de manera consistente en la implementación de las estrategias técnicas estudiadas en su trabajo, entre las que se encuentran las medias móviles. No obstante, para no limitar su estudio a un mercado poco desarrollado como el local, se revisaron otros trabajos en los que se estudiaron su eficacia en otros mercados y en diferentes activos como los *ETF*. Aun así, el resultado no fue muy alentador, pues Huang y Huang (2020) concluyeron que, aunque las medias móviles implementadas en estrategias de *trading* son exitosas, queda en duda si son prácticas cuando las utilizan inversionistas individuales y no profesionales, conocidos también como inversionistas *retail*. Su estudio encontró que su implementación puede traer beneficios, pero no mejores que la clásica estrategia de *buy-and-hold*.

Otro indicador menos común, pero clave para el presente trabajo, es el rango verdadero promedio o *average true range* (ATR). Se trata de una medida que indica cuánto tiende a moverse en promedio un activo, o el precio de un activo para nuestro caso (Clenow, 2015, p.

90). En términos simples, mide la volatilidad de un activo durante un periodo determinado. La estrategia descrita por Clenow en su libro, y en la cual se basa este trabajo, es tomar este indicador como complemento para su desarrollo, mas no como un indicador en solitario. Sin embargo, en otros trabajos, como el de Cohen (2022), se destaca el ATR como protagonista en el desarrollo y el estudio de sistemas de *trading* enfocados en las criptomonedas. Su resultado, al parecer, fue positivo, pues lograron demostrar que los sistemas basados en este indicador pueden predecir tendencias en los precios de algunas criptomonedas.

Estrategias de inversión

Clenow (2015, p. 59) describe en su libro *Stocks on the move* el efecto *momentum*: cuando el precio de una acción ha subido por un tiempo, la probabilidad de que continúe subiendo es mayor que la de un cambio de tendencia. Y cuando el precio de una acción está subiendo más rápido que el de otras, es muy probable que continúe subiendo más rápido que el resto.

Este efecto ha sido la base para la aplicación de estrategias de inversión que, contrario a la estrategia de valor, buscan seleccionar activos que hayan tenido una reciente valorización de precio con relación al índice o grupo de referencia. Además, esta estrategia en particular no depende de otros indicadores financieros de valoración como el *price to earnings* (P/E), el *enterprise value to EBITDA* (EV/EBITDA), el *price to book* (P/B) o el *dividend yield* (D/P), entre otros. Su enfoque se centra principalmente en el desempeño reciente del precio de la acción.

Ahora, sin cambiar su enfoque, pueden existir diferentes criterios que definen la selección de activos para una estrategia de *momentum* sin dejar a un lado la posibilidad de ser rentables. La razón puede ser que existen diferentes interpretaciones o explicaciones sobre el efecto *momentum*. Huang (2022) menciona que existe un número de estudios con base en teorías de

behavioral que explican por qué son, en promedio, estrategias rentables. Jegadeesh y Titman (1993), en su artículo titulado “Returns to buying winners and selling losers: Implications for stock market efficiency”, refuerzan la idea de la rentabilidad, pues documentan que las estrategias que invitan a comprar acciones que han tenido un buen desempeño reciente y vender aquellas que no pueden generar retornos interesantes entre 3 y 12 meses. Du (2008) concluye también, desde un punto de vista empírico, que las estrategias de *momentum* en los mercados internacionales pueden ser rentables aun luego de realizar ajustes relacionados con el riesgo y los costos transaccionales.

Entre las medidas o los criterios de *momentum* aplicados para el manejo de selección de activos se puede encontrar indicadores que hacen parte del análisis técnico que se mencionó anteriormente. La estrategia que se quiere diseñar y simular, basada en el libro de Andreas F. Clenow *Stocks on the move*, toma la media móvil simple como pieza clave. Sin embargo, según Hernán y Diego (2009), la evidencia empírica de su investigación “respalda el supuesto de que es imposible obtener beneficios económicos significativos y estadísticamente robustos al implementar estrategias de inversión basadas en diez reglas técnicas en acciones colombianas”, entre las cuales se encuentra la media móvil.

Finalmente, cada estrategia está abierta a modificaciones y variaciones según quién y dónde la implemente. Como se observó anteriormente, desde el *behavioral and finance* hasta el análisis técnico pueden influir en su aplicación y sus resultados, aun suponiendo la existencia de más. A medida que se avanza en la investigación, se espera que la combinación de la teoría del *momentum*, la comprensión del mercado colombiano y la evaluación empírica brinden información valiosa sobre la viabilidad y el impacto potencial de esta estrategia en el contexto local.

Información y parámetros de la estrategia

Momentum

El efecto *momentum* en los precios de las acciones se evaluará mediante un criterio que se denominará *pendiente ajustada*. Para ello, se realizarán cálculos previos que involucran la pendiente de la regresión exponencial anualizada y el coeficiente de determinación R^2 . La elección de estos elementos se fundamenta en que, por un lado, la pendiente proporciona la dirección del precio, y por otro lado, el R^2 mide la calidad de la dirección.

Con la pendiente, se puede evaluar el efecto *momentum* de los precios. Para una mejor interpretación, se anualiza la pendiente. Así, se tiene una estimación teórica de cuánto podría ganar la acción en un año si mantiene la misma tendencia (Clenow, 2015, p. 72). Un valor de pendiente más alto indica un mayor *momentum* en la acción. Ahora, en cuanto a su estimación, se usó la regresión exponencial y no lineal con el fin de tener una mejor interpretación de los datos. Es decir, tener cambios porcentuales promedio diarios en lugar de cambios en unidades, como lo haría una regresión lineal (Clenow, 2015, p. 72).

Para la segunda parte del cálculo de la pendiente ajustada se toma el coeficiente de determinación o R^2 . Según Taylor (Corporate Finance Institute, s. f.), es una medida estadística en un modelo de regresión que indica la proporción de variación en la variable dependiente explicada por la variable independiente. En términos prácticos, ayuda a evaluar la calidad de la regresión y, en el contexto del presente trabajo, a entender la volatilidad de los movimientos de las acciones. Un R^2 más alto sugiere una menor volatilidad. La meta es lograr un buen *momentum* (una pendiente alta) con baja volatilidad (R^2 alto). Para alcanzar esto, se calcula la pendiente ajustada multiplicando la pendiente exponencial anualizada por el coeficiente de determinación R^2 .

Tabla demostrativa del cálculo de pendiente ajustada para la acción ordinaria de Bancolombia:

| # Días | Fecha | Precio | LN (Precio) | Pendiente Exponencial | Pendiente Exp. Anualizada | R ² | Pendiente Ajustada |
|--------|-----------|-----------|-------------|-----------------------|---------------------------|----------------|--------------------|
| 87 | 12-dic-23 | 30,382.36 | 10.32 | | | | |
| 88 | 13-dic-23 | 31,121.49 | 10.35 | | | | |
| 89 | 14-dic-23 | 31,024.24 | 10.34 | | | | |
| 90 | 15-dic-23 | 30,926.98 | 10.34 | 0.000888 | 24.84% | 0.26 | 0.06 |
| 91 | 18-dic-23 | 31,607.76 | 10.36 | 0.000969 | 27.42% | 0.30 | 0.08 |
| 92 | 19-dic-23 | 31,102.04 | 10.35 | 0.001012 | 28.79% | 0.32 | 0.09 |
| 93 | 20-dic-23 | 30,926.98 | 10.34 | 0.001056 | 30.21% | 0.35 | 0.10 |
| 94 | 21-dic-23 | 31,413.25 | 10.35 | 0.001108 | 31.90% | 0.37 | 0.12 |
| 95 | 22-dic-23 | 31,316.00 | 10.35 | 0.001146 | 33.18% | 0.39 | 0.13 |
| 96 | 25-dic-23 | 31,316.00 | 10.35 | 0.001184 | 34.44% | 0.41 | 0.14 |
| 97 | 26-dic-23 | 32,300.00 | 10.38 | 0.001204 | 35.11% | 0.41 | 0.14 |
| 98 | 27-dic-23 | 32,900.00 | 10.40 | 0.001238 | 36.27% | 0.42 | 0.15 |
| 99 | 28-dic-23 | 33,200.00 | 10.41 | 0.001277 | 37.62% | 0.43 | 0.16 |
| 100 | 29-dic-23 | 33,200.00 | 10.41 | 0.001301 | 38.43% | 0.43 | 0.17 |

Figura 1. Cálculo de la pendiente ajustada

Fuente: Elaboración propia.

