

APLICACIÓN DE SERIES TEMPORALES PARA EL ANÁLISIS Y  
PREDICCIÓN DE LA BOLSA ESPAÑOLA



Universidad Miguel Hernández  
Facultad de Ciencias Sociales y Jurídicas  
Grado en Estadística Empresarial  
Curso 2021/2022

AUTOR:

Espasa Bou, Joan

TUTOR:

Saiz-Pardo Auñón, José Luis



<b>1. RESUMEN</b>	<b>2</b>
<b>2. INTRODUCCIÓN</b>	<b>3</b>
<b>3. OBJETIVOS</b>	<b>5</b>
<b>4. METODOLOGÍA</b>	<b>7</b>
<b>4.1. SERIES TEMPORALES Y MÉTODOS ESTADÍSTICOS</b>	<b>7</b>
4.1.1 ÍNDICE BURSÁTIL	7
4.1.2 SERIES TEMPORALES	9
4.1.2.1 FUNDAMENTOS DE LAS SERIES TEMPORALES	9
4.1.3 MÉTODOS ESTADÍSTICOS PARA LA PREDICCIÓN.	10
4.1.3.1 MODELOS CLÁSICOS	11
4.1.3.1.1 MODELO HOLT WINTERS	11
4.1.3.1.2 MÉTODO DE LAS MEDIAS MÓVILES	13
4.1.3.2 MODELO ARIMA	14
4.1.3.2.1 PROCESO DE PREDICCIÓN ANOVA	14
4.2 HERRAMIENTAS	16
4.3 OBTENCIÓN DE LOS DATOS	17
<b>5. ANÁLISIS Y RESULTADOS</b>	<b>17</b>
5.1 LONGITUD DE LA SERIE TEMPORAL	17
5.2 PREPARACIÓN DE LA SERIE TEMPORAL	19
5.3 MODELO DE PREDICCIÓN	22
5.4 PREDICCIÓN DEL IBEX 35 CONJUNTAMENTE	24
5.5 DIFERENTES MÉTODOS PARA EL ESTUDIO	25
5.5.1 MÉTODO DE COMPRAR Y MANTENER	25
5.5.2 MÉTODO DE COMPRA Y VENTA	26
5.5.2.1 INVERTIR EN EL IBEX 35 COMO UNA ACCIÓN	27
5.5.2.2 INVERTIR EN LAS 35 ACCIONES DEL IBEX 35	28

5.5.3 MÉTODO DE COMPRA DE LA ACCIÓN MÁS RENTABLE	30
5.5.4 MÉTODO DE AFILIACIÓN A UNA ACCIÓN	31
<b>6. CONCLUSIONES</b>	<b>31</b>
<b>7. BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>32</b>
<b>8. ANEXOS</b>	<b>33</b>



## 1. RESUMEN

Este trabajo se crea con la finalidad de realizar un análisis y predicción de la bolsa española para realizar una inversión y obtener el máximo beneficio posible.

Para ello, en primer lugar, vamos a hacer un recorrido por la historia de la bolsa. Seguidamente, haremos una breve mención sobre los conocimientos básicos que necesitaremos tener en cuenta para la realización del futuro análisis, como es el caso de la explicación del índice bursátil así como de las series temporales. Asimismo, se explicarán los diferentes métodos básicos para la predicción de la bolsa para finalmente, ahondar en el que hemos utilizado.

Posteriormente, se proponen las cuatro estrategias de inversión que se han analizado para observar cuál es realmente la más óptima para llevar a cabo la inversión en bolsa. Del mismo modo, se realizará una comparación entre ellas mediante el porcentaje de beneficio que se ha obtenido para poder concluir cuál será la elegida para invertir en un futuro. De tal manera, los códigos de estos cuatro modelos han sido recopilados. Finalmente, se ha demostrado cuál de los modelos estudiados es el más adecuado para llevar a cabo la inversión en el IBEX 35.

## 2. INTRODUCCIÓN

Desde los inicios de la Bolsa de valores, esta organización se ha utilizado como herramienta para generar beneficios económicos a través de la compra y venta de títulos. Teniendo esto en cuenta, ¿de qué se trata la mencionada Bolsa de valores?

La Bolsa de valores es una organización privada o pública que proporciona las facilidades necesarias para que sus trabajadores, atendiendo a los mandos de los clientes, creen órdenes y realicen negociaciones para comprar y vender valores, como acciones de sociedades, bonos privados o públicos, certificados, títulos de participación y una amplia variedad de instrumentos de inversión. El mercado de capitales constituye un mecanismo de inversores y de ahorros que sirve de respaldo a las actividades productivas. Asimismo, la Bolsa es una institución creada para conseguir esta finalidad.

Históricamente hablando, la palabra 'Bolsa' tiene su origen en un edificio de la familia Van Der Buërse, en la ciudad de Brujas (Bélgica), lugar donde se realizaban las reuniones y encuentros de carácter mercantil. No obstante, lo que realmente se considera la primera Bolsa fue la creada en Amberes (Bélgica), en el año 1460. La segunda se fundó en Ámsterdam (Países Bajos), a principios del siglo XVII, cuando esta ciudad se convirtió en el centro del comercio internacional.

La Bolsa de valores, como la conocemos actualmente, surge después de la Revolución francesa en el siglo XVIII, momento en el cual el capitalismo cobró una gran importancia frente al anterior sistema económico, conocido como 'sistema feudal', por lo que la economía del momento se modernizó.

Centrándonos ahora en la Bolsa, ésta se trata de un mercado que tiene una renta variable, donde los valores van cambiando de valor tanto al alza como a la baja y todo ello conlleva un riesgo. Este riesgo que se menciona puede disminuir si mantenemos los títulos a largo plazo, ya que la probabilidad de que

sea rentable y segura es bastante mayor. También, es importante diversificar la compra de títulos, esto es, conseguir títulos de diferentes empresas.

En la Bolsa existen los conocidos 'intermediarios', que se tratan de las casas de bolsa, agentes de bolsa, sociedad de corretaje y bolsa, sociedad de valores y agencia de valores. Asimismo, encontramos otra gran figura en esta estructura, los llamados 'inversionistas' que se dividen en tres tipos: los inversionistas a corto plazo, los inversionistas a largo plazo y los inversionistas adversos al riesgo. Los primeros son aquellos que buscan grandes rentabilidades arriesgando mucho, mientras que los inversionistas a largo plazo son los que buscan la rentabilidad a través de ampliaciones de capital, dividendos u otras estrategias. Por último, los inversionistas adversos al riesgo son aquellos que invierten normalmente en valores de renta fija del Estado, donde suele haber una renta bastante baja pero sin ningún tipo de riesgo.

Un gran ejemplo de lo que acabamos de explicar previamente es Warren Buffett, conocido como el más famoso y exitoso inversor que ha habido hasta el momento. Desde sus inicios le gustaba invertir para conseguir dinero, iniciándose en la compra de cajas de Coca-Cola, las cuales vendía posteriormente un 20% más caras. También se conocen otros trabajos que llevaba a cabo para generar más ingresos como es el caso de la compra y el alquiler de máquinas de pinball, así como la venta de pelotas de golf usadas que conseguía buscando por los campos de dicho deporte.

En 1969, Buffett compró una gran cantidad de acciones de Berkshire Hathaway al precio vigente de unos 43 dólares y, 45 años después, en el año 2014, la acción A de la misma empresa cotizó por encima de los 200.000 dólares, haciendo que tanto los socios de la empresa como él mismo hubiesen multiplicado por 46000% el valor pagado para entrar en ella. Durante toda la trayectoria de Buffett, este inversor ha conseguido más de un 20% de beneficios anuales convirtiéndose en el mejor inversionista conocido hasta la fecha.

Se debe tener en cuenta que, para conseguir beneficios, se debe hacer un estudio intensivo del mercado donde confiaremos nuestro capital. Unas de las técnicas más usadas son las técnicas de predicción de series temporales a través de métodos estadísticos donde se estudian diferentes factores de esta serie para hacer una predicción a corto plazo.

### 3. OBJETIVOS

El objetivo general y motivación principal de este proyecto es predecir si el activo o la cartera de inversiones va a poder generar rentabilidad durante un corto periodo de tiempo, en nuestro caso durante un mes, a través de métodos estadísticos que se usan para la predicción de series temporales, como es el caso del método ARIMA, el método Holt Winters y el método de las medias móviles, entre otros. Habiendo mencionado ya el objetivo general de este estudio, pasamos a mencionar los objetivos específicos, entre los que se encuentran:

- Adquirir y procesar los datos de las acciones españolas elegidas.
- Seleccionar y aplicar métodos estadísticos para el análisis y predicción de las series temporales.
- Realizar un modelo de inversión para maximizar los beneficios tanto en el índice IBEX 35 como en las acciones elegidas.
- Evaluar los resultados adquiridos realizando una validación con los datos reales obtenidos durante el mes de Abril del año 2022.
- Finalmente, se van a realizar cuatro estrategias para invertir en la bolsa, haciendo una comparación entre ellas y describiendo los resultados obtenidos.

Asimismo, también se debe tener en cuenta que en la realización de este estudio se han utilizado diversas fuentes para la obtención de información, tanto de los valores de las acciones como de las consecuencias de las subidas o bajadas de precios debido al ámbito socioeconómico. Entre dichas fuentes cabe destacar aquellas que más se han utilizado:

- Estados financieros periódicos.
- Valoración de la empresa.
- Análisis del entorno.
- Información económica general.

#### 4. METODOLOGÍA

En este apartado se va a explicar el procedimiento que se ha seguido para la elaboración de este proyecto cuyo objetivo principal, como ya hemos mencionado anteriormente, es utilizar las técnicas estadísticas para poder predecir las series temporales, en nuestro caso, de la Bolsa española.

Debido al hecho de que vamos a realizar el trabajo sobre las series temporales utilizando el IBEX 35, el primer paso que realizaremos será proporcionar una breve explicación sobre los índices, así como sobre las series temporales con sus respectivos modelos de predicción. De igual manera, explicaremos las herramientas que hemos utilizado para llevar a cabo todo el procedimiento y, por último, se hará un repaso de la forma en la que se han obtenido y estructurado los datos.

Con relación al análisis del estudio, hemos adquirido los valores de cierre de las acciones del IBEX 35. A continuación, se analizarán los datos recogidos desde el 01/01/2010 hasta el 30/04/2022 obteniendo un registro por cada día laborable siendo un total de 253 los días laborables anuales. La predicción se

hará sobre el mes de Abril, siendo este un mes del cual tenemos toda la información, no obstante, estos datos los utilizaremos únicamente para comprobar el porcentaje de acierto.

#### 4.1. SERIES TEMPORALES Y MÉTODOS ESTADÍSTICOS

##### 4.1.1 ÍNDICE BURSÁTIL

Un índice bursátil es un indicador de la bolsa de valores que actúa como termómetro, teniendo la capacidad de enseñarnos el movimiento mayoritario de las empresas en dicho mercado. Existen varios índices en todo el mundo y son muy importantes para poder analizar la variación de una serie de activos cotizados que tienen unas características determinadas. Estos indicadores se pueden utilizar para hacer un análisis y estudiar opciones a la hora de medir el riesgo y la rentabilidad del mercado, así como el rendimiento de un gestor o crear carteras que puedan reproducir el comportamiento observado en dicho índice, entre otras cosas.

