



# Trabajo Fin de Grado

## Evolución de la rentabilidad de Grifols e IAG a causa del COVID-19

Performance of Grifols and IAG due to COVID-19

Autor

**Valeria Causin Aldaz**

Directores

**Javier Tapia Barcones**

**Elena Calvo Calzada**

Facultad de Economía y Empresa. Universidad de Zaragoza

2021

**Autor del trabajo:** Valeria Causin Aldaz

**Título del trabajo:** Evolución de la rentabilidad de Grifols e IAG a causa del COVID-19

**Titulación:** Grado en Economía

**Directores del trabajo:** Javier Tapia Barcones y Elena Calvo Calzada

## RESUMEN

Grifols, empresa del sector farmacéutico; e IAG, compañía del sector aéreo, son dos empresas que cotizan en el IBEX 35 y, posiblemente se han visto afectadas de diferente manera por la crisis económica y sanitaria derivada del COVID-19.

En este estudio se ha investigado la evolución de la rentabilidad de ambas empresas en el periodo comprendido entre el 3 de febrero de 2020 y el 28 de abril de 2020. En el procedimiento se han considerado distintas variables, bursátiles y relacionadas con la pandemia, cuyos datos se han extraído de la Bolsa de Madrid y el Instituto de Salud Carlos III. Se han elaborado 2 modelos, uno para cada empresa, por Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) y, se ha analizado que cumpliesen las hipótesis básicas del modelo.

En cuanto a los resultados alcanzados a través de estos modelos econométricos, se concluye que la rentabilidad de Grifols apenas ha sido afectada positivamente por la pandemia sanitaria. El modelo explica el 37% de la variación total de la rentabilidad, algo esperado en la modelización bursátil. Sin embargo, la rentabilidad de IAG sí se ha visto afectada y de una manera negativa por el COVID-19. Si aumenta el número de personas que dan positivo por la enfermedad, su rentabilidad disminuye. En este caso, el modelo explica el 62% de la variación total de la rentabilidad.

**Palabras clave:** Grifols, IAG, pandemia, COVID-19, IBEX 35, rentabilidad

## ABSTRACT

Grifols, a company in the pharmaceutical sector; and IAG, a company in the airline sector, are two companies listed on the IBEX 35 and, possibly, have been affected in different ways by the economic and health crisis derived from COVID-19.

This study has investigated the evolution of the profitability of both companies in the period from February 3, 2020 to April 28, 2020. In the procedure, different variables, stock market and pandemic-related, have been considered, whose data have been extracted from the Madrid Stock Exchange and the Carlos III Health Institute. Two models have been developed, one for each company, by Ordinary Least Squares (OLS), and it has been analyzed that they comply with the basic hypotheses of the model.

The results obtained from these econometric models show that the profitability of Grifols has hardly been positively affected by the health pandemic. The model explains 37% of the total variation in profitability, which is expected in stock market modeling. However, IAG's profitability has been negatively affected by COVID-19. If the number of people testing positive for the disease increases, its profitability decreases. In this case, the model explains 62% of the total variation in profitability.

**Keywords:** Grifols, IAG, pandemic, COVID-19, IBEX-35, profitability

## **Agradecimientos**

A los directores de este Trabajo de Fin de Grado, Elena Calvo y Javier Tapia. Ellos han hecho que el camino sea más fácil. Sin importar el día de la semana o si era periodo vacacional, han estado disponibles para realizar una tutoría o resolver dudas. Me han demostrado una gran vocación por su trabajo.

A los profesores que me han ayudado a desarrollar mi pasión por la economía y han contribuido a mi crecimiento como persona.

**Dedicado a:**

A mis padres, por ser mis pilares, por apoyarme incondicionalmente, por confiar en mí y por demostrar día a día lo orgullosos que están de que vaya alcanzando mis metas.

A mi padrastro, él ha sido otro pilar fundamental para mí y siempre me ha apoyado y ha demostrado estar muy orgulloso de mí.

A mis hermanos, por compartir tantos momentos juntos, su alegría, su cariño y su amor incondicional.

## ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN.....	1
2	CONTEXTUALIZACIÓN.....	4
2.1	GRIFOLS .....	4
2.2	INTERNATIONAL AIRLINES GROUP (IAG) .....	8
3	MARCO TEÓRICO .....	11
4	ESPECIFICACIÓN DEL MODELO .....	13
4.1	ESTIMACIÓN GRIFOLS .....	14
4.2	INTERNATIONAL AIRLINES GROUP (IAG) .....	24
5	RESULTADOS E INTERPRETACIÓN .....	32
5.1	ANÁLISIS DE GRIFOLS .....	32
5.2	ANÁLISIS DE INTERNATIONAL AIRLINES GROUP.....	33
6	CONCLUSIONES.....	34
7	BIBLIOGRAFÍA .....	35

## ÍNDICE DE FIGURAS

**Figura 1:** 2.1: Evolución de la rentabilidad de Grifols entre el 3 de febrero de 2020 y el 28 de abril de 2020 en el IBEX 35 (en tantos por uno). Fuente: Bolsa de Madrid. Elaboración propia

**Figura 2:** 2.2: Gráficos de series temporales. Herramienta GRETL. Elaboración propia

**Figura 3:** 2.3: Evolución de la rentabilidad de IAG entre el 3 de febrero de 2020 y el 28 de abril de 2020 en el IBEX 35 (en tantos por uno). Fuente: Bolsa de Madrid. Elaboración propia

**Figura 4:** 2.4: Gráficos de series temporales. Herramienta GRETL. Elaboración propia

**Figura 5:** 4.1: Matriz de correlación entre las variables objeto de estudio. Herramienta GRETL. Elaboración propia

**Figura 6:** 4.2: Modelo 1 MCO de las variables explicativas de la variable dependiente rentabilidad. Herramienta GRETL. Elaboración propia

**Figura 7:** 4.3: Factor de Inflación de la Varianza. Herramienta GRETL. Elaboración propia

**Figura 8:** 4.4: Modelo 2 MCO. Herramienta GRETL. Elaboración propia

**Figura 9:** 4.5: Modelo 3 MCO. Herramienta GRETL. Elaboración propia

**Figura 10:** 4.6: Contraste RV de Quandt. Herramienta GRETL. Elaboración propia

**Figura 11:** 4.7: Contraste de Chow. Herramienta GRETL. Elaboración propia

**Figura 12:** 4.8: Modelo 5 MCO. Herramienta GRETL. Elaboración propia

**Figura 13:** 4.9: Contraste de RESET. Herramienta GRETL. Elaboración propia

**Figura 14:** 4.10: Contraste de normalidad de los residuos. Herramienta GRETL. Elaboración propia

**Figura 15:** 4.11: Contraste de Heterocedasticidad de White. Herramienta GRETL. Elaboración propia

**Figura 16:** 4.12: Contraste de Heterocedasticidad de Breusch-Pagan. Herramienta GRETL. Elaboración propia

**Figura 17:** 4.13: Matriz de correlación entre las variables objeto de estudio. Herramienta GRETL. Elaboración propia

**Figura 18:** 4.14: Modelo 1 MCO de las variables explicativas de la variable dependiente rentabilidad. Herramienta GRETL. Elaboración propia

**Figura 19:** 4.15: Factor de Inflación de la Varianza. Herramienta GRETL. Elaboración propia

**Figura 20:** 4.16: Modelo 2 MCO. Herramienta GRETL. Elaboración propia

**Figura 21:** 4.17: Modelo 3 MCO. Herramienta GRETL. Elaboración propia

**Figura 22:** 4.18: Contraste RV de Quandt. Herramienta GRETL. Elaboración propia

**Figura 23:4.19:** Contraste de Chow. Herramienta GRETL. Elaboración propia

**Figura 24:** 4.20: Modelo 4 MCO. Herramienta GRETL. Elaboración propia

**Figura 25:** 4.21: Contraste de RESET. Herramienta GRETL. Elaboración propia

**Figura 26:** 4.22: Contraste de normalidad de los residuos. Herramienta GRETL. Elaboración propia

**Figura 27:** 4.23: Contraste de Heterocedasticidad de White. Herramienta GRETL. Elaboración propia

**Figura 28:** 4.24: Contraste de Heterocedasticidad de Breusch-Pagan. Herramienta GRETL. Elaboración propia

## 1 INTRODUCCIÓN

---

El COVID-19 es una enfermedad que, hasta el 15 de junio de 2021, ha contagiado, de acuerdo a los datos del Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar Social a más de 3,7 millones de personas en España. Pero, se han desarrollado diversas vacunas y, en este país, más de 13,3 millones de personas ya han recibido la pauta completa de la vacuna.