En la demostración de la figura 1 se estima la pendiente ajustada en cuatro pasos. En primer lugar, se aplica la función LN para transformar la serie de precios con el fin de calcular, posteriormente, la pendiente exponencial con la función PENDIENTE, tomando los últimos 90 días. En segundo lugar, se aplica la función EXP para expresar los datos en términos porcentuales y luego con la función POTENCIA se eleva para anualizar la pendiente. Para la demostración se anualizó por 250 días de operación de mercado. En tercer lugar, con la función COEFICIENTE.R2 se calcula el R² de la serie. Y en cuarto y último lugar, se multiplica R² por la pendiente anualizada para obtener la pendiente ajustada. Este va a ser el dato con el cual se va a ordenar de mayor a menor el *ranking* de *momentum*.

Datos

Las acciones que se van a considerar en el presente estudio son aquellas que formaron parte de la cartera del MSCI COLCAP durante el año 2023. En total son 25 acciones que representan

20 emisores. Esto se debe a que algunos emisores tienen un listado de acciones preferenciales, además de las ordinarias.

En la figura 2 se exponen las acciones que se van a tener en cuenta para la implementación de la estrategia.

| Emisor | Ticker | Industria |
|---|---------------|--------------------|
| BANCOLOMBIA S.A. | BCOLOMBIA | Financiero |
| BANCO DE BOGOTA S.A. | BOGOTA | Financiero |
| BOLSA DE VALORES DE COLOMBIA S.A. | BVC | Financiero |
| CELSIA S.A. | CELSIA | Servicios Publicos |
| CEMENTOS ARGOS S.A. | CEMARGOS | Industria |
| CANACOL ENERGY LTD | CNEC | Petroleo y Gas |
| CORPORACION FINANCIERA COLOMBIANA S.A. | CORFICOLCF | Financiero |
| ECOPETROL S.A. | ECOPETROL | Petroleo y Gas |
| EMPRESA DE TELECOMUNICACIONES DE BOGOTA S.A. E.S.P. | ETB | Telecomunicaciones |
| GRUPO ENERGIA BOGOTA S.A. E.S.P. | GEB | Servicios Publicos |
| GRUPO BOLIVAR S.A. | GRUBOLIVAR | Financiero |
| GRUPO ARGOS S.A. | GRUPOARGOS | Industria |
| GRUPO INVERSIONES SURAMERICANA | GRUPOSURA | Financiero |
| INTERCONEXION ELECTRICA S.A. E.S.P. | ISA | Servicios Publicos |
| MINEROS S.A. | MINEROS | Materiales Basicos |
| GRUPO NUTRESA S.A. | NUTRESA | Bienes de Consumo |
| GRUPO AVAL ACCIONES Y VALORES S.A. | PFAVAL | Financiero |
| BANCOLOMBIA S.A. | PFBCOLOM | Financiero |
| CEMENTOS ARGOS S.A. | PFCEMARGOS | Industria |
| CORPORACION FINANCIERA COLOMBIANA S.A. | PFCORFICOL | Financiero |
| BANCO DAVIVIENDA S.A. | PFDVVNDA | Financiero |
| GRUPO ARGOS S.A. | PFGRUPOARG | Industria |
| GRUPO INVERSIONES SURAMERICANA | PFGRUPSURA | Financiero |
| PROMIGAS S.A. E.S.P. | PROMIGAS | Servicios Publicos |
| ORGANIZACION TERPEL S.A. | TERPEL | Petroleo y Gas |

Figura 2. Canasta de acciones
Fuente: Elaboración propia.

Los precios de las acciones son el principal insumo para el desarrollo de la estrategia. Ahora, con el propósito de tener un resultado completo, los dividendos van a ser incluidos y por ende los precios con los que se va a trabajar son precios ajustados. Así, se va a tener en cuenta el rendimiento total y no únicamente la valorización de los títulos.

Los precios ajustados de cierre diario se obtendrán en la librería de *yfinance*, a través de Python. La información va a correr desde el 4 de enero del 2023 hasta el 27 de diciembre del 2023, con lo cual se cierra prácticamente un año para su evaluación.

Para ser justo con la medición frente a MSCI COLCAP, se van a tener en cuenta todas las entradas y salidas de acciones en la canasta, la cual puede incorporar al menos 25 acciones y 20 emisores de acuerdo con la capitalización bursátil ajustada por el capital flotante, la liquidez y criterios de inversión internacionales (MSCI). La actualización de su cartera se lleva a cabo anualmente, tras el cierre del mercado en el último día hábil de noviembre. Esta cartera se mantiene activa desde el primer día hábil de diciembre del mismo año hasta el último día hábil de noviembre del siguiente año. Además, el índice se ajusta trimestralmente para reflejar con precisión la ponderación de sus componentes (Bolsa de Valores de Colombia, s. f.). La información de las canastas se obtiene en la página web de la Bolsa de Valores de Colombia.

Por último, con el fin de realizar la simulación más cercana a la realidad, se va a tomar el ETF ICOLCAP de BlackRock como referencia, pues este activo tiene como objetivo replicar el índice MSCI COLCAP, y a su vez es transable. Sin embargo, al igual que otros fondos o ETF indexados, el ICOLCAP tiene un *tracking error*. Este concepto hace referencia a la divergencia que existe entre el precio del fondo o ETF, y el *benchmark* (Chen, 2020). Para tener una idea visual, en la figura 2 se puede apreciar la divergencia entre el ICOLCAP y MSCI COLCAP desde el lanzamiento del ETF.

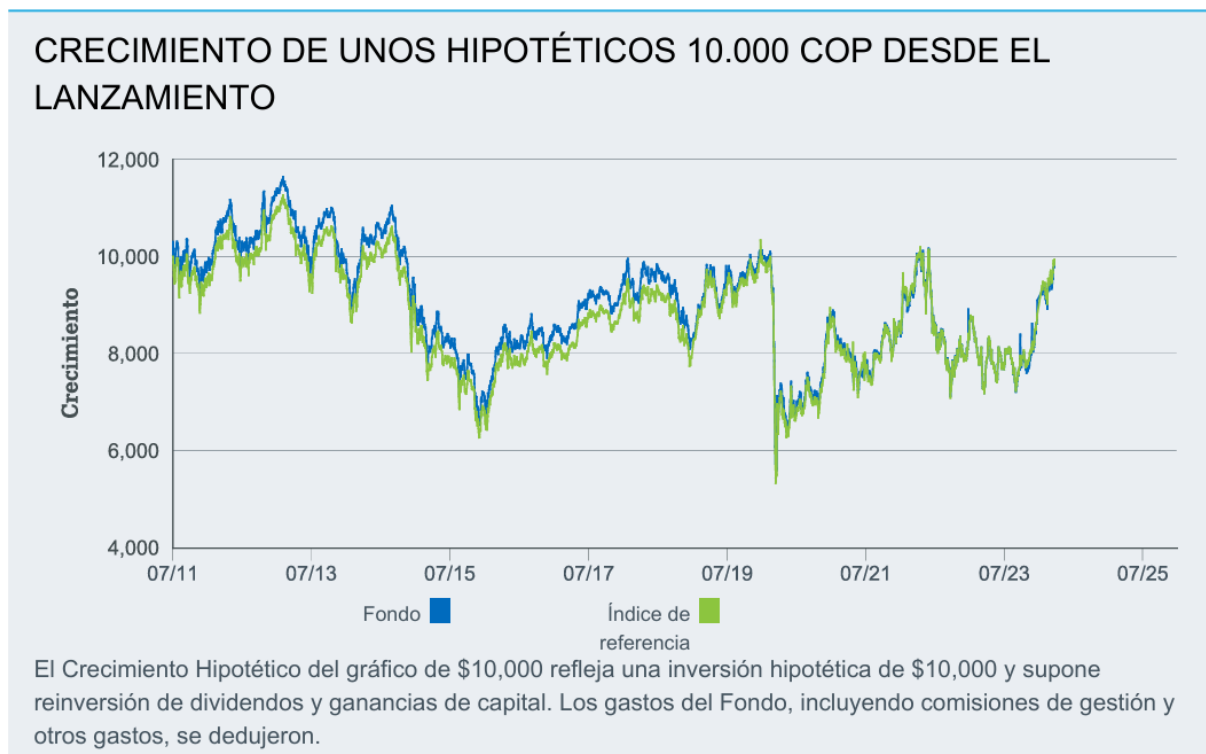


Figura 3. MSCI COLCAP vs. ETF ICOLCAP
Fuente: BlackRock.