Hoy en día, la mayoría de los países desarrollados cuentan con su propio índice bursátil, aunque también se debe mencionar el hecho de que existe una enorme correlación entre los índices europeos y los estadounidenses, especialmente entre los tres grandes de esta última nación mencionada. Los principales índices bursátiles estadounidenses son DOW Jones Industrial Average, que está formado por las 30 compañías más grandes del país, S&P, compuesto por las 500 mayores empresas de la Bolsa de Nueva York, y el Nasdaq, que únicamente reúne a las empresas tecnológicas.

Habiendo mencionado ya los índices estadounidenses, nos centraremos en los índices europeos. Por una parte, encontramos el Eurostoxx 50, que se trata del principal índice europeo, constituido por las 50 empresas del continente con más volumen y capitalización del negocio. Por otra parte, centrándonos más en un país en concreto y teniendo en cuenta el índice bursátil de donde se van a extraer los datos para la realización de este trabajo, hemos de mencionar el IBEX 35, que se trata del principal índice bursátil español.

El nombre del IBEX 35 se forma gracias al acrónimo de 'Iberian Index' y reúne a las 35 compañías españolas con mayor capitalización y liquidez del mercado nacional. Se incluyen las empresas con mayor liquidez y capitalización ya que son las que mayor impacto tienen en la economía nacional. Se ha de tener en cuenta que no todas las empresas tienen el mismo peso o importancia dentro de la composición del índice, aunque también es importante mencionar que ninguna puede superar el 10% del peso total.

Finalmente, la selección del índice y de las acciones deseadas va a ser una tarea bastante importante para el resultado final. Como se ha mencionado anteriormente, para realizar este estudio vamos a enfocarnos en empresas españolas. De dichas empresas nos quedaremos con las 35 empresas con mayor liquidez pudiendo analizarlas tanto conjuntamente con el IBEX 35 como individualmente.

Imagen 1: Las 35 empresas del IBEX 35



Fuente: Estrategias de Inversión<sup>1</sup>

#### 4.1.2 SERIES TEMPORALES

A continuación se explicarán los aspectos básicos de las series temporales.

<sup>1</sup> Extraído de:

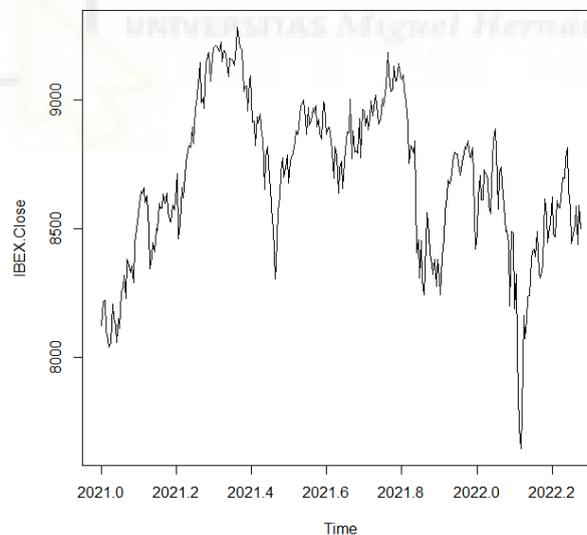
<https://www.estrategiasdeinversion.com/actualidad/noticias/bolsa-espana/analisis-tecnico-y-fundamental-de-las-acciones-n-403659>

#### 4.1.2.1 FUNDAMENTOS DE LAS SERIES TEMPORALES

Como dice Viñals (2009), “Una serie temporal es un conjunto de observaciones ordenadas en el tiempo o, también, la evolución de un fenómeno o variable a lo largo de él.” El objetivo del análisis de una serie temporal es intentar conocer los patrones que contiene para hacer posible una predicción a corto y medio plazo de la forma más certera.

Para que la serie temporal tenga algún tipo de utilidad, la predicción siempre va a tener algún tipo de error ya que si no fuese así, no sería necesario su estudio. Como se puede observar en el siguiente gráfico (Gráfico 1) que muestra la evolución del valor de cotización del IBEX 35, si la evolución fuese lineal, no encontraríamos ninguna variación por lo que no habría ningún dato que estudiar.

Gráfico 1: Serie temporal reducida para el estudio



Fuente: Elaboración propia

En general, las series temporales que describimos como de interés, llevan asociadas algunas circunstancias inciertas, que a través de modelos probabilísticos, se intentan predecir. Estos métodos también llamados ‘procesos estocásticos’, son variables aleatorias que evolucionan en el tiempo.

Para ejemplificar lo mencionado anteriormente, volvemos a tener en cuenta el Gráfico 1, donde se puede observar que el valor alcanzado durante los días previos tiene cierta información de lo que ocurrirá en los próximos días.

Como la variación del valor del índice es bastante inestable, es recomendable hacer predicciones a corto plazo ya que de lo contrario, el error de predicción será inasumible.

#### 4.1.3 MÉTODOS ESTADÍSTICOS PARA LA PREDICCIÓN

Para estudiar los datos obtenidos anteriormente, se van a utilizar una serie de diferentes métodos estadísticos.

##### 4.1.3.1 MODELOS CLÁSICOS

En este apartado encontraremos los tres principales modelos que se han utilizado para realizar el estudio de la serie temporal así como para comprobar cuál de estos modelos es el más adecuado para la realización de la predicción.

###### 4.1.3.1.1 MODELO HOLT WINTERS

El método Holt-Winters se basa en un algoritmo interactivo para realizar pronósticos de una serie temporal utilizando datos obtenidos anteriormente. Se basa en realizar un pronóstico sobre el comportamiento en base a promedios ponderados.

###### - AJUSTE DEL MODELO DE SUAVIZADO EXPONENCIAL

También lo conocemos como suavizado exponencial triple que se ajusta a la tendencia y a la variación estacional. Este modelo agrega un parámetro exponencial al modelo HOLT y permite tratar series temporales universales que tienen factores de tendencia y estacionalidad.

## - MODELO MULTIPLICATIVO

Es el método más utilizado para la difusión. Es un alisamiento exponencial para los datos que tienen tendencia y estacionalidad. Se trata del estudio de los cuatro componentes que se exponen a continuación:

Serie suavizada exponencialmente:

$$A_t = \alpha \frac{X_t}{S_{t-s}} + (1 - \alpha) (A_{t-1} + T_{t-1}) \quad \alpha \in (0,1)$$

Estimación de la tendencia:

$$T_t = \gamma (A_t - A_{t-1}) + (1 - \gamma) T_{t-1} \quad \gamma \in (0,1)$$

Estimación de la estacionalidad:

$$S_t = \delta \frac{X_t}{A_t} + (1 - \delta) S_{t-s} \quad \delta \in (0,1)$$

Predicción de m periodos en el futuro:

$$\widehat{X}_{t+m} = (A_t + mT_t) S_{t+m-s}$$

## - MODELO ADITIVO

El suavizado de forma aditiva es como el multiplicativo, pero se calculan los siguientes cuatro componentes:

Serie suavizada exponencialmente:

$$A_t = \alpha (X_t - S_{t-s}) + (1 - \alpha) (A_{t-1} + T_{t-1}) \quad \alpha \in (0,1)$$

Estimación de la tendencia:

$$T_t = \gamma (A_t - A_{t-1}) + (1 - \gamma) T_{t-1} \quad \gamma \in (0,1)$$

Estimación de la estacionalidad:

$$S_t = \delta (X_t - A_t) + (1 - \delta) S_{t-s} \quad \delta \in (0,1)$$

Predicción de m periodos:

$$\widehat{X}_{t+m} = A_t + mT_t + S_{t+m-s}$$

#### - INDICADORES DEL ERROR DEL MODELO

Estos indicadores comparan la efectividad de los diferentes modelos utilizados. El error de la predicción nos informará sobre la validez del modelo. Para el cálculo de este error nos vamos a fijar en tres indicadores: error de porcentaje absoluto medio (MAPE), desviación absoluta media (MAD) y error cuadrático medio (MSD). Con estas tres mediciones podremos estimar la fiabilidad de nuestro modelo, siempre buscando el mínimo error.

$$MAD = \frac{\sum_{t=1}^n |X_t - \widehat{X}_t|}{n}$$

$$MSD = \frac{\sum_{t=1}^n (X_t - \widehat{X}_t)^2}{n}$$

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n \left| \frac{X_t - \widehat{X}_t}{X_t} \right|}{n} \times 100 \quad (X_t \neq 0)$$

Donde:  $X_t$  es el valor real en el periodo  $t$  y  $n$  es el número total de periodos.

#### 4.1.3.1.2 MÉTODO DE LAS MEDIAS MÓVILES

En el análisis de series temporales, el método de medias móviles tiene diversas utilidades, de las cuales se van a mencionar dos. Por una parte, si queremos calcular la tendencia de una serie temporal sin tener que ceñirnos a una función previa este método puede resultarnos eficaz, presentándonos así una imagen mucho más pulida de una serie. Esto se debe al hecho de que se pueden eliminar algunos movimientos irregulares de dicha serie si se hace un promedio. Por otra parte, si la serie que estamos estudiando tiene una

tendencia con una media constante puede ser de utilidad para efectuar predicciones.

La media móvil es una media aritmética que se caracteriza porque ésta toma un valor distinto por cada momento de tiempo. Cuando se realiza el cálculo, sólo entran en dicha media una cantidad de observaciones limitadas. Para abreviar el estudio, nos referiremos solamente a dos tipos de media móviles: medias móviles centradas y medias móviles asimétricas. Las primeras se suelen utilizar cuando se necesita representar la tendencia mientras que las segundas se aplican para la predicción cuando la media es constante.

Las medias móviles centradas se caracterizan por el número de observaciones. Este número debe ser impar asignando cada media móvil a la observación central. De este modo se definen las medias móviles centradas:

$$MM(2n + 1)_t = \frac{Y_{t-n} + Y_{t-n+1} + \dots + Y_t + \dots + Y_{t+n-1} + Y_{t+n}}{2n + 1}$$

Para la utilización de las medias móviles debemos escoger de forma arbitraria la longitud u orden siendo este el número de observaciones que intervienen en el cálculo de cada media móvil. Esta longitud debe de ser cuanto más grande mayor ya que recogerá más información. Por lo contrario, cuanto más pequeña sea esta longitud, más rápido recogerá los cambios que puedan producirse en la evolución de la serie.

#### 4.1.3.2 MODELO ARIMA

Cuando estudiamos una serie temporal que aporta datos con una frecuencia inferior al año, como es el caso de nuestra base de datos (se actualiza el dato diariamente), es normal encontrar tendencias y ciclos que se repitan a lo largo de los meses o años. Para estudiar estos fenómenos realizaremos el estudio de la autocorrelación simple y parcial que habíamos sospechado anteriormente.

El nombre ARIMA significa “AutoRegressive integrated Moving Average” que deriva de AR “Autorregresivo”, I “Integrado” y MA “Medias Móviles”. Como hemos explicado anteriormente, este modelo nos permite describir un valor como una función lineal mediante datos anteriores y calcular el error debido al azar. El único requisito que tiene es que necesita como mínimo 50 observaciones.