La economía se ha visto gravemente dañada. De acuerdo a los datos extraídos del INE, el valor del PIB a precios de mercado, ajustado por estacionalidad y calendario, durante el cuarto trimestre del año 2019, previo a la pandemia, fue de 315.833 millones de euros. En el primer trimestre de 2020 ya se comenzaron a hacer visibles los efectos del COVID-19, pero el segundo trimestre del año 2020 fue el más afectado, ese valor del PIB se redujo hasta los 245.832 millones de euros. En conjunto, el PIB en el año 2020 se redujo un 9,9%, en términos interanuales. El último periodo para el que hay datos es el primer trimestre de 2021, en el que el valor del PIB fue de 287.407 millones de euros. Por su parte, la tasa de paro, de acuerdo también a los datos proporcionados por el INE, el cuarto trimestre de 2019 era de un 13,78% y, desde entonces, hasta el último dato disponible, primer trimestre de 2021, ha continuado creciendo situándose en un 15,98%.

Sin embargo, la crisis sanitaria ha afectado de forma desigual a los sectores de la economía y se propone analizar el impacto en dos de ellos, a priori, antagónicos: sector aéreo y sector farmacéutico.

El sector aéreo es relevante en la economía española y antes de la crisis sanitaria causada por el coronavirus (SARS-CoV-2) se encontraba en crecimiento. En base a los datos obtenidos de la nota de prensa del INE de 3 de febrero de 2020, “Estadística de Movimientos Turísticos en Fronteras (FRONTUR). Diciembre 2019 y año 2019. Datos provisionales”, en el año 2019, un total de 83,7 millones de viajeros escogieron España, y más del 80% (62,7 millones) apostaron por el medio aéreo para trasladarse al país, por lo tanto, este sector es clave para el turismo. Concretamente, conforme a lo expuesto en el informe “El transporte aéreo: aportación a la economía española y propuestas para la mejora de su competitividad”, publicado por la CEOE en febrero de 2019, en 2018, este sector generó 440.000 puestos de trabajo englobando los que crea de manera directa, indirecta e inducida. También en ese año, 2018, el número total de tráfico de aeronaves

en la nación fue de más de 2,3 millones y el total de mercancías superó 1 millón de toneladas.

Por otro lado, el sector farmacéutico, al igual que el sector aéreo también es importante en la economía española. Tal y como se expone en la memoria del año 2019 de Farmaindustria, la industria farmacéutica, en 2019, estaba compuesta por 212.000 empleados comprendiendo los que son de manera directa, indirecta e inducida. Y, mientras que su volumen de negocio era del 2,7% del global de la industria del país, supuso el 18,9% de la inversión general de la industria española en I+D. Por otro lado, batió su propio récord de exportaciones, valoradas en más de 12 millones de euros, suponiendo un 4,2% del total de las exportaciones realizadas por el país durante ese año.

Las actividades productivas de ambos sectores se vieron afectadas a partir del 31 de enero de 2020 cuando se detectó en las islas Canarias el primer caso de COVID-19 en territorio español. El virus se expandió y, el 14 de marzo de 2020, el Gobierno declaró el estado de alarma para frenar la pandemia, tal y como se recoge en el Real Decreto 463/2020, de 14 de marzo, por el que se declara el estado de alarma para la gestión de la situación de crisis sanitaria ocasionada por el COVID-19. En los últimos años han existido otras enfermedades contagiosas, pero ninguna de ellas ha tenido consecuencias tan graves a nivel económico y sanitario alrededor de todo el mundo.

En la bolsa española se vieron reflejadas las consecuencias de esta enfermedad, y es que la bolsa experimentó en la primera quincena de marzo de 2020 una fuerte caída que hizo que el índice bursátil pasase de situarse por encima de los 9.000 puntos en febrero de 2020, incluso alcanzando los 10.000 en algún momento, a encontrarse por debajo de los 7.000 puntos a mediados de marzo de 2020. Esto, fue consecuencia del cierre de la economía y las expectativas no muy positivas de las empresas, cuyos ingresos se vieron enormemente reducidos y, en diversos casos, las compañías tuvieron que interrumpir sus actividades productivas.

El objetivo de este trabajo radica en examinar la respuesta de la rentabilidad de dos empresas que cotizan en el IBEX 35, ante los cambios que se han producido en determinadas variables económicas y sanitarias. Esas dos empresas son International Airlines Group (compañía aérea) y Grifols (farmacéutica), compañías a las que, a priori, esta crisis les habría afectado de manera diferente.

Partiendo de los datos obtenidos en la Bolsa de Madrid y en el Instituto de salud Carlos III, para los días laborables en el periodo