De acuerdo con la información de la figura 3, tomada del *fact sheet* del ETF de BlackRock, para el 2023 la rentabilidad del índice de referencia fue de 4,88 % y la del ICOLCAP fue de 4,52 %. Una diferencia de 0,36 %.

Fórmulas e indicadores

Luego de calcular la pendiente ajustada, el indicador de *momentum*, basado en datos de los últimos 90 días, se procede a establecer los indicadores clave para la toma de decisiones de compra y venta de acciones. Además, se realiza el cálculo específico para determinar la cantidad de acciones a comprar, y con ello el peso porcentual objetivo al que nombraremos *target*.

En relación con los indicadores, se utilizan la media móvil simple para cada acción y el ICOLCAP. Para las acciones, se calcula la media móvil basada en los últimos cien días y se determina si el precio actual es igual o superior a ella. Para el ICOLCAP, se toman los últimos doscientos días y se hace la misma evaluación. Por último, también se indica si ha existido un movimiento superior o igual al 15 % en los últimos noventa días por acción.

Ahora, antes de aplicar la fórmula con la que se van a estimar la cantidad de acciones a comprar y el peso porcentual objetivo por acción, se deben considerar tres factores:

- Valor del portafolio actual: El valor inicial va a ser de \$500.000.000,00 COP.
- Factor de riesgo: Medida arbitraria que determinará el impacto en el portafolio por acción. Para el estudio, va a ser de 0,1 %.
- ATR o *average true range*: Medida de volatilidad de la acción. Básicamente, es el promedio del movimiento de la acción diario en los últimos 20 días, para nuestro ejercicio.

Con estos tres datos se calcula la cantidad de acciones a comprar por acción mediante la fórmula:

$$\text{Cantidad de acciones} = \frac{\text{Valor portafolio actual} \times 0,001}{ATR}$$

Finalmente, con la cantidad de acciones se determina el peso objetivo de la posición, dividiendo el producto entre cantidad y precio, por el valor actual del portafolio.

Reglas

Las siguientes reglas son definidas con base en libro de Andreas F. Clenow *Stocks on the Move*. Algunas de ellas van a ser modificadas con el fin de adaptarlas al mercado local.

1. Operación una vez a la semana: Solo los miércoles se van a realizar cambios en el portafolio.
2. Portafolio inicial: El primer miércoles del año empieza la construcción del portafolio inicial comprando desde la primera acción en el *ranking* hasta la última, o hasta que la cuenta se quede sin dinero, siempre y cuando cumplan con cada criterio.
 - a. Criterios de compras:
 - i. El precio ajustado de cierre de la acción debe ser superior o igual a su media móvil de cien días.
 - ii. La acción no debe haber tenido un movimiento superior o igual al 15 %, teniendo en cuenta los últimos noventa días.
 - iii. El precio ajustado de cierre del ETF ICOLCAP debe estar igual o por encima de su media móvil de doscientos días.
 - b. Precio y cantidad:
 - i. La estrategia supone que las compras y las ventas se realicen con el precio de cierre ajustado del día.
 - ii. La cantidad de compra va a estar determinada por nuestra fórmula

$$Cantidad\ de\ acciones = \frac{Valor\ portafolio\ actual \times 0.001}{ATR} . \text{ Si el saldo}$$

disponible no alcanza a cubrir la compra de acciones determinada por la fórmula anterior, se compran las que alcance.

- iii. La cantidad de venta por acción va a estar determinada por el número de acciones que tengamos en el portafolio en el momento.
3. Rebalanceo del portafolio semanal: Cada miércoles, la lista de acciones va a ser actualizada de acuerdo con el indicador de *momentum* para revisar qué acciones se mantienen, se venden o se compran.
 - a. Se vende la acción que tengamos en el portafolio y deje de cumplir con uno de los dos indicadores de compra, exceptuando el tercer criterio de compra relacionado con el ETF ICOLCAP y su media móvil de doscientos días.
 - b. Si hay dinero disponible, se compran aquellas acciones que no se tenían en el portafolio, siempre y cuando cumplan con los criterios, comenzando por la primera de la lista, hasta llegar a la última o hasta quedarnos sin dinero disponible.
 4. Rebalanceo de posiciones quincenales: Cada segundo miércoles, luego de revisar si hay que ejecutar ventas y antes de comprar, se procede a ajustar las posiciones actuales de acuerdo con el valor de exposición objetivo definido por el *target*. Se ajustan las posiciones si la diferencia absoluta entre el valor de la posición actual y el *target* es superior o igual al 5 %.

Y así sucesivamente cada semana.

Metodología

Se empieza creando la base de datos, importando la información de *yfinance* y generando una tabla en Excel con los cálculos necesarios para crear el *ranking* de *momentum* de cada miércoles del año 2023.

Posteriormente, se procede a elaborar el *ranking* basado en la información extraída de la base de datos. El *ranking* se organiza cronológicamente y se clasifica según la pendiente ajustada, el indicador de *momentum*. Este incluye toda la información necesaria para realizar la toma de decisiones de compra o venta. Es importante mencionar que al final se agregará el indicador correspondiente al ETF ICOLCAP.

En la figura 4 se puede observar cómo quedaría el *ranking*. Para los criterios de compra 1 y 2, se marca 1 si se cumplen y 0 si no se cumplen.

| Date | Clasificación | Fecha | Ticker | Close | Adj Close | Momentum | Log Adj Close | ATR | Above or Equal SMA 100 | Above 15pct daily |
|------------|---------------|-------|------------|---------------|--------------|--------------|---------------|-------------|------------------------|-------------------|
| 2023-01-04 | 1 | 1 | 2023-01-04 | BCOLOMBIA.CL | 42000.000000 | 36588.652344 | 1.354571 | 1110.595454 | 1 | 0 |
| | 2 | 2 | 2023-01-04 | GRUBOLIVAR.CL | 61007.121094 | 57789.324219 | 1.151741 | 957.433500 | 1 | 0 |
| | 3 | 3 | 2023-01-04 | ISA.CL | 21320.000000 | 20239.375000 | 0.391041 | 794.208586 | 1 | 0 |
| | 4 | 4 | 2023-01-04 | PFBCOLOM.CL | 34200.000000 | 29281.712891 | 0.255385 | 796.622524 | 1 | 0 |
| | 5 | 5 | 2023-01-04 | NUTRESA.CL | 41461.527344 | 40438.300781 | 0.227021 | 1723.531478 | 1 | 1 |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| 2023-12-27 | 21 | 21 | 2023-12-27 | GRUPOSURA.CL | 29700.000000 | 29700.000000 | -0.004653 | 712.571532 | 0 | 0 |
| | 22 | 22 | 2023-12-27 | PFDAVNDA.CL | 18960.000000 | 18960.000000 | -0.008885 | 393.473917 | 1 | 0 |
| | 23 | 23 | 2023-12-27 | PFAVAL.CL | 474.000000 | 465.007660 | -0.055744 | 9.718107 | 1 | 0 |
| | 24 | 24 | 2023-12-27 | MINEROS.CL | 1820.000000 | 1819.978638 | -0.146351 | 31.385427 | 1 | 0 |
| | 25 | 25 | 2023-12-27 | CNEC.CL | 20900.000000 | 20899.740234 | -0.721199 | 496.474065 | 0 | 0 |

1300 rows × 9 columns

Figura 4. *Ranking* de *momentum*

Fuente: Elaboración propia.