#### 4.1.3.2.1 PROCESO DE PREDICCIÓN ANOVA

Para realizar el análisis de los datos deberemos seguir una serie de pasos que se explicarán a continuación:

1. Recogemos los datos: Como hemos explicado anteriormente, necesitaremos una base de datos que contenga como mínimo 50 observaciones. Esta base de datos deberá tener la información de en qué periodicidad se ha almacenado.
2. Representación gráfica: Realizar un gráfico de la evolución de los datos siempre es de gran utilidad ya que nos da información sobre lo que estaremos trabajando. Podemos utilizar medias y desviaciones típicas para analizar de forma más analítica.
3. Transformación de la serie: Cuando vemos que la serie ha cambiado de tendencia o ha habido cambios bastante importantes (suele pasar cuando la base de datos es bastante extensa) podemos cortarla tanto como sea necesario ya que así evitaremos posibles errores de cálculo. También transformar la serie en caso de que no tenga estacionalidad, la forma más frecuente es la logarítmica.
4. Eliminación de la tendencia: La tendencia es algo bastante presente en las series temporales. Es importante que se detecte y se elimine antes de realizar cualquier predicción.
5. Identificación del modelo para el estudio: Esta parte consiste en determinar cuál es el modelo más adecuado para la serie. Esta decisión la tomaremos a

través de los gráficos ACF (Autocorrelación) y PACF (Autocorrelación parcial), donde visualmente deberemos identificarlo. Los modelos más habituales y simples son: AR(1), AR(2), MA(1), MA(2) y ARMA(1,1). En caso de tener dudas (algo bastante normal) escogeremos más de un modelo y los estudiaremos.

6. Estimación de los coeficientes del modelo: Una vez tengamos decidido el modelo, debemos estimar sus parámetros.

7. Contraste de validez del modelo: Se deben utilizar diferentes procedimientos para evaluar los modelos seleccionados anteriormente. Se pueden contrastar mediante una significación de parámetros, covarianzas entre coeficientes o también es bastante habitual calcular la suma de cuadrados del error y posteriormente, buscaremos el mínimo.

8. Análisis detallado de los errores: Se tienen que encontrar las diferencias históricas entre los valores estimados con los valores reales. Lo más común es que siempre encontremos una discrepancia entre los datos.

9. Selección del modelo: Una vez tengamos todos los pasos anteriores, podremos decidir cuál de estos modelos es el más óptimo para predecir.

10. Predicción: El modelo seleccionado se usará para realizar la predicción finalmente.

## 4.2 HERRAMIENTAS

Para realizar el estudio hemos utilizado principalmente el programa R-Studio que, con el software de R, está dedicado a la computación matemática y estadística. Por este motivo ha sido el software elegido para producir todo tipo de algoritmos y modelos para la obtención de los resultados gráficos y analíticos. Para llevar a cabo este proyecto, hemos hecho uso de las siguientes librerías:

- **Ggplot**, librería usada para realizar gráficos de forma muy variada y completa.
- **Zoo**, librería dedicada a las series temporales de carácter irregular, así como para la creación de matrices.
- **PortfolioAnalytics**, librería en la que se almacenan plantillas de gráficos para el análisis de carteras.
- **Forecast**, librería dedicada a la predicción de las series temporales.
- **Mass**, librería dedicada a la creación de modelos estadísticos.
- **Xts**, librería que sirve de apoyo a la librería Zoo y Quantmod.
- **Quantmod**, librería dedicada a la obtención de datos en Yahoo. Esta herramienta la usaremos para obtener los precios de las acciones.

#### 4.3 OBTENCIÓN DE LOS DATOS

Como se ha comentado anteriormente, la realización de este proyecto se ha llevado a cabo sobre una base de datos que tiene valores desde el año 2010. Se ha empleado esta base de datos tan extensa en el tiempo para que nos ayudase a obtener mucha más información y así poder adquirir un mayor margen de maniobra a la hora de escoger los datos del 'train'. Dentro de estos datos, los vamos a diferenciar entre 2 tipos:

- **Train**: donde almacenaremos los datos que usaremos para entrenar el modelo siendo estos valores conocidos en todo momento.
- **Test**: son los datos resultantes de la predicción usando los métodos elegidos durante el análisis.

Para finalizar este apartado, se debe mencionar que la diferencia entre los valores Train y Test del mes de Abril del 2022 será el error que ha obtenido nuestro método. Asimismo, nuestro objetivo final es alcanzar el menor error posible, es decir, que la predicción sea óptima.

## 5. ANÁLISIS Y RESULTADOS

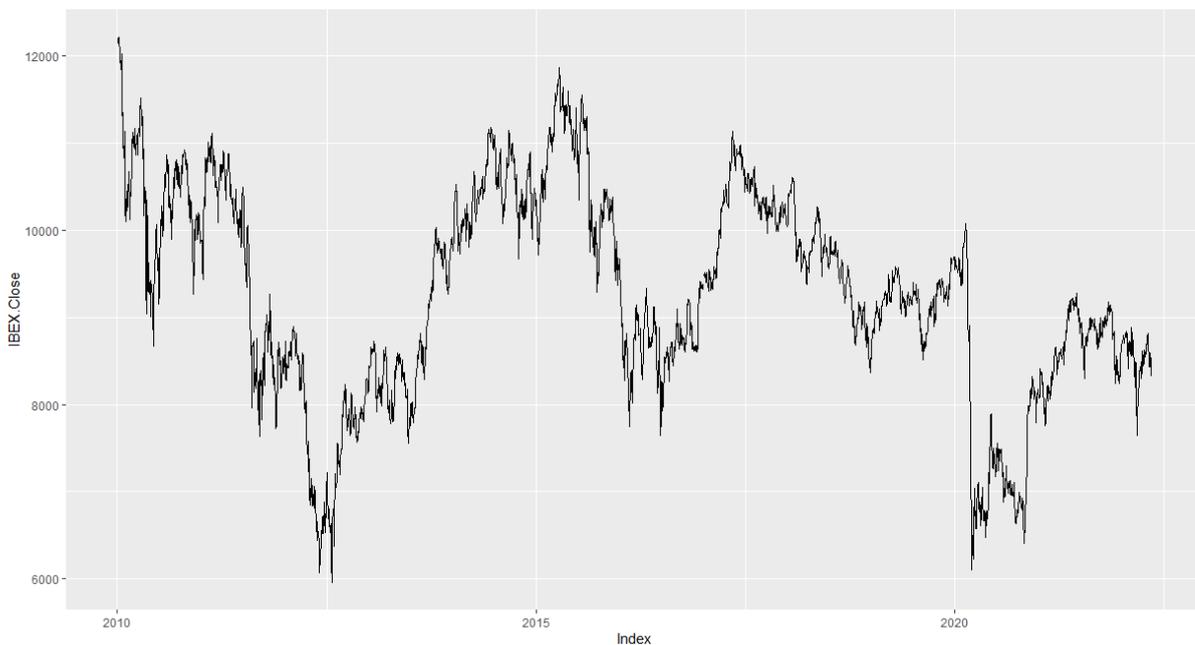
En este apartado, se va a explicar de manera más extensa las cuatro estrategias que se han mencionado anteriormente en los objetivos y se han utilizado para la realización de este proyecto, comparándolas entre sí y desarrollando los resultados obtenidos. Asimismo, también se van a mencionar algunos aspectos básicos sobre las series temporales, así como su predicción.

### 5.1 LONGITUD DE LA SERIE TEMPORAL

Para escoger el tamaño de la serie temporal que vamos a utilizar en nuestro análisis habremos de tener en cuenta algunos factores.

En primer lugar, observaremos la evolución desde el inicio, donde encontraremos grandes cambios de tendencias que eliminaremos posteriormente ya que solamente nos producirán más error en la predicción. Como podemos contemplar en la siguiente imagen (Gráfico 2) en relación con lo explicado anteriormente, las tendencias de los años anteriores no nos aportan ninguna información sobre el estudio que realizaremos posteriormente.

Gráfico 2: Serie temporal completa del IBEX 35

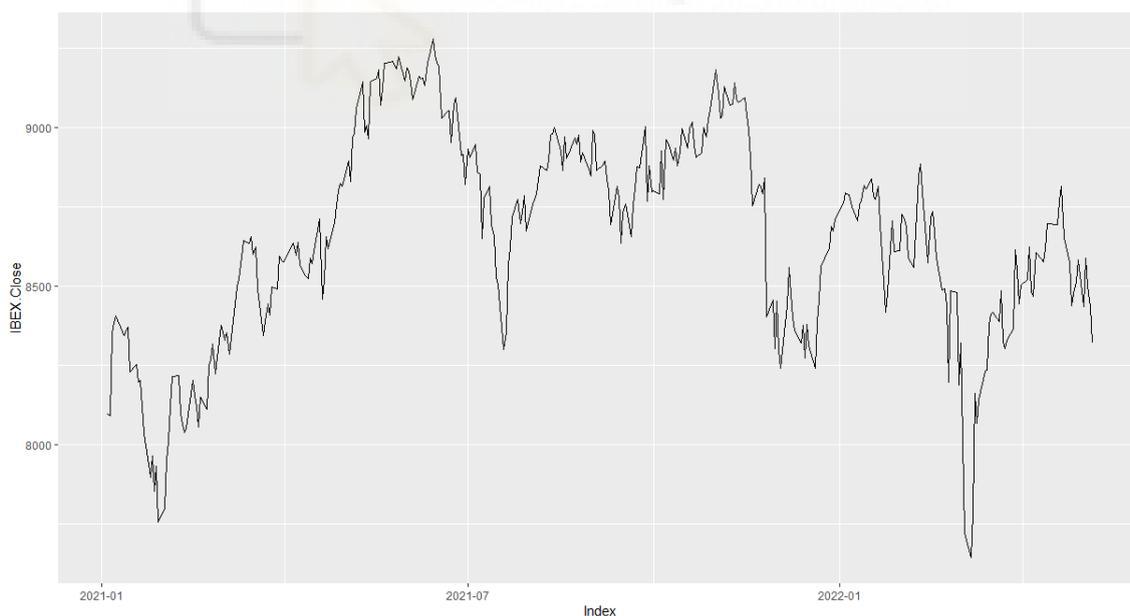


Elaboración: Fuente propia

En segundo lugar, comprobaremos que la tendencia sea estable durante todo el periodo elegido, así evitaremos complicaciones futuras. En este estudio, se ha elegido el periodo desde el 1 de enero de 2021 hasta el 30 de marzo del 2022. Durante estas fechas, veremos cambios significativos del valor ya que socialmente hablando, han ocurrido varios hechos importantes como es el caso del COVID-19 y el conflicto bélico entre Rusia y Ucrania.

Estos dos hechos se pueden ver en la siguiente gráfica (Gráfico 3). Al inicio del 2021 podemos ver una bajada del valor del IBEX 35 que está correlacionado con el cierre temporal de las calles desde las 17h hasta las 6h. Seguidamente, podemos observar un periodo de subida del valor del índice a causa de la mejora de la pandemia en España. Y finalmente, podemos examinar que durante el primer trimestre del 2022 hay una bajada y una subida bastante pronunciada, esto se puede interpretar que es a causa de la guerra entre los países mencionados anteriormente.

Gráfico 3: 'Train' y 'Test'



Fuente: Elaboración propia

Esta misma estructura la usaremos para el análisis de las 35 acciones de las que se descompone el IBEX 35 ya que este índice nos indica resumidamente lo que está pasando dentro de la economía española.

## 5.2 PREPARACIÓN DE LA SERIE TEMPORAL

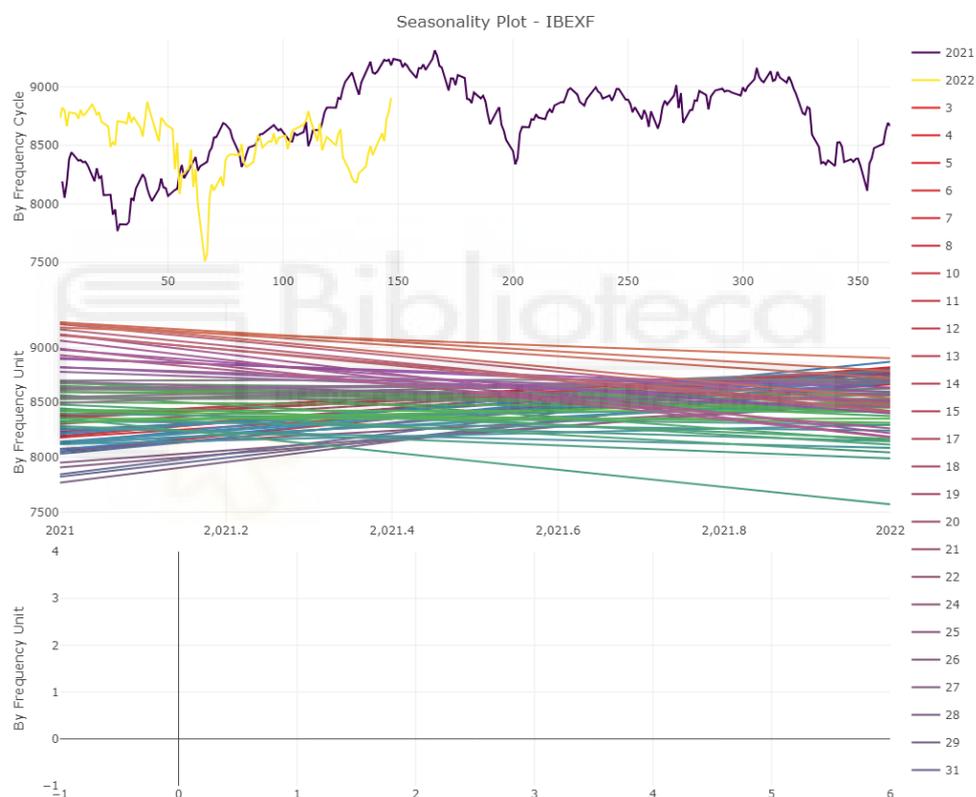
Para empezar a analizar la serie temporal deberemos realizar una serie de comprobaciones que explicaremos a continuación. En primer lugar, comprobaremos la estacionalidad de la base de datos, este paso lo realizaremos de dos formas diferentes. La primera será comprobar la frecuencia en la que nos llegan los datos para poder estructurarlo, en nuestro caso, encontramos que la frecuencia es diaria. La segunda forma consistirá en analizar la base de datos comprobando si existe alguna estacionalidad marcada y, que en caso de que hubiese algún rasgo, habría que modificar nuestra serie para quitarle dicha estacionalidad. Uno de los métodos más utilizados en este caso es el de restar la cantidad que hubo en el mismo registro pero en años anteriores ( $N-1$ ). En el caso de este estudio, al tener un periodo de tiempo bastante corto, no hay pruebas evidentes de que exista estacionalidad en los datos.

Asimismo, también debemos tener en cuenta otros aspectos importantes para poder aceptar la base de datos. Se ha de comprobar la estacionariedad que, en nuestro caso, se observa que la media es la misma durante todo el periodo pudiendo variar solamente en momentos puntuales, por lo que podemos concluir que no existe estacionariedad. Este hecho es bastante común ya que, como se ha mencionado previamente, nuestra serie temporal es bastante corta y no ha pasado el tiempo suficiente para tener unas variaciones pronunciadas.

Finalmente, la última comprobación que debemos tomar en consideración es verificar que la base de datos no tenga valores perdidos, de modo que todos los datos estén completos. En caso de que hubiese algún dato perdido, realizaríamos alguna técnica de rellenado de la información, pero en nuestro caso, esto no ha sido necesario ya que los datos están completos.

Pasando al estudio de los gráficos, encontramos que el Gráfico 4 se halla dividido en tres gráficos diferentes, en el gráfico de la parte superior se puede observar que la serie temporal se encuentra separada por el año en que están registradas. Visualmente, se puede constatar que no sigue ningún patrón, por lo menos, en el periodo estudiado. Por otra parte, en el segundo gráfico podemos observar las tendencias mensuales, sin embargo, no nos aporta mucha información ya que cada mes es bastante dependiente del anterior, esto se debe a que las tendencias positivas y negativas son bastante similares.

Gráfico 4: comparación entre los años 2021-2022



Fuente: Elaboración propia

Tras la realización del análisis anteriormente mencionado, el siguiente paso es llevar a cabo otro análisis, pero esta vez más profundo, de la serie donde estudiemos los valores palanca, así como la normalidad. Dicho estudio es relevante ya que de este modo evitaremos que el modelo de predicción genere errores inexplicables.

Por una parte, la normalidad se va a estudiar a través del Test de Durbin Watson. En este caso, el valor resultante de este test verifica que la base de datos observa una normalidad por lo que se puede concluir que no existe una autocorrelación visible en los datos. Por otra parte, para el estudio de los puntos palancas se realizará un Test de Breusch Pagan, donde se nos indica que no hay evidencia suficiente de que haya registros que modifiquen la media de los datos e influya en el resultado de los modelos que estudiaremos a continuación.

Por último, una vez la serie temporal ha sido estudiada, se puede constatar que no necesitará ninguna modificación para realizar posteriormente los modelos de predicción.

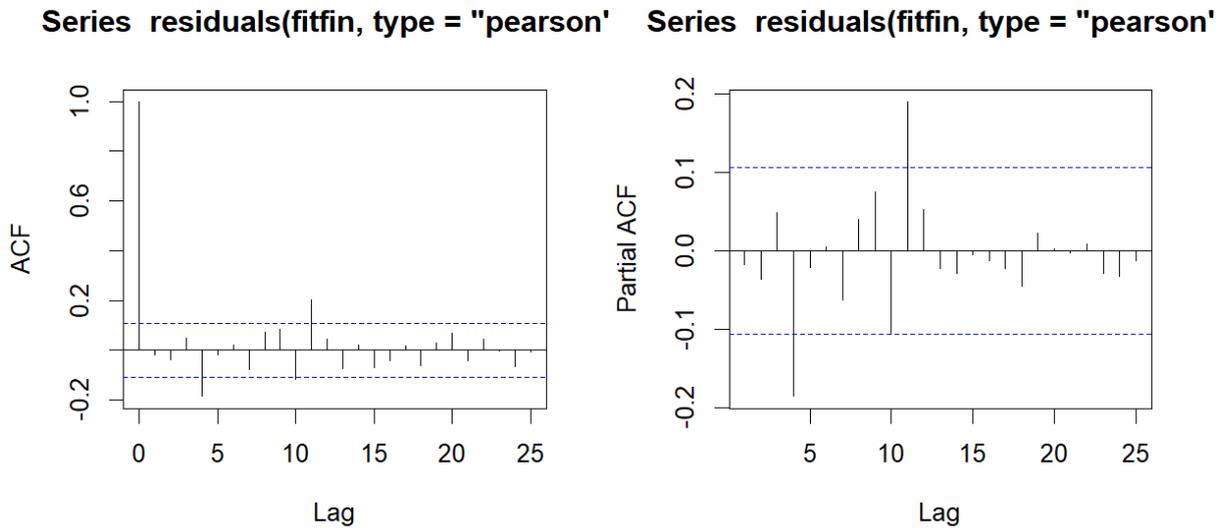
### 5.3 MODELO DE PREDICCIÓN

Antes de realizar cualquier predicción, en primer lugar debemos saber qué modelo es el adecuado para ejecutar la tarea que tenemos a continuación. De tal manera, hemos de tener en cuenta la forma que tiene la base de datos que estudiaremos ya que dependiendo de esto se tendrá que usar una u otra. Considerando que nuestra base de datos es univariable, el modelo que más se adecúa a este formato es el modelo ARIMA. Este modelo se separa en otros dos modelos diferentes, por una parte, el modelo AR “AutoRegressive” y por la otra, el modelo MA “Moving Average”, lo cual nos deja bastante libertad para poder buscar la opción que diferenciaremos como óptima.

Para poder hacer un análisis visual de los datos, vamos a realizar un gráfico sobre los residuos de la serie, como se observa en el Gráfico 5. Hemos de tener en cuenta que no usaremos este método como el definitivo pero sí lo usaremos para visualizar lo que posteriormente analizaremos computacionalmente. Realizando el análisis de los residuos, observamos que el ACF desciende de forma muy progresiva por lo que se puede extraer que estamos hablando de un modelo autorregresivo. Además, se observan 2 retardos en el gráfico PACF. Estos retardos se tratan de las líneas que superan los límites inferiores y superiores haciéndonos ver que posiblemente sea un

modelo AR = 2. Por ahora esta es la solución visual, sin embargo, a continuación se podrá verificar.

Gráfico 5: Residuos de la serie temporal



Fuente: Elaboración propia

Para identificar el modelo óptimo, se debe llevar a cabo la realización de una gran cantidad de modelos, modificando el grado de AR y MA, hasta que encontremos el modelo con el menor error. Como se puede examinar en la tabla que encontramos a continuación (Tabla 1), el menor error lo observaremos en el ARIMA(2,1,0) por lo que finalmente resulta como el elegido para realizar la predicción de la serie temporal.

Tabla 1: Errores del método ARIMA

ARIMA	ERROR AIC	ERROR BIC
ARIMA(1,1,1)	4299.881	4311.523
ARIMA(2,1,1)	4300.811	4316.334
ARIMA(1,1,2)	4300.811	4316.333
ARIMA(2,1,0)	4298.957	4063.984

Fuente: Elaboración propia

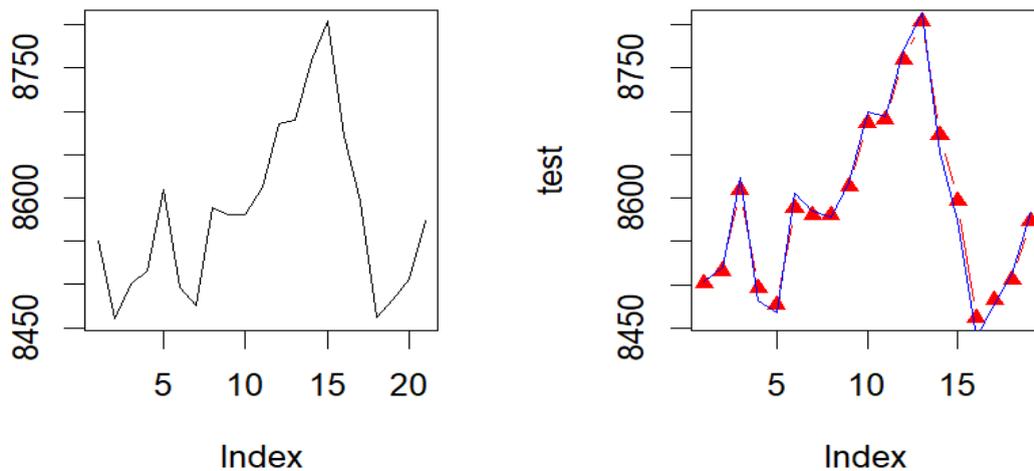
El modelo óptimo del ARIMA nos indica que la media de la serie es bastante similar a lo largo de todo su periodo, esto lo observamos porque  $MA = 0$  y además, también nos está indicando que existe una autorregresión de nivel  $AR = 2$ . La autorregresión de nivel 2 nos hace ver que existe una correlación del dato actual con los datos observados anteriormente. Esto lo iremos viendo de forma analítica y gráfica durante todo el proceso.