Por último, tomando la información del *ranking*, se hacen los cálculos restantes para realizar la simulación del portafolio. Estos incluyen la cantidad de acciones a comprar, el peso porcentual objetivo, el peso porcentual actual, los valores de compra y venta, el saldo disponible de inversión, el valor total del portafolio a la fecha, entre otros.

| Clasificación | Fecha | Ticker | Close | Adj Close | Momentu m Log Adj Close | ATR | Above or Equal SMA 100 | Above 15pct daily | Index Filter | Shares | Target |
|---------------|-----------|----------------|-----------|-----------|-------------------------------|----------|------------------------------|----------------------|--------------|------------|--------|
| 1 | 4/01/2023 | BCOLOMBIA.CL | 42,000.00 | 36,588.65 | 1.35 | 1,110.60 | 1.00 | - | - | 450.00 | 3.29% |
| 2 | 4/01/2023 | GRUBOLIVAR.CL | 61,007.12 | 57,789.32 | 1.15 | 957.43 | 1.00 | - | - | 522.00 | 6.03% |
| 3 | 4/01/2023 | ISA.CL | 21,320.00 | 20,239.38 | 0.39 | 794.21 | 1.00 | - | - | 630.00 | 2.55% |
| 4 | 4/01/2023 | PFCOLOM.CL | 34,200.00 | 29,281.71 | 0.26 | 796.62 | 1.00 | - | - | 628.00 | 3.68% |
| 5 | 4/01/2023 | NUTRESA.CL | 41,461.53 | 40,438.30 | 0.23 | 1,723.53 | 1.00 | 1.00 | - | 290.00 | 2.35% |
| 6 | 4/01/2023 | GRUPOSURA.CL | 40,460.00 | 38,935.21 | 0.11 | 1,299.34 | 1.00 | - | - | 385.00 | 3.00% |
| 7 | 4/01/2023 | PFCEMARGOS.CL | 2,574.93 | 2,205.92 | 0.02 | 55.85 | 1.00 | - | - | 8,952.00 | 3.95% |
| 8 | 4/01/2023 | CEMARGOS.CL | 3,659.00 | 3,258.72 | 0.01 | 106.85 | 1.00 | - | - | 4,679.00 | 3.05% |
| 9 | 4/01/2023 | ECOPETROL.CL | 2,415.00 | 2,277.39 | 0.01 | 76.78 | 1.00 | - | - | 6,512.00 | 2.97% |
| 10 | 4/01/2023 | BOGOTA.CL | 39,276.63 | 34,813.09 | 0.01 | 1,057.79 | 1.00 | - | - | 473.00 | 3.29% |
| 11 | 4/01/2023 | PROMIGAS.CL | 4,600.00 | 4,112.45 | 0.00 | 79.78 | 1.00 | - | - | 6,267.00 | 5.15% |
| 12 | 4/01/2023 | PFGRUPOARG.CL | 6,142.60 | 5,559.71 | (0.00) | 169.26 | 1.00 | - | - | 2,954.00 | 3.28% |
| 13 | 4/01/2023 | TERPEL.CL | 8,050.00 | 6,470.93 | (0.01) | 99.90 | 1.00 | - | - | 5,005.00 | 6.48% |
| 14 | 4/01/2023 | CNEC.CL | 35,975.00 | 35,973.76 | (0.01) | 887.84 | - | - | - | 563.00 | 4.05% |
| 15 | 4/01/2023 | MINEROS.CL | 1,949.00 | 1,948.91 | (0.01) | 40.28 | 1.00 | - | - | 12,412.00 | 4.84% |
| 16 | 4/01/2023 | PFGROUPSURA.CL | 12,800.00 | 11,505.25 | (0.02) | 303.12 | - | - | - | 1,650.00 | 3.80% |
| 17 | 4/01/2023 | GRUPOARGOS.CL | 9,330.00 | 8,717.73 | (0.03) | 274.31 | - | - | - | 1,823.00 | 3.18% |
| 18 | 4/01/2023 | GEB.CL | 1,710.00 | 1,517.38 | (0.04) | 42.51 | - | - | - | 11,763.00 | 3.57% |
| 19 | 4/01/2023 | CELSIA.CL | 2,790.00 | 2,507.86 | (0.11) | 62.67 | - | - | - | 7,979.00 | 4.00% |
| 20 | 4/01/2023 | BVC.CL | 6,900.00 | 6,339.66 | (0.14) | 94.20 | - | - | - | 5,308.00 | 6.73% |
| 21 | 4/01/2023 | PFDVVNDA.CL | 27,210.00 | 25,880.46 | (0.20) | 630.52 | - | - | - | 793.00 | 4.10% |
| 22 | 4/01/2023 | PFAVAL.CL | 579.00 | 528.09 | (0.20) | 17.18 | - | - | - | 29,111.00 | 3.07% |
| 23 | 4/01/2023 | PFCORFICOL.CL | 13,250.00 | 11,754.81 | (0.30) | 184.61 | - | - | - | 2,708.00 | 6.37% |
| 24 | 4/01/2023 | CORFICOLCF.CL | 15,300.00 | 13,717.81 | (0.31) | 384.06 | - | - | - | 1,302.00 | 3.57% |
| 25 | 4/01/2023 | ETB.CL | 109.91 | 109.91 | (0.39) | 3.39 | - | - | - | 147,374.00 | 3.24% |

Figura 5. Cantidad de acciones a comprar y *target* para el primer día de operación

Fuente: Elaboración propia.

Por ejemplo, tomando la información del primer día de operación (figura 5), el cálculo para determinar la cantidad de acciones a comprar y el peso porcentual objetivo se realiza de la siguiente manera:

1. Se ordenan de mayor a menor las 25 acciones de acuerdo con el indicador de *momentum*.

En la figura 5 se observa que las acciones de Bancolombia (ordinarias), Grupo Bolívar e ISA conforman las primeras tres en el *ranking* inicial.

2. Se calcula la cantidad de acciones a comprar.

Tomando como ejemplo la acción de Bancolombia ordinaria e implementando la fórmula basada en el ATR para estimar la cantidad de acciones a comprar, se encuentra que el número de acciones a comprar para BCOLOMBIA es de 450,21. Ahora, como no se pueden comprar fracciones de acciones, redondeamos el número en el valor entero más cercano, en este caso 450.

$$\text{Cantidad de acciones} = \mathbf{450,21} = 500.000.000 \times 0,001 \div 1.110,60$$

3. Se calcula el peso objetivo de cada acción en el portafolio de acuerdo con la cantidad de acciones a comprar.

Se multiplica la cantidad por el valor de cierre ajustado que para el caso de BCOLOMBIA es de 36.588,65. Posteriormente, el valor resultante se divide entre el valor actual del portafolio, que equivale al capital inicial, dado que nos encontramos en la fecha inicial.

$$\text{Target} = \mathbf{3,29\%} = 450 \times 36.588,65 \div 500.000.000,00$$

Siguiendo el ejemplo presentado en la figura 5 y tras efectuar los cálculos recientes, procedemos a examinar cada una de las acciones listadas en el *ranking*, desde la primera hasta la última, con el fin de determinar si alguna de ellas cumple con los criterios de compra establecidos. En este caso, hemos encontrado que ninguna acción satisface dichos criterios, dado que el precio del ICOLCAP se sitúa por debajo de su media móvil de doscientos días. No obstante, prescindiendo de este criterio, se identificarían como potenciales compras un total de trece acciones de las veinticinco evaluadas.