#### 5.4 PREDICCIÓN DEL IBEX 35 CONJUNTAMENTE

Una vez que ya tenemos el modelo que vamos a utilizar para realizar la predicción, es el momento de montar el método. Este método se basará en predecir diariamente el valor del día siguiente, recogiendo los datos desde el día 01/01/2021 hasta el día que realicemos la predicción, esta serie recibirá el nombre de “train” y la predicción se llamará “test”.

Cada día que pase, aumentará en 1 la cantidad de valores que tiene el ‘train’ ya que habremos observado el valor real del día que hemos predicho y volveremos a predecir el valor del día siguiente hasta poder completar el mes de Abril entero. De esta manera, usando el modelo ARIMA que habíamos seleccionado anteriormente como el modelo óptimo para dicho estudio, realizamos la predicción. La gráfica que tenemos a continuación en el Gráfico 6 nos muestra el resultado obtenido.

Gráfico 6: Predicción ARIMA del IBEX 35



Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar, el modelo se ajusta de manera adecuada siendo el error medio cuadrático 196,0915. Este error es muy bajo ya que estamos hablando de valores bastante altos y prácticamente es inexistente. Se debe destacar que lo más importante de esta predicción es que hemos sido capaces de predecir si al día siguiente el valor del índice aumenta o disminuye, haciendo de este método uno muy eficiente. De hecho, gracias a su eficacia, nos ayudará a buscar la inversión óptima que realizaremos posteriormente.

Al hacer esta predicción, podemos observar que en vez de invertir el primer día y vender el último día del mes, se pueden buscar nuevas formas de optimizar los beneficios como comprar cuando prevemos que va a subir el valor y vender en caso contrario. Estos métodos los iremos estudiando a lo largo del trabajo.

## 5.5 DIFERENTES MÉTODOS PARA EL ESTUDIO

A continuación, se van a describir cuatro métodos o estrategias diferentes que se pueden utilizar a la hora de invertir en el mercado financiero, explicando cómo llevar a cabo cada método mostrando sus resultados.

### 5.5.1 MÉTODO DE COMPRAR Y MANTENER

El método de comprar y mantener es una estrategia que se emplea desde los inicios de la Bolsa. Este método se caracteriza por comprar una acción o una serie de acciones y, como dice su nombre, mantenerlas, sin importar los cambios que el mercado experimente, hasta que pasado un periodo de tiempo el inversor decida vender. Esto se utiliza cuando al inversor le interesa mucho más la inversión a largo plazo de alguna empresa o producto que la inversión a corto plazo.

Normalmente, dichas acciones se venden en el momento en el que creemos que han alcanzado su valor máximo o, por el contrario, cuando prevemos que su valor va a descender de tal manera como para que nos puedan ser contraproducentes, disminuyendo el beneficio previsto o incluso produciéndonos pérdidas en relación con la inversión inicial. Asimismo, esta es una de las grandes desventajas de este tipo de métodos ya que no se puede predecir si el mercado va a variar o no.

Usando el método de predicción explicado anteriormente, se realiza la predicción del mes de Abril del 2022. Se puede observar en el Gráfico 6 que el precio inicial real es de 8503.7 y el precio final predicho es de 8573.3 por lo que se espera que suba el valor de la acción real. En este caso, a pesar de que en los primeros días evoluciona desfavorablemente, los siguientes días el valor de la acción aumenta considerablemente. Finalmente, a final del mes nos encontramos que el precio final de la acción es de 8584.2.

En consecuencia, como se ha podido analizar, el porcentaje de beneficio ha sido de un 0,94%. De tal manera, se puede concluir que por una parte el porcentaje mencionado resulta menor del que esperamos y por otra parte la variabilidad es mayor que la permitida, por lo que el riesgo en esta transacción es inviable. Así, igual que se podrían haber obtenido beneficios, también se podrían haber sufrido pérdidas, todo esto dependiendo del momento en que se hubiesen vendido estas acciones.

## 5.5.2 MÉTODO DE COMPRA Y VENTA

Este método consiste en la compra de acciones en un periodo de crecimiento del valor y su posterior venta en el momento en el que el valor adquiera una tendencia negativa para así poder optimizar el beneficio. Para realizar este método cambiaremos la forma de comprar y vender acciones en relación con el punto anterior, llevando a cabo esta estrategia dependiendo de la predicción que hayamos calculado anteriormente.

Para poder optimizar al máximo el beneficio, compraremos y venderemos la acción o acciones dependiendo de si la predicción del día siguiente es favorable o desfavorable. Con esto conseguiremos evitar las rachas en las que el valor de la acción baje considerablemente como hemos observado en el Gráfico 5 y, en consecuencia, poder aprovechar las subidas.

En el caso de este proyecto, realizaremos el estudio de dos formas diferentes. Primero, como hemos hecho anteriormente, realizaremos el estudio con el índice IBEX 35 de forma conjunta, esto quiere decir que se invierte en el IBEX 35 como si fuese una única acción. Y en el segundo método, realizaremos un modelo para que estudie las 35 acciones del índice de forma independiente.

### 5.5.2.1 INVERTIR EN EL IBEX 35 COMO UNA ACCIÓN

Como se ha mencionado anteriormente, crearemos un método que, a través de la predicción, detecte si el precio de la acción va a disminuir o aumentar. De esta manera, podremos aprovechar las tendencias positivas de la acción y evitar que el valor de nuestra inversión disminuya sin la posibilidad de hacer nada.

Para realizar este método, crearemos un algoritmo que, a través de la predicción realizada en el método anterior, nos cree un vector de 0 si la acción va a disminuir al día siguiente y 1 en caso contrario. De esta forma, tendremos más información sobre la inversión y, por consiguiente, tendremos más margen de maniobra para posibles variaciones inesperadas. En este caso, el vector

quedaría así “1 0 0 1 1 1 0 0 1 0 1 1 1 1 1 1 0 0 0 1”. Comprando el primer día y vendiendo el segundo y tercero, pasado esos días, invertiremos durante los tres siguientes días y así sucesivamente.

Para realizar el método, primero probaremos a realizar la predicción del valor final mediante los valores precedidos anteriormente y, finalmente, cuando tengamos el valor real de las acciones del mes entero, comprobaremos la eficacia de nuestro trabajo.

Una vez realizada la predicción, el resultado obtenido es de un beneficio del 8,59%. Este resultado es una predicción y posiblemente se acerque pero realmente no es significativo. Usando los datos reales, comprobamos el beneficio que obtenemos usando este método. En este caso, el porcentaje de beneficio ha sido de un 3,27% y se puede concluir que el porcentaje es mayor que el del método de comprar y mantener del apartado 5.5.1 pero seguiremos estudiando otros métodos.

#### 5.5.2.2 INVERTIR EN LAS 35 ACCIONES DEL IBEX 35

En este apartado desarrollaremos el método anterior que hemos utilizado en el punto 5.5.2.1 pero para cada una de las acciones del IBEX 35, es decir, de manera individual. La complejidad del script se complica porque se tiene que realizar 35 vectores con 0 si el día siguiente de cada una de las acciones disminuye su valor y 1 en caso contrario. De este modo, podemos crear un método que sea bastante más efectivo con respecto al método anterior ya que hay mucha más variabilidad y podemos sacar mucho más provecho de ello.

Como se ha explicado anteriormente, el sistema se caracteriza por 35 vectores de tipo binario que se encargan de informarnos si debemos comprar y mantener la acción o, en caso contrario, que tengamos que venderlo porque se prevé una bajada del valor. Este script se puede encontrar en el apartado llamado ‘Anexo’.

Tabla 2. Vectores compraventa del IBEX 35.

	ANA	ACX	ACS	AENA	ALM	AMS	MTS	BBVA	SAB	SAN	BKT	CABK	CLNX	CIE	ENG	ELE	FER	FDR	GRF	IAG	IBE	ITX	IDR	COL	NAP	MEL	MRL	NTGY	PHM	REE	REP	SGRE	SLR		
1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	
2	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	
3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	
4	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	
5	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1		
6	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	
8	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0		
9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	
10	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	
11	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	
12	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	
13	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	
14	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0
15	0	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	
16	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1	0
19	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0
20	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1

Fuente: Elaboración propia

Una vez hemos conseguido obtener el vector de compra y venta, realizaremos una predicción del beneficio final por cada acción, dando como resultado la siguiente tabla (Tabla 3).

Tabla 3. Resultado de la predicción del método de compra y venta.

ANA	ACX	ACS	AENA	ALM	AMS	MTS	BBVA	SAB	SAN	BKT	CABK	CLNX	CIE	ENG	ELE	FER	
1,1893	1	1	1,1119	1,1232	1,202	1,1491	1,163	1,27	1,1666	1,2474	1,1829	1,126	1,1765	1,102	1,144	1,1464	
FDR	GRF	IAG	IBE	ITX	IDR	COL	MAP	MEL	MRL	NTGY	PHM	REE	REP	SGRE	SLR	TEL	VIS
1,2076	1,32	1,3	1,1898	1,1388	1,093	1,0861	1,1	1,29	1,0995	1,1469	1,2195	1,141	1,2055	1,23	1,288	1,1657	1,0837

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la predicción (Tabla 3), todas las acciones nos devuelven un beneficio bastante elevado. En este caso, hemos invertido 1 unidad por cada acción y en todas las acciones hemos conseguido como mínimo la inversión. Hecho que es muy seguro que no ocurra cuando realicemos este método con los precios reales.

En el siguiente cuadro (Tabla 4), hemos realizado el estudio con los valores reales.

Tabla 4. Resultado del método compra y venta.

ANA	ACX	ACS	AENA	ALM	AMS	MTS	BBVA	SAB	SAN	BKT	CABK	CLNX	CIE	ENG	ELE	FER	
1,1233	1	1	0,9419	1,0129	0,953	1,0263	0,979	1	0,9885	0,9448	0,9391	0,982	0,9716	1,01	1,023	0,9882	
FDR	GRF	IAG	IBE	ITX	IDR	COL	MAP	MEL	MRL	NTGY	PHM	REE	REP	SGRE	SLR	TEL	VIS
0,9495	1,043	1	1	0,9646	0,936	0,9403	0,959	1,06	0,9448	1,0581	0,9632	1,047	1	0,975	1,07	1,1165	1,0287

Fuente: Elaboración propia

Se puede afirmar que en alguna de las acciones hemos obtenido beneficio pero en otras, ha ocurrido lo contrario. Se podría concluir que este método no ha resultado ser el más eficiente de todos porque finalmente nos ha proporcionado una rentabilidad final del  $-0,0001\%$ , obteniendo pérdidas que, en otro periodo del año, posiblemente nos hubiesen generado beneficio. Algo relevante que también se debe comentar es el hecho de que en este método, el riesgo es bastante bajo ya que diversificamos mucho nuestra inversión.

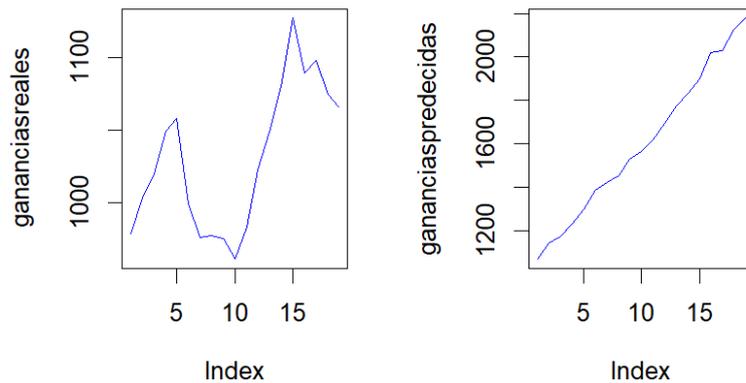
### 5.5.3 MÉTODO DE COMPRA DE LA ACCIÓN MÁS RENTABLE

En este método, a diferencia del anterior, a través de las 35 acciones del IBEX realizaremos una función que sea capaz de calcular el beneficio de cada acción sobre la predicción estudiada anteriormente y a través de estos datos, elegiremos el que más rentabilidad nos aporta e invertiremos en esa acción. En este caso, se invertirá en una acción cada día y en un total de 20 días.

Como se puede observar en el Anexo 3, hemos realizado un algoritmo donde, aprovechando la matriz de retorno diario que hemos predicho en el apartado 5.5.2.2, creamos el sistema que nos escoge la acción que más retorno nos va a producir ese día e invertimos en él.

En el Gráfico 7 podemos observar los resultados de este método. En la parte de la derecha, podemos observar la predicción, en este caso, hemos invertido 1000€ el día 0 y hemos conseguido más de 2000 el día 20. Según la predicción deberíamos duplicar el beneficio pero como podemos observar en el gráfico de la izquierda, siendo este el resultado real, las ganancias son de un 6,5%.

Gráfico 7: Resultado método de compra de la acción más rentable



Fuente: Elaboración propia

#### 5.5.4 MÉTODO DE AFILIACIÓN A UNA ACCIÓN

El método de la afiliación a una acción es de los sistemas de inversión que más se utilizan a día de hoy. Se basa en buscar una empresa importante a nivel nacional o mundial e invertir en esta acción, se invierte en este tipo de empresas ya que la probabilidad de quiebra es muy baja.

En nuestro caso, por una parte realizaremos la inversión en la empresa Telefónica ya que se trata de una empresa competente tanto a nivel nacional como mundial. Para hacer el análisis realizaremos el método de compraventa utilizado en el apartado 5.5.2 de este mismo trabajo. Por otra parte, también hemos realizado el estudio nuevamente con la empresa Indra. En este caso, hemos predicho un beneficio del 9.33%. En los resultados finales, hemos observado que obtenemos unas pérdidas del 6.67%.

En el primer caso, hemos aprovechado que el valor de Telefónica aumentó, consiguiendo un beneficio del 11%. Sin embargo, esto no se debe tener en cuenta como algo habitual ya que esto no ocurre siempre de este modo. Asimismo, en el caso de la acción de Indra, se ha observado que este método no es fiable ya que depende de la elección de la acción correcta en el periodo correcto para así poder obtener beneficios.

Por lo que se ha comprobado que la inversión es algo muy variable y que a largo plazo puede generar una rentabilidad pero a medio o corto puede no ser así ya que dependiendo de muchos factores, el valor se devalúa o aumenta ante la imposibilidad de realizar cambios.

## 6. CONCLUSIONES

Como se ha mencionado en diversas ocasiones a lo largo de este trabajo, el propósito principal del proyecto era realizar un modelo que fuese óptimo para la predicción del IBEX 35 como índice bursátil y como 35 acciones independientes entre sí. Esto se ha llevado a cabo mediante el análisis de la serie temporal utilizando diferentes métodos.

Tras haber analizado los resultados obtenidos en dichos métodos, se puede concluir que los modelos planteados teórica y algorítmicamente funcionan de formas diversas. Así pues, hemos obtenido diferentes resultados, desde porcentajes de éxito hasta valores de pérdida, pero a la conclusión a la que se ha llegado es que hacer un sistema de predicción de la bolsa española es bastante complicado por la gran variabilidad que hay, ya se deba a las diferentes causas socioeconómicas o a otras causas que desconocemos.

A pesar de que en el método de afiliación hemos obtenido un gran beneficio, se debe tener en cuenta que esta opción es muy variable por lo que el riesgo que supone es muy alto. Esto puede generar beneficios pero de un momento a otro, puede hacer que las pérdidas sean muy altas.

Asimismo, según el análisis histórico, se puede asegurar que la inversión a largo plazo supone un menor riesgo ya que, según han pasado los años, el valor de las acciones es mucho mayor que en sus inicios. Sin embargo, esta afirmación no quiere decir que esto sea siempre así pero hay que considerar que la probabilidad es muy alta debido a que en las series temporales se suelen repetir los movimientos, ya que como bien dice su nombre, son temporales.

Gracias al estudio que se ha realizado, se puede afirmar que podemos obtener beneficios a la hora de invertir en el IBEX 35 si sabemos qué método usar y también dependiendo en qué momento y duración se lleva a cabo. Según los resultados obtenidos en el análisis, la mejor opción sería hacer uso del método de la acción más rentable según la predicción ya que dependiendo de la calidad de la predicción (siendo más eficiente en relación al ajuste obtenido) podemos generar beneficios como se ha podido observar a lo largo del estudio aunque no sea el que más beneficio ha generado. Por lo que se puede concluir que, como observamos en la Tabla 5 y hemos mencionado anteriormente, el método más eficiente es el de la compra de la acción más rentable.

Tabla 5. Resultado de los métodos.

	%PREDICCIÓN	%REAL
MÉTODO DE COMPRAR Y MANTENER	-	0,94%
INVERTIR EN EL IBEX 35 COMO UNA ACCIÓN	8,59%	3,27%
INVERTIR EN LAS 35 ACCIONES DEL IBEX 35	17,00%	0,00%
MÉTODO DE COMPRA DE LA ACCIÓN MÁS RENTABLE	205,00%	6,50%
MÉTODO DE AFILIACIÓN A UNA ACCIÓN TELEFÓNICA	16,57%	11,65%
MÉTODO DE AFILIACIÓN A UNA ACCIÓN INDRA	9,33%	-6,62%

Fuente: Elaboración propia

## 7. BIBLIOGRAFÍA

De La Fuente, S. *Series Temporales, Modelo ARIMA, Metodología de Box - Jenkins*. Universidad Autónoma de Madrid.

Konecny, L. (2022). *Acciones y Bolsa: el único Libro que necesitas*. BoD—Books on Demand.

Mauricio, J. A. (2007). Análisis de series temporales. *Universidad Complutense de Madrid*.

Parra, F. (2019). *Estadística y Machine Learning con R*.  
<https://bookdown.org/content/2274/introduccion.html>

Viñals, M. P. (2009). Series temporales (Vol. 64). Univ. Politèc. de Catalunya.

Yahoo Finanzas. (s.f.). IBEX 35. Recuperado el 01 de mayo de  
[https://es.finance.yahoo.com/quote/%5EIBEX/?guccounter=1&guce\\_referrer=aHR0cHM6Ly93d3cuZ29vZ2xlLmNvbS8&guce\\_referrer\\_sig=AQAAAJWDsIJNWtWuRdLDzaTkzLM9ZCFjXAwsFIDT8lz1tte6T41zYGyko\\_-GBwogbeRG2LdAZ1jahMdZ4ry29vK71fWSpqANMe8rJeP8LbQa120YcerO\\_LgzWQbDyh--LLegunWcfTyhvSDTbI5SyzyFN5-slj1bLZUfcill Hiau9Tx](https://es.finance.yahoo.com/quote/%5EIBEX/?guccounter=1&guce_referrer=aHR0cHM6Ly93d3cuZ29vZ2xlLmNvbS8&guce_referrer_sig=AQAAAJWDsIJNWtWuRdLDzaTkzLM9ZCFjXAwsFIDT8lz1tte6T41zYGyko_-GBwogbeRG2LdAZ1jahMdZ4ry29vK71fWSpqANMe8rJeP8LbQa120YcerO_LgzWQbDyh--LLegunWcfTyhvSDTbI5SyzyFN5-slj1bLZUfcill Hiau9Tx)

## 8. ANEXOS

### Anexo 1.

Código relacionado con el apartado 5.5.1 Estudio de la predicción.

```
ticker<-c("^IBEX"); ticker

# fin<-Sys.Date()
# fin2<-"2022-03-01"

getSymbols(ticker,from = "2021-01-01", to= "2022-04-30")
#getSymbols(ticker,from = "2021-01-01", to= fin2)
autoplot(serieIB)

precios<-merge.xts(IBEX[,4])
autoplot(precios)
IBEXF<-IBEX[,1:4]

nrow(precios)

serieIB<-ts(train,start=c(2021,1),frequency=249)#cogemos la base de datos de los cierres y le quitamos el
último mes.

a<-0
x<-0

for (i in 0:22){
  train<-precios[1:319+x,]
  fit.arma12<-Arima(train, order=c(2,1,0))
  predice.arma12<-forecast(fit.arma12,1)
  autoplot(forecast(fit.arma12,1))

  a<-rbind(a,predice.arma12$mean)

  serieIB<-rbind(serieIB,predice.arma12$mean)

  i=i+1
  x=x+1
}
plot(serieIB,type = "l")
plot(a[2:22,],type = "l")
test<-a[4:22,]
real<- c(precios[321:339,])

realn<-as.numeric(real)

#El plot bueno

plot(test,type="b", pch=17, col="red")
lines(realn, col="blue",type = "l", pch=2)

#Suma de los errores cuadráticos

ERROR<- sum(sqrt(abs(realn-test)^2))
ERROR
```

```

#Intento de twostep
a2<-0
x2<-0
for (i in 0:11){
  train2<-precios[1:319+x2+1,]
  fit.arima31<-Arima(train2, order=c(2,1,0))
  predice.arima31<-forecast(fit.arima31,1)
  autoplot(forecast(fit.arima31,1))

  a2<- rbind(a2, predice.arima31$mean)

  serieIB2<- rbind(serieIB, predice.arima31$mean)
  i=i+1
  x2=x2+1
}

plot(serieIB2, type = "l")
plot(a2[3:13], type = "l")
test2<- a2[2:13,]

real2<- c(precios[321:339,])

realn2<- as.numeric(real2)

#El plot bueno
plot(test2,type="b", pch=17, col="red")
lines(realn2[1:12], col="blue",type = "l", pch=2)

ERROR2<- sum(sqrt(abs(realn2[1:12]-test2)^2))

#Intento de treestep

a3<- 0
x3<- 0
for (i in 0:5){
  train3<- precios[1:319+x2+2,]
  fit.arima3<- Arima(train3, order=c(2,1,0))
  predice.arima3<- forecast(fit.arima3,1)
  autoplot(forecast(fit.arima3,1))

  a3<- rbind(a3,predice.arima3$mean)

  serieIB3<- rbind(serieIB,predice.arima3$mean)
  i=i+1
  x3=x3+1
}
real3<- c(precios[321:339,])
realn3<- as.numeric(real3)
#El plot bueno
plot(test3,type="b", pch=17, col="red")
lines(realn3, col="blue",type = "l", pch=2)
ERROR3 <- sum(sqrt(abs(realn3[1:6]-test3)^2))
ERROR3