Para mayor claridad, a continuación se va a demostrar el proceso para la penúltima semana de operación en la que se realizaron compras y ventas:

| Clasificación | Ticker | Adj Close | Above or Equal SMA 100 | Above 15pct daily | Index Filter | Shares | Second Wednesday | Target | Current | Cantidad Inicial | Cantidad Compra | Valor Compra | Cantidad Venta | Valor Venta |
|---------------|----------------|-----------|------------------------|-------------------|--------------|------------|------------------|--------|---------|------------------|-----------------|---------------|----------------|---------------|
| 1 | PFCEMARGOS.CL | 4,404.49 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 5,556.00 | 1.00 | 4.84% | 0.00% | - | - | - | - | - |
| 2 | CEMARGOS.CL | 5,839.37 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 3,327.00 | 1.00 | 3.85% | 0.00% | - | - | - | - | - |
| 3 | PFGRUPOARG.CL | 7,763.38 | 1.00 | - | 1.00 | 2,793.00 | 1.00 | 4.29% | 4.35% | 2,829.00 | - | - | - | - |
| 4 | GRUPOARGOS.CL | 11,573.39 | 1.00 | - | 1.00 | 1,467.00 | 1.00 | 3.36% | 3.80% | 1,660.00 | - | - | - | - |
| 5 | BVC.CL | 11,580.00 | 1.00 | - | 1.00 | 4,820.00 | 1.00 | 11.05% | 8.46% | 3,692.00 | - | - | - | - |
| 6 | GEB.CL | 1,875.00 | 1.00 | - | 1.00 | 11,674.00 | 1.00 | 4.33% | 4.80% | 12,937.00 | - | - | - | - |
| 7 | PFBCOLOM.CL | 27,246.73 | 1.00 | - | 1.00 | 1,073.00 | 1.00 | 5.79% | 6.31% | 1,170.00 | - | - | - | - |
| 8 | CELSIA.CL | 2,800.34 | 1.00 | - | 1.00 | 6,976.00 | 1.00 | 3.87% | 4.35% | 7,840.00 | - | - | - | - |
| 9 | BCOLOMBIA.CL | 30,118.12 | 1.00 | - | 1.00 | 656.00 | 1.00 | 3.91% | 3.77% | 632.00 | - | - | - | - |
| 10 | ECOPETROL.CL | 2,297.46 | - | - | 1.00 | 8,009.00 | 1.00 | 3.64% | 4.10% | 9,006.00 | - | - | 9,006.00 | 20,690,955.19 |
| 11 | PFGROUPSURA.CL | 12,805.28 | 1.00 | - | 1.00 | 1,945.00 | 1.00 | 4.93% | 5.97% | 2,355.00 | - | - | - | - |
| 12 | TERPEL.CL | 6,744.90 | 1.00 | - | 1.00 | 4,969.00 | 1.00 | 6.64% | 7.87% | 5,894.00 | - | - | - | - |
| 13 | ISA.CL | 14,840.00 | 1.00 | - | 1.00 | 1,610.00 | 1.00 | 4.73% | 4.91% | 1,672.00 | - | - | - | - |
| 14 | NUTRESA.CL | 45,461.18 | - | - | 1.00 | 596.00 | 1.00 | 5.36% | 0.00% | - | - | - | - | - |
| 15 | CORFICOLCF.CL | 12,820.00 | 1.00 | - | 1.00 | 1,723.00 | 1.00 | 4.37% | 0.00% | - | 1,723.00 | 22,088,860.00 | - | - |
| 16 | GRUPOSURA.CL | 28,690.67 | - | - | 1.00 | 620.00 | 1.00 | 3.52% | 0.00% | - | - | - | - | - |
| 17 | PFCORFICOL.CL | 10,700.00 | - | - | 1.00 | 3,282.00 | 1.00 | 6.95% | 0.00% | - | - | - | - | - |
| 18 | ETB.CL | 87.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 535,286.00 | 1.00 | 9.22% | 0.00% | - | - | - | - | - |
| 19 | PROMIGAS.CL | 4,250.00 | 1.00 | - | 1.00 | 11,957.00 | 1.00 | 10.06% | 0.00% | - | 11,957.00 | 50,817,250.00 | - | - |
| 20 | BOGOTA.CL | 26,438.87 | 1.00 | - | 1.00 | 1,540.00 | 1.00 | 8.06% | 0.00% | - | 1,540.00 | 40,715,864.49 | - | - |
| 21 | GRUBOLIVAR.CL | 59,205.65 | 1.00 | - | 1.00 | 461.00 | 1.00 | 5.40% | 0.00% | - | 461.00 | 27,293,803.93 | - | - |
| 22 | PFAVAL.CL | 455.50 | 1.00 | - | 1.00 | 47,360.00 | 1.00 | 4.27% | 0.00% | - | 47,360.00 | 21,572,331.13 | - | - |
| 23 | PFDVVNDA.CL | 17,960.00 | 1.00 | - | 1.00 | 1,446.00 | 1.00 | 5.14% | 0.00% | - | 1,446.00 | 25,970,160.00 | - | - |
| 24 | MINEROS.CL | 1,764.98 | - | - | 1.00 | 17,421.00 | 1.00 | 6.09% | 0.00% | - | - | - | - | - |
| 25 | CNEC.CL | 18,519.77 | - | - | 1.00 | 1,087.00 | 1.00 | 3.99% | 0.00% | - | - | - | - | - |

Figura 6. *Ranking* del 20 de diciembre del 2023

Una vez actualizado el *ranking* para la fecha, el primer paso es verificar si alguna acción en el portafolio cumple con uno de los dos criterios de venta establecidos previamente. En este caso, el precio de la acción de Ecopetrol, para la fecha actual, no supera o iguala su media móvil de cien días, lo que indica realizar la venta del 100 % de la posición. En segundo lugar, se comprueba si es día de rebalanceo de las posiciones que para el caso actual se cumplen; por lo tanto, para cada acción se evalúa si la diferencia absoluta entre el peso porcentual actual y el peso porcentual objetivo excede o iguale el 5 %. En el escenario actual, ninguna acción cumple con este criterio, y por ende no se requiere realizar rebalanceo en las posiciones actuales. En tercer lugar, se verifica que el índice de referencia supere o iguale su media móvil de doscientos días, lo cual, en la fecha de evaluación, se cumple, permitiendo proceder con las compras. Luego, si existe dinero disponible para invertir, que para la fecha es de aproximadamente 209 millones, se inicia la compra de acciones que no se encuentran en el portafolio y que cumplen con los dos criterios de compra establecidos. Para el caso actual, se compran seis acciones por un valor total alrededor de 188 millones. Estas son CORFICOLCF, PROMIGAS, BOGOTA, GRUBOLIVAR, PFAVAL y PFDVVNDA. Las únicas cuyo precio es superior o igual a su media de cien días y que no han tenido un movimiento que exceda o iguale el 15 % en los

últimos noventa días. Finalmente, tras las operaciones recientes, queda un saldo disponible alrededor de 41 millones y un portafolio de acciones valorado al cierre alrededor de 464 millones. El valor total del portafolio al cierre del 20 de diciembre del 2023 es de aproximadamente 505 millones.

En la figura 6 se observa el *ranking* al 20 de diciembre del 2023 con los criterios de decisión y las operaciones realizadas.

La figura 7 refleja a través de un diagrama el orden de decisión para todos los miércoles.