```

## Anexo 2.

### Código relacionado con el apartado 5.5.2 Método de compra y venta

#Todas a la vez

```
preciosdf<- data.frame(ANA.MC[,4],ACX.MC[,4],ACS.MC[,4],AENA.MC[,4],ALM.MC[,4],AMS.MC[,4],
  MTS.MC[,4],BBVA.MC[,4],SAB.MC[,4],SAN.MC[,4],BKT.MC[,4],CABK.MC[,4],
  CLNX.MC[,4],CIE.MC[,4],ENG.MC[,4],ELE.MC[,4],FER.MC[,4],FDR.MC[,4],
  GRF.MC[,4],IAG.MC[,4],IBE.MC[,4],ITX.MC[,4],IDR.MC[,4],COL.MC[,4],
  MAP.MC[,4],MEL.MC[,4],MRL.MC[,4],NTGY.MC[,4],PHM.MC[,4],REE.MC[,4],
  REP.MC[,4],SGRE.MC[,4],SLR.MC[,4],TEF.MC[,4],VIS.MC[,4])
ncol(preciosdf)
```

```
colnames(preciosdf)<-c('ANA.MC','ACX.MC','ACS.MC','AENA.MC','ALM.MC','AMS.MC',
  'MTS.MC','BBVA.MC','SAB.MC','SAN.MC','BKT.MC','CABK.MC',
  'CLNX.MC','CIE.MC','ENG.MC','ELE.MC','FER.MC','FDR.MC',
  'GRF.MC','IAG.MC','IBE.MC','ITX.MC','IDR.MC','COL.MC',
  'MAP.MC','MEL.MC','MRL.MC','NTGY.MC','PHM.MC','REE.MC',
  'REP.MC','SGRE.MC','SLR.MC','TEF.MC','VIS.MC')
```

#PREDICCIÓN MULTIPLE

```
seriedf<-data.frame(ANA.MC[1,4],ACX.MC[1,4],ACS.MC[1,4],AENA.MC[1,4],ALM.MC[1,4],AMS.MC[1,4],
  MTS.MC[1,4],BBVA.MC[1,4],SAB.MC[1,4],SAN.MC[1,4],BKT.MC[1,4],CABK.MC[1,4],
  CLNX.MC[1,4],CIE.MC[1,4],ENG.MC[1,4],ELE.MC[1,4],FER.MC[1,4],FDR.MC[1,4],
  GRF.MC[1,4],IAG.MC[1,4],IBE.MC[1,4],ITX.MC[1,4],IDR.MC[1,4],COL.MC[1,4],
  MAP.MC[1,4],MEL.MC[1,4],MRL.MC[1,4],NTGY.MC[1,4],PHM.MC[1,4],REE.MC[1,4],
  REP.MC[1,4],SGRE.MC[1,4],SLR.MC[1,4],TEF.MC[1,4],VIS.MC[1,4])
```

```
colnames(seriedf)<-c('ANA.MC','ACX.MC','ACS.MC','AENA.MC','ALM.MC','AMS.MC',
  'MTS.MC','BBVA.MC','SAB.MC','SAN.MC','BKT.MC','CABK.MC',
  'CLNX.MC','CIE.MC','ENG.MC','ELE.MC','FER.MC','FDR.MC',
  'GRF.MC','IAG.MC','IBE.MC','ITX.MC','IDR.MC','COL.MC',
  'MAP.MC','MEL.MC','MRL.MC','NTGY.MC','PHM.MC','REE.MC',
  'REP.MC','SGRE.MC','SLR.MC','TEF.MC','VIS.MC')
```

```
for (m in 1:35){
  seriedf[1:339,m]<-ts(preciosdf[,m],start=c(2021,1),frequency=249)#cogemos la base de datos de los
  cierres y le quitamos el ?ltimo mes.
  arima<-auto.arima(seriedf[,m])
}
```

```
prediccion=data.frame(
  ANA.MC[1,4],ACX.MC[1,4],ACS.MC[1,4],AENA.MC[1,4],ALM.MC[1,4],AMS.MC[1,4],
  MTS.MC[1,4],BBVA.MC[1,4],SAB.MC[1,4],SAN.MC[1,4],BKT.MC[1,4],CABK.MC[1,4],
  CLNX.MC[1,4],CIE.MC[1,4],ENG.MC[1,4],ELE.MC[1,4],FER.MC[1,4],FDR.MC[1,4],
  GRF.MC[1,4],IAG.MC[1,4],IBE.MC[1,4],ITX.MC[1,4],IDR.MC[1,4],COL.MC[1,4],
  MAP.MC[1,4],MEL.MC[1,4],MRL.MC[1,4],NTGY.MC[1,4],PHM.MC[1,4],REE.MC[1,4],
  REP.MC[1,4],SGRE.MC[1,4],SLR.MC[1,4],TEF.MC[1,4],VIS.MC[1,4] )
```

```
test=data.frame( ANA.MC[1,4],ACX.MC[1,4],ACS.MC[1,4],AENA.MC[1,4],ALM.MC[1,4],AMS.MC[1,4],
  MTS.MC[1,4],BBVA.MC[1,4],SAB.MC[1,4],SAN.MC[1,4],BKT.MC[1,4],CABK.MC[1,4],
  CLNX.MC[1,4],CIE.MC[1,4],ENG.MC[1,4],ELE.MC[1,4],FER.MC[1,4],FDR.MC[1,4],
  GRF.MC[1,4],IAG.MC[1,4],IBE.MC[1,4],ITX.MC[1,4],IDR.MC[1,4],COL.MC[1,4],
  MAP.MC[1,4],MEL.MC[1,4],MRL.MC[1,4],NTGY.MC[1,4],PHM.MC[1,4],REE.MC[1,4],
  REP.MC[1,4],SGRE.MC[1,4],SLR.MC[1,4],TEF.MC[1,4],VIS.MC[1,4] )
```

```
for(m in 1:35){
  test[1:22,m]<-c(seriedf[318:339,m])
  for (i in 0:20){
    traintef<-seriedf[1:317+i,m]
```

```

fit.arimatef<-Arima(traintef, order=c(0,1,0))
predice.arimatef<-forecast(fit.arimatef,1)
prediccion[i+1,m]<-c(predice.arimatef$mean)
}
}

prediccion <-as.numeric(prediccion[1:21,])
valorreal<-as.numeric(test[1:21,])

venta<-data.frame(
ANA.MC[1:20,4],ACX.MC[1:20,4],ACS.MC[1:20,4],AENA.MC[1:20,4],ALM.MC[1:20,4],AMS.MC[1:20,4],
MTS.MC[1:20,4],BBVA.MC[1:20,4],SAB.MC[1:20,4],SAN.MC[1:20,4],BKT.MC[1:20,4],CABK.MC[1:20,4],
CLNX.MC[1:20,4],CIE.MC[1:20,4],ENG.MC[1:20,4],ELE.MC[1:20,4],FER.MC[1:20,4],FDR.MC[1:20,4],
GRF.MC[1:20,4],IAG.MC[1:20,4],IBE.MC[1:20,4],ITX.MC[1:20,4],IDR.MC[1:20,4],COL.MC[1:20,4],
MAP.MC[1:20,4],MEL.MC[1:20,4],MRL.MC[1:20,4],NTGY.MC[1:20,4],PHM.MC[1:20,4],REE.MC[1:20,4],
REP.MC[1:20,4],SGRE.MC[1:20,4],SLR.MC[1:20,4],TEF.MC[1:20,4],VIS.MC[1:20,4])

for (m in 1:35){
for (i in 1:20){
if (prediccion[i,m]>prediccion[i+1,m]){
venta[i,m]<-c(0)
}
else{
venta[i,m]<-c(1)
}
}
}
}
venta[1:20,]<-as.numeric(venta[1:20,])
inversion=data.frame(ANA.MC[1,4],ACX.MC[1,4],ACS.MC[1,4],AENA.MC[1,4],ALM.MC[1,4],AMS.MC[1,4],
MTS.MC[1,4],BBVA.MC[1,4],SAB.MC[1,4],SAN.MC[1,4],BKT.MC[1,4],CABK.MC[1,4],
CLNX.MC[1,4],CIE.MC[1,4],ENG.MC[1,4],ELE.MC[1,4],FER.MC[1,4],FDR.MC[1,4],
GRF.MC[1,4],IAG.MC[1,4],IBE.MC[1,4],ITX.MC[1,4],IDR.MC[1,4],COL.MC[1,4],
MAP.MC[1,4],MEL.MC[1,4],MRL.MC[1,4],NTGY.MC[1,4],PHM.MC[1,4],REE.MC[1,4],
REP.MC[1,4],SGRE.MC[1,4],SLR.MC[1,4],TEF.MC[1,4],VIS.MC[1,4] )
colnames(inversion)<-c('ANA.MC','ACX.MC','ACS.MC','AENA.MC','ALM.MC','AMS.MC',
'MTS.MC','BBVA.MC','SAB.MC','SAN.MC','BKT.MC','CABK.MC',
'CLNX.MC','CIE.MC','ENG.MC','ELE.MC','FER.MC','FDR.MC',
'GRF.MC','IAG.MC','IBE.MC','ITX.MC','IDR.MC','COL.MC',
'MAP.MC','MEL.MC','MRL.MC','NTGY.MC','PHM.MC','REE.MC',
'REP.MC','SGRE.MC','SLR.MC','TEF.MC','VIS.MC')

inversionpred=data.frame(
ANA.MC[1,4],ACX.MC[1,4],ACS.MC[1,4],AENA.MC[1,4],ALM.MC[1,4],AMS.MC[1,4],
MTS.MC[1,4],BBVA.MC[1,4],SAB.MC[1,4],SAN.MC[1,4],BKT.MC[1,4],CABK.MC[1,4],
CLNX.MC[1,4],CIE.MC[1,4],ENG.MC[1,4],ELE.MC[1,4],FER.MC[1,4],FDR.MC[1,4],
GRF.MC[1,4],IAG.MC[1,4],IBE.MC[1,4],ITX.MC[1,4],IDR.MC[1,4],COL.MC[1,4],
MAP.MC[1,4],MEL.MC[1,4],MRL.MC[1,4],NTGY.MC[1,4],PHM.MC[1,4],REE.MC[1,4],
REP.MC[1,4],SGRE.MC[1,4],SLR.MC[1,4],TEF.MC[1,4],VIS.MC[1,4] )

colnames(inversionpred)<-c('ANA.MC','ACX.MC','ACS.MC','AENA.MC','ALM.MC','AMS.MC',
'MTS.MC','BBVA.MC','SAB.MC','SAN.MC','BKT.MC','CABK.MC',
'CLNX.MC','CIE.MC','ENG.MC','ELE.MC','FER.MC','FDR.MC',
'GRF.MC','IAG.MC','IBE.MC','ITX.MC','IDR.MC','COL.MC',
'MAP.MC','MEL.MC','MRL.MC','NTGY.MC','PHM.MC','REE.MC',
'REP.MC','SGRE.MC','SLR.MC','TEF.MC','VIS.MC')

venta[1,1]

```

## #CON PRECIOS PREDICCIÓN

```

for (m in 1:35){
inversionpred[1,m]=1000

if (venta[1,m]==1){ #ESTO LO HE HECHO PARA EL PRIMER DÍA, COMO NO TENEMOS DIA 0 NO
PUEDA ESTAR DENTRO DE

```

```

inversionpred[1,m]<-inversionpred[1,m]/prediccion[1,m] #LA FUCION.
print("compra")

}

for (i in 2:19){

  if(venta[i,m]==1){

    if(venta[i-1,m]==0){ #AYER FUE 0 Y HOY ES 1 POR LO QUE TENEMOS QUE COMPRAR
      inversionpred[1,m]<-inversionpred[1,m]/prediccion[i,m] #DINERO QUE TENEMOS /PRECIO
      ACCION
      print("compra")
    }

  }else{

    if(venta[i-1,m]==1){ #AYER ERA 1 Y HOY ES 0 POR LO QUE TENEMOS QUE VENDER
      inversionpred[1,m]<-inversionpred[1,m]*prediccion[i,m]#DINERO QUE TENEMOS * ACCION
      print("Vende")

    }

  }

}

if (venta[20,m]==1 & venta[19,m]==1 ){#HE HECHO QUE EL ÚLTIMO DÍA VENDA SI O SI
  inversionpred[1,m]<-inversionpred[1,m]*prediccion[20,m] #DINERO QUE TENEMOS * ACCION
  print("vende final")

}

if (venta[20,m]==0 & venta[19,m]==1){#HE HECHO QUE EL ÚLTIMO DÍA VENDA SI O SI
  inversionpred[1,m]<-inversionpred[1,m]*prediccion[20,m] #DINERO QUE TENEMOS * ACCION
  print("vende final")
}

}
inversionpred

```

#### #INVERSION CON VALORES REALES

```

for (m in 1:35){
  inversion[1,m]=1
  if (venta[1,m]==1){ #ESTO LO HE HECHO PARA EL PRIMER DÍA, COMO NO TENEMOS DIA 0 NO
  PUEDE ESTAR DENTRO DE
  inversion[1,m]<-inversion[1,m]/test[1,m] #LA FUCION.
  print("compra")

}

for (i in 2:19){
  if(venta[i,m]==1){
    if(venta[i-1,m]==0){ #AYER FUE 0 Y HOY ES 1 POR LO QUE TENEMOS QUE COMPRAR
      inversion[1,m]<-inversion[1,m]/test[i,m] #DINERO QUE TENEMOS /PRECIO ACCION
      print("compra")
    }
  }
}
else{
  if(venta[i-1,m]==1){ #AYER ERA 1 Y HOY ES 0 POR LO QUE TENEMOS QUE VENDER
    inversion[1,m]<-inversion[1,m]*test[i,m]#DINERO QUE TENEMOS * ACCION
    print("Vende")
  }
}
}

if (venta[20,m]==1 & venta[19,m]==1 ){#HE HECHO QUE EL ÚLTIMO DÍA VENDA SI O SI

```

```

inversion[1,m]<-inversion[1,m]*test[20,m] #DINERO QUE TENEMOS * ACCION
print("vende final")
}
if (venta[20,m]==0 & venta[19,m]==1){#HE HECHO QUE EL ÚLTIMO DÍA VENDA SI O SI
inversion[1,m]<-inversion[1,m]*test[20,m] #DINERO QUE TENEMOS * ACCION
print("vende final")
}
}
}
inversion

```

### Anexo 3.

Código relacionado con el apartado 5.5.3 Método de compra de la acción más rentable.

```

#####
#####
#####Modelo de coger el que mas porcentaje va a subir
#####
#####
#####
porcentajespred=data.frame(
ANA.MC[1,4],ACX.MC[1,4],ACS.MC[1,4],AENA.MC[1,4],ALM.MC[1,4],AMS.MC[1,4],
MTS.MC[1,4],BBVA.MC[1,4],SAB.MC[1,4],SAN.MC[1,4],BKT.MC[1,4],CABK.MC[1,4],
CLNX.MC[1,4],CIE.MC[1,4],ENG.MC[1,4],ELE.MC[1,4],FER.MC[1,4],FDR.MC[1,4],
GRF.MC[1,4],IAG.MC[1,4],IBE.MC[1,4],ITX.MC[1,4],IDR.MC[1,4],COL.MC[1,4],
MAP.MC[1,4],MEL.MC[1,4],MRL.MC[1,4],NTGY.MC[1,4],PHM.MC[1,4],REE.MC[1,4],
REP.MC[1,4],SGRE.MC[1,4],SLR.MC[1,4],TEF.MC[1,4],VIS.MC[1,4] )
colnames(porcentajespred)<-c('ANA.MC','ACX.MC','ACS.MC','AENA.MC','ALM.MC','AMS.MC',
'MTS.MC','BBVA.MC','SAB.MC','SAN.MC','BKT.MC','CABK.MC',
'CLNX.MC','CIE.MC','ENG.MC','ELE.MC','FER.MC','FDR.MC',
'GRF.MC','IAG.MC','IBE.MC','ITX.MC','IDR.MC','COL.MC',
'MAP.MC','MEL.MC','MRL.MC','NTGY.MC','PHM.MC','REE.MC',
'REP.MC','SGRE.MC','SLR.MC','TEF.MC','VIS.MC')
porcentajesreales<-porcentajespred
#PREDICCIÓN PORCENTAJES

for (m in 1:35){
for (i in 2:20){
porcentajespred[i-1,m]<-(prediccion[i,m]-prediccion[i-1,m])/prediccion[i-1,m]
porcentajesreales[i-1,m]<-(test[i,m]-test[i-1,m])/test[i-1,m]
}
}

porcentajespred
porcentajesreales

#El mejor de cada dia

mejor=matrix(0,19)
matrizcompra=matrix(0,19)
porcentreal=mejor
for (i in 1:19){
for (m in 1:35){
maximo<-porcentajespred[i,m]
if (mejor[i,1]<maximo){
mejor[i]<-porcentajespred[i,m]
matrizcompra[i]<-m
# peor<-min(porcentajespred[i,m])
# peorinv<-peorinv*(1+min(porcentajespred[i]))
# print(c("DIA", i, "Porcentaje","", "TOTAL"))
}
}
}

```

```
# print(c("Mejor %: ", mejor , inversiontot ))
# print(c("Peor %: ", peor , peorinv))
#[i]<-peorinv
}
}
print(mejor[i])
}
```

# COMpra de las acciones mejores

```
inversiontot=1000
ganancias=matrix(1:19)

#GANANCIAS PREDECIDAS
for (i in 1:19){
  c<-matrizcompra[i]

  inversiontot<-inversiontot*(1+max(porcentajespred[i,c]))
  ganancias[i]<-inversiontot
}
gananciaspredecidas<-ganancias
plot(gananciaspredecidas, xlabel="Marzo", ylabel="Inversión", col="blue",type = "l", pch=2)
```

#Hacer el valor real.

```
#GANANCIAS REALES
inversionreal=1000
gananciasreales=matrix(0,19)

for (i in 1:19){
  c<-matrizcompra[i]

  inversionreal<-inversionreal*(1+porcentajesreales[i,c])
  print(inversionreal)
  gananciasreales[i,1]<-inversionreal
}

plot(gananciasreales, xlabel="Marzo", ylabel="Inversión", col="blue",type = "l", pch=2)
```

## Anexo 4.

Código relacionado con el apartado 5.5.4 Método de afiliación a una acción.

```
#####
#####PREDICCION TEL#####
#####

serietef<-ts(tef,start=c(2021,1),frequency=249)#cogemos la base de datos de los cierres y le quitamos el último mes.
arima<-auto.arima(serietef)
arima

tef<-(TEF.MC[,4])
predicciontef=list()
predicciontef[]<-NULL
testtef=list()
testtef[]<-NULL

for (i in 0:20){
  traintef<-tef[1:317+i,]
  fit.arimatef<-Arima(traintef, order=c(0,1,0))
  predice.arimatef<-forecast(fit.arimatef,1)
  predicciontef<-c(predicciontel,predice.arimatef$mean)
```

```

testtef<-c(testtef,tef[318+i,])

i=i+1
}

predicciondetef <-as.numeric(predicciontef[1:21])
valorrealtef <-as.numeric(testtef[1:21])

#El plot bueno

plot(predicciondetef,type="b", pch=17, col="red")
lines(valorrealtef, col="blue",type = "l", pch=2)

#Suma de los errores cuadráticos

ERROTEF<-sum(sqrt(abs(predicciondetef-valorrealtef)^2))
ERROTEF

#Intento de que compre si el dia siguiente se predice bueno

ventatef<-list()
ventatef[]<-NULL
compratef<-list()
compratef[]<-NULL

precioin<-predicciondetef[1]
cartera<-inversion/predicciondetef[1]

for (i in 1:20){
  if (predicciondetef[i]>predicciondetef[i+1]){
    #cartera=cartera*predicciondetef[i]
    ventatef<-c(ventatef,0)
    # ventatef<-c(ventatef,i)
  }
  else{
    # compratef<-c(compratef,i)
    ventatef<-c(ventatef,1)
  }
}
ventatef<-as.numeric(ventatef)
#compratef<-as.numeric(compratef)

inversion=1000
for (i in 1:20){
  if(ventatef[i]<ventatef[i+1]){ #Compramos
    inversion<-inversion*predicciondetef[i]
  }
  else{

    if(ventatef[i-1]>ventatef[i]){#Vendemos
      inversion<-inversion/predicciondetef[i]
    }
  }
  print(inversion)
}

inversion
#####
inversion=1

if (ventatef[1]==1){ #ESTO LO HE HECHO PARA EL PRIMER DÍA, COMO NO TENEMOS DIA 0 NO PUEDE ESTAR
DENTRO DE
  inversion<-inversion/predicciondetef[1] #LA FUCION.
  print("compra")
}
for (i in 2:20){
  if(ventatef[i]==1){
    if(ventatef[i-1]==0){ #AYER FUE 0 Y HOY ES 1 POR LO QUE TENEMOS QUE COMPRAR
      inversion<-inversion/predicciondetef[i] #DINERO QUE TENEMOS /PRECIO ACCION
    }
  }
}
else{

```



UNIVERSITAS  
Miguel Hernández

```
if(ventatef[i-1]==1){ #AYER ERA 1 Y HOY ES 0 POR LO QUE TENEMOS QUE VENDER
  inversion<-inversion*predicciondetef[i]#DINERO QUE TENEMOS * ACCION
}
}
print(inversion)
}
if (ventatef[20]==1){#HE HECHO QUE EL ÚLTIMO DÍA VENDA SI O SI
  inversion<-inversion*predicciondetef[20] #DINERO QUE TENEMOS * ACCION
  print("intersion")
}
inversion
```