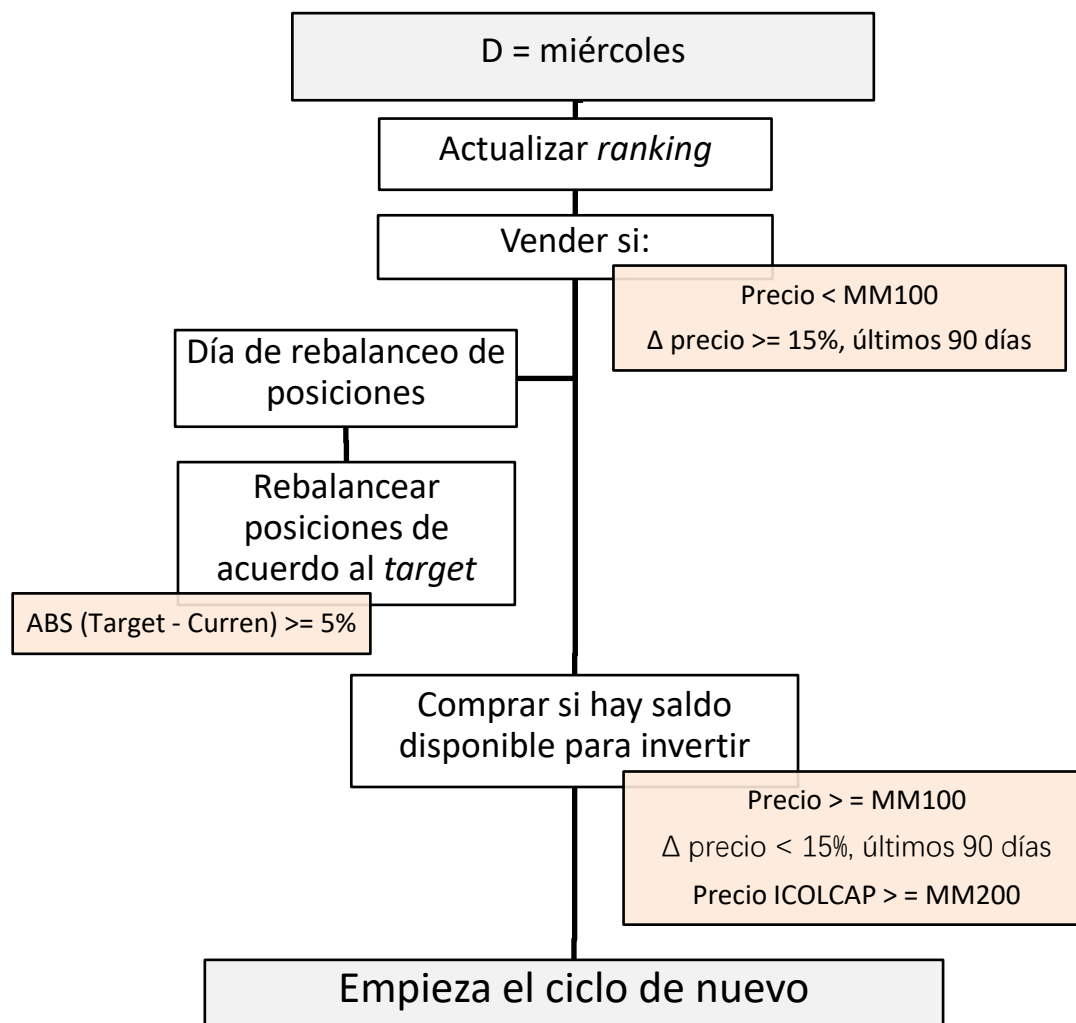


Figura 7. Diagrama de orden lógico

Fuente: Elaboración propia con base en el libro *Stocks on the move*, de Andreas F. Clenow.

Resultados

Es importante volver a mencionar que para efectos prácticos del ejercicio la estrategia supone que todos los precios a los que se compran y se venden las acciones son precios de cierre ajustados. A la vez, para mostrar un resultado más cercano a la realidad, la rentabilidad expresada se calcula luego de descontar una comisión por transacción de 0,2 % más IVA.

Para efectuar un análisis más detallado de la estrategia, se llevaron a cabo ejercicios de simulación utilizando parámetros diferentes a los propuestos en la estrategia original. Se evaluaron los resultados aplicando un factor de riesgo superior al 0,1 %. Además, se consideró

el impacto de variar la diferencia porcentual absoluta del 5 % que activa el rebalanceo de posiciones. Por último, se revisó el efecto de eliminar el criterio de compra basado en el índice, es decir, que no se tendrá en cuenta si el precio del ICOLCAP es superior o igual al valor de su media móvil de doscientos días.

Resultados con los parámetros originales

Evolución del portafolio e ICOLCAP con precios ajustados:

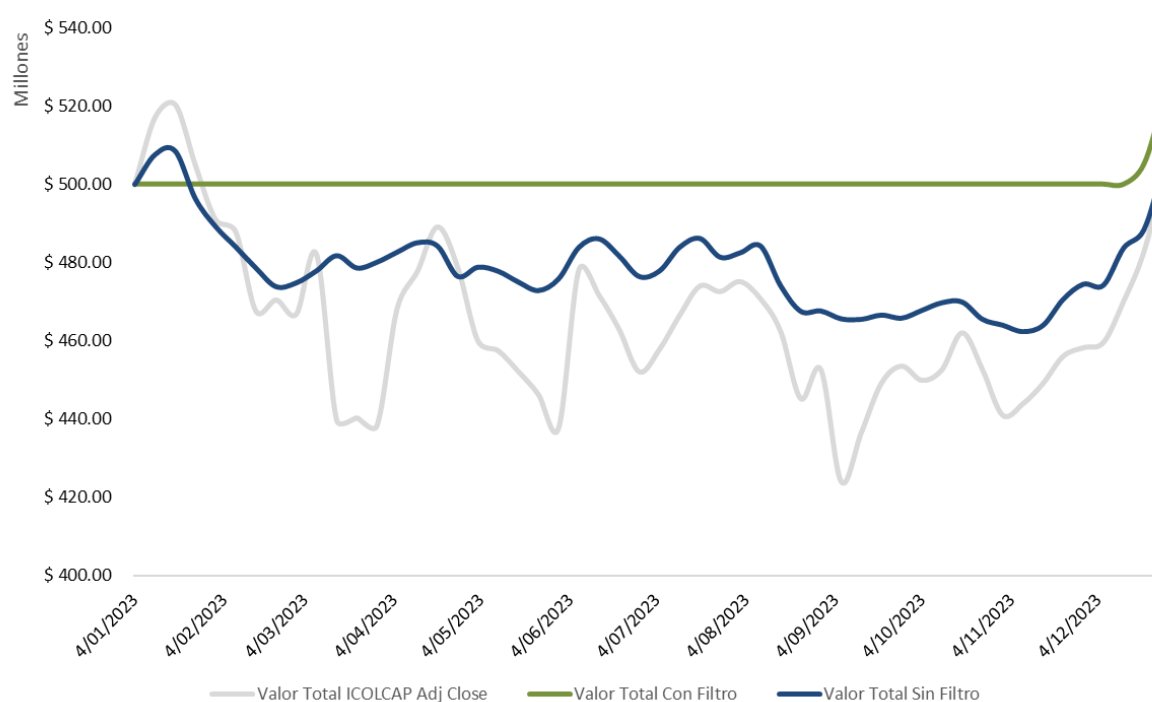


Figura 8. Desempeño de la estrategia vs. *benchmark*

Nota: valores sin tener en cuenta las comisiones.

Fuente: Elaboración propia.

Con un factor de riesgo del 0,1 %, un ATR de los últimos veinte días, la pendiente ajustada calculada con los últimos noventa días, y con rebalanceos de posiciones que superan o igualan la diferencia del 5 %, la estrategia de *momentum* logró un rendimiento neto superior al ICOLCAP por una diferencia de 372 puntos básicos. Es decir, cumplió con el objetivo de superar el índice de referencia durante el período de un año.

| | Estrategia de Momentum | ICOLCAP | α |
|------------------------------|-------------------------------|----------------|----------------------------|
| Rentabilidad | 3.97% | 0.25% | 3.72% |
| Volatilidad | 3.34% | 21.45% | |
| Maximum Drawdown | -4.13% | -18.53% | |
| Relación Rend. Riesgo | 1.19 | 0.01 | |

Figura 9. Resultados de la estrategia vs. *benchmark*

Nota: Los cálculos fueron realizados con rendimientos continuos.

Fuente: Elaboración propia.

En una evaluación más completa, para el cuadro de la figura 9, se calculó la volatilidad anual mediante la desviación estándar, el *maximum drawdown*,¹ la relación rendimiento-riesgo y el alfa. Este último elemento se refiere al rendimiento en exceso de la estrategia en comparación con el *benchmark*.

Se observa que, además de generar alfa, la estrategia exhibió menor volatilidad, lo que se traduce en una relación rendimiento-riesgo más favorable.

En la figura 8 se presentan el desempeño de la estrategia original y la estrategia sin el filtro del índice, comparadas con el ICOLCAP, sin considerar comisiones. Esta presentación visual permite analizar el comportamiento bruto de cada serie a lo largo del año. Se observa que los momentos de mayor generación de alfa coinciden con caídas significativas del *benchmark*. Por ejemplo, al cierre de marzo, la serie de la estrategia sin filtro (valor total sin filtro) supera al ICOLCAP en un ~ 9 % en términos acumulativos. Este escenario se repite de manera similar en fechas como el 31 de mayo y el 6 de septiembre. Por ende, se podría inferir que el rebalanceo de posiciones y los criterios de compra y venta, especialmente aquellos basados en la media móvil, actuaron como defensa en los escenarios más desfavorables.

Además, es importante resaltar el efecto que generó el filtro del ICOLCAP en el desempeño de la estrategia. Durante las cincuenta y dos semanas del año, solo dos el filtro permitió realizar operaciones. Este hecho se refleja en la figura 8, donde se puede apreciar que la estrategia

¹ Indicador de riesgo a la baja para un periodo determinado (Hayes, 2024).

(valor total con filtro) permaneció constante durante la mayor parte del tiempo. Esta situación se explica por el bajo desempeño que tuvo el ICOLCAP durante el año del ejercicio, dado que en tan solo cuatro semanas su precio ajustado superó el precio inicial. Tres semanas al comienzo y en la última.

Resultados de la estrategia sensibilizada

Resultados con un factor de riesgo de 0,5 %

| | Estrategia de Momentum | ICOLCAP | α |
|------------------------------|-------------------------------|----------------|----------------------------|
| Rentabilidad | 1.38% | 0.25% | 1.13% |
| Volatilidad | 2.57% | 21.45% | |
| Maximum Drawdown | -2.41% | -18.53% | |
| Relación Rend. Riesgo | 0.54 | 0.01 | |

Figura 10. Resultados de la estrategia con factor de riesgo de 0,5 % vs. *benchmark*

Nota: Los cálculos fueron realizados con rendimientos continuos.

Fuente: Elaboración propia.

Cabe recordar que el factor de riesgo original del 0,1 % fue determinado siguiendo la estrategia propuesta por Clenow en su libro *Stocks on the move: Beating the market with hedge fund momentum strategies* (2015). Este factor, como lo menciona el autor en su libro, es arbitrario, es decir que no existe un determinante en específico que establezca que debe ser 0,1 %. El valor puede variar dependiendo del nivel de riesgo que el inversionista quiera exponer por activo. Es decir, entre más alto el valor, más concentrado va a estar el portafolio en una posición.

En línea con lo anterior, al incrementar el factor de riesgo, aumenta la cantidad de acciones a comprar por activo y, por lo tanto, el peso porcentual de cada acción en el portafolio. Esto se traduce en una menor diversificación, ya que con posiciones más grandes el portafolio deja de tener espacio para nuevas adquisiciones.

En nuestra evaluación y frente a los resultados originales la rentabilidad de la estrategia disminuye, al igual que la volatilidad. Sin embargo, la volatilidad no disminuye lo suficiente para mejorar, en última instancia, la relación rendimiento-riesgo. Aun así, la estrategia continúa generando alfa frente al índice de referencia por 113 puntos básicos.

Resultados con un valor inferior al 5 % que activa el rebalanceo de posiciones

En teoría, establecer un valor inferior al 5 % posibilitaría un mayor rebalanceo de posiciones, dado que se consideraría una menor diferencia entre el *target* y el peso actual para activar el rebalanceo. Por otro lado, un valor superior tendría el efecto opuesto. Sin embargo, debido a que el filtro del ICOLCAP solo permitió la inversión a partir de mediados de diciembre, el impacto del cambio en la diferencia entre el *target* y el peso actual de la posición no fue significativo. Esto se debe a la falta de tiempo suficiente para que la posición experimentara las variaciones necesarias, de expansión o contracción, para que habilitara el rebalanceo. Con el valor original del 5 %, solo se realizó un rebalanceo durante la última semana, hecho que no varió al aumentar el valor a 6 % y disminuir el valor a 1 %.

Resultados sin la aplicación del filtro del índice

| | Estrategia de Momentum Sin Filtro Índice | ICOLCAP | α |
|------------------------------|---|----------------|----------------------------|
| Rentabilidad | -0.84% | 0.48% | -1.32% |
| Volatilidad | 7.43% | 21.45% | |
| Maximum Drawdown | -9.06% | -18.53% | |
| Relación Rend. Riesgo | -0.11 | 0.02 | |

Figura 11. Resultados de la estrategia sin el filtro del índice vs. *benchmark*
Fuente: Elaboración propia.

Sin tener en cuenta el indicador del ICOLCAP ni su media móvil de doscientos días, los resultados señalan que la estrategia no logró resultados superiores al ICOLCAP debido al costo total de comisiones, que fue aproximadamente de 8,75 millones. Sin incluir este costo, la

estrategia lograría superar el resultado, pero debido a la cantidad de transacciones en la que se incurrió, el resultado neto se vio afectado negativamente. Y aunque la volatilidad fue mucho menor a la del ICOLCAP, no fue lo suficientemente baja como para sostener o mejorar la relación rentabilidad-riesgo. Finalmente, frente a los resultados originales se encontró que la estrategia actual tuvo un *maximum drawdown* superior.

A pesar de que no se cumple el objetivo del rendimiento, es importante resaltar la baja volatilidad frente al *benchmark*. En este escenario, aunque no se implementó el criterio de compra basado en la media móvil del precio del ICOLCAP, el segundo criterio de compra, que utiliza la media móvil de cien días para cada acción individual, actuó como un segundo mecanismo de defensa. Este filtro logró limitar significativamente el impacto de los fuertes descensos.

La figura 8 ilustra claramente la divergencia del comportamiento entre la estrategia que aplica el filtro del ICOLCAP y la que no lo aplica. Es importante destacar que, en términos brutos, ambas estrategias se desempeñaron de mejor manera que el *benchmark*. Esto se puede comprobar por la volatilidad de cada una, que en ambos casos fue menor que la del ICOLCAP.

Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

Para el periodo evaluado, el estudio demostró que la estrategia de inversión basada en *momentum*, aplicada al mercado bursátil colombiano, sí logró generar rendimientos superiores al *benchmark*.

Los resultados analizados sugieren que la eficiencia de la estrategia fue más notable en los escenarios en los cuales el ICOLCAP experimentó desvalorizaciones, en comparación con aquellos en los que se observaron valorizaciones. La implementación de los criterios de compra y venta, particularmente aquellos que dependen de la media móvil, y el rebalanceo de posiciones protegieron el capital durante periodos de alta volatilidad. Este hecho puede sugerir que una gestión activa sistemática puede ayudar a generar un rendimiento en excesos frente al *benchmark*, al adaptarse de manera dinámica a las condiciones del mercado. Parte de esta conclusión va en línea con lo que menciona Clenow en su libro *Stocks on the move: Beating the market with hedge fund momentum strategies* (2015, p. 119): simplemente no estar invertido en acciones durante las caídas del mercado tiene un efecto aún más significativo.

La metodología de la estrategia permitió entender que, entre los criterios de selección de activos, la media móviles fue determinante. Estos indicadores fueron cruciales para identificar los mejores momentos, invertir y seleccionar las acciones adecuadas. Como se observa en la figura 8, el portafolio permaneció desinvertido más del 95 % del tiempo debido a que el mercado, representado por el ICOLCAP, estuvo transando por debajo de su precio promedio de los últimos doscientos días. Fue solo cuando el mercado comenzó a cambiar de tendencia que la estrategia, por sugerencia del criterio de la media móvil, empezó a estar invertida.

Limitaciones

La simulación supone que los precios de compra y de venta son los precios de cierre del día. Sin embargo, en la práctica y en un mercado con características como las del local, algunas acciones no cuentan con la profundidad suficiente para cubrir una operación completa de compra o de venta. Esto quiere decir que, en el caso de realizar una operación grande, el precio de compra se puede subir drásticamente, por lo que el costo promedio se incrementaría. Algo similar sucedería en el caso de una operación de venta grande. Si el mercado no tiene suficiente profundidad, el precio de venta bajaría y afectaría negativamente la rentabilidad.

Lo anterior está relacionado con la liquidez del mercado. El ejercicio supone que todas las acciones incluidas en la cartera tienen suficiente liquidez para ejecutar completamente las operaciones de compra o venta. No obstante, algunas acciones dentro de la cartera no poseen la liquidez necesaria para cumplir con la totalidad de la operación. Por ejemplo, la acción de ETB tuvo un promedio diario de negociación de aproximadamente 118² millones de pesos en el año 2023. El impacto de la liquidez también puede variar según el tamaño del capital invertido, ya que cuanto mayor sea este, mayores serán las limitaciones.

Por otro lado, la cartera o el índice de referencia a considerar juega un papel importante. En este caso, nuestro activo de referencia ICOLCAP cuenta con no más de veinticinco acciones, que en su mayoría son del sector financiero, por lo que existe una alta dependencia del *momentum* del sector, mientras que Clenow, en la estrategia expuesta en su libro, usó el S&P500 como índice de referencia. Una diferencia de más de veinte veces en número de acciones frente al ICOLCAP. Un universo mucho más amplio que permite exponerse a *momentum* de diferentes sectores dependiendo del ciclo económico o la situación actual del mercado.

² Fuente: cálculos propios con datos tomados de la página web de la Bolsa de Valores de Colombia.

Recomendaciones

El estudio únicamente evaluó un año de operación en el cual la canasta no tuvo cambios y el mercado se caracterizó por tener un desempeño marcado por las desvalorizaciones. Ampliar el estudio para diferentes periodos o incluso escoger periodos más largos puede arrojar resultados que complementen aquellos que se encontraron aquí.

Además, los parámetros originales se podrían ajustar a la realidad del mercado en el que se va a aplicar la estrategia. Por ejemplo, en el mercado colombiano, que se caracteriza por conformar un bajo número de acciones, un factor de riesgo de 0,1 % puede ser un valor relativamente bajo. Es decir, la diversificación ya estaría limitada por la baja cantidad de alternativas. Por otra parte, es importante tener en cuenta los costos transaccionales en el momento de determinar el valor absoluto diferencial que activa el rebalanceo de posiciones, pues una comisión alta y un diferencial relativamente bajo pueden aumentar el costo total y, por ende, afectar negativamente los resultados finales.

Referencias

- Agudelo, D. A., y Uribe, J. H. (2009). ¿Realidad o sofisma? Poniendo a prueba el análisis técnico en las acciones colombianas. *Cuadernos de Administración*, 22(38). http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-35922009000100010.
- Agudelo, D. A. (2015). *Inversiones en renta variable: fundamentos y aplicaciones al mercado accionario colombiano*. Fondo Editorial Universidad EAFIT.
- Antwerp (s. f.). Stock exchange. *Antwerp*. <https://visit.antwerpen.be/en/info/stock-exchange>.
- Banco de la República (s. f.). *Banco de la República*. <https://www.banrep.gov.co/es/node/16175>.
- Bolsa de Valores de Colombia (s. f.). *Bolsa de Valores de Colombia*. <https://media.graphassets.com/CjCmSgicTPKWk2IuC3Az>.
- Castaño, J. D. (2017). Buscando alfa en el mercado accionario colombiano: Evaluación de la oferta de FIC en el país y la posible influencia de las recomposiciones de índices sobre su selección. Universidad EAFIT. <https://repository.eafit.edu.co/items/5e01c357-8401-4951-b1c5-50b02bef19f2>.
- CFI Team (s. f.). Corporate Finance Overview. An overview of the corporate finance industry. *Corporate Finance Institute*. <https://corporatefinanceinstitute.com/resources/fpa/corporate-finance-industry/>.
- CFI Team (s. f.). Financial markets. A marketplace that provides an avenue for the sale and purchase of assets such as bonds, stocks, foreign exchange, and derivatives. *Corporate Finance Institute*. <https://corporatefinanceinstitute.com/resources/career-map/sell-side/capital-markets/financial-markets/>.
- Chen, J. (7 de noviembre del 2020). *Investopedia*. <https://www.investopedia.com/terms/t/trackingerror.asp>.
- Chen, J. (Enero del 2024). *Investopedia*. <https://www.investopedia.com/terms/s/stockmarket.asp>.
- Clenow, A. F. (2015). *Stocks on the move: Beating the market with hedge fund momentum strategies*. CreateSpace Independent Publishing Platform.

- Cohen, G. (2022). Trading cryptocurrencies using algorithmic average true range systems. *Journal of Forecasting*, 42(2), 212-222.
- Du, D. (2008). The 52-week high and momentum investing. *The Journal of Finance*, LIX(5), 2145-2176.
- Du, D. (2008). The 52-week high and momentum investing in international stock indexes. *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 48(1), 61-77. doi:<https://doi.org/10.1016/j.qref.2007.02.001>.
- Foerster, S. F., Tsagarelis, J., y Wang, G. (2017). Are Cash Flows Better Stock Return Predictors Than Profits? *Forthcoming in Financial Analysts Journal*<https://deliverypdf.ssrn.com/delivery.php?ID=875082005085004097071002026096107092018052053087053016092066102124082073025112108026038106063111031098097099025106000111068069029018023080043024104082069110059054078092122108094093071089123124124080111115117101000012026112125067125090080084084&EXT=pdf&INDEX=TRUE>.
- Hayes, A. (21 de febrero del 2024). *Investopedia*. <https://www.investopedia.com/terms/t/technicalanalysis.asp#:~:text=Key%20Takeaways-Technical%20analysis%20is%20a%20trading%20discipline%20employed%20to%20evaluate%20investments,the%20security's%20future%20price%20movements>.
- Huang, J.-Z., y Huang, Z. (2020). Testing moving average trading strategies on ETFs. *Journal of Empirical Finance*, 57, 16-32.
- Huang, S. (2022). The momentum gap and return predictability. *The Review of Financial Studies*, 35(7), 3303-3336.
- Jegadeesh, N., y Titman, S. (1993). Returns to buying winners and selling losers: Implications for stock market efficiency. *The Journal of Finance*, 48(1), 65-91.
- Lewellen, J. (2004). Predicting returns with financial ratios. *Journal of Financial Economics*, 74(2), 209-235.
- London Stock Exchange (s. f.). Our history. *London Stock Exchange*. <https://www.londonstockexchange.com/discover/lseg/our-history>.
- López, J. I. (2019). Predictibilidad del mercado accionario colombiano. *Lecturas de Economía*, 91, 117-150.
- MSCI (s. f.). *MSCI*. <https://media.graphassets.com/voVogMzCTaXTqWuVxkaJ>.
- Petram, L. (Mayo del 2014). *Columbia University Press*. <https://cup.columbia.edu/book/the-worlds-first-stock-exchange/9780231163781>.

Portafolio. (2020). Bolsa de Colombia: cada vez menos emisores de acciones. *Portafolio*.
<https://www.portafolio.co/economia/finanzas/bolsa-de-colombia-cada-vez-menos-emisores-de-acciones-545607>

Taylor, S. (s. f.). *Corporate Finance Institute*.

The WFE Statistics Team (Enero del 2024). *Focus World Exchanges*. <https://focus.world-exchanges.org/issue/february-2024/market-statistics>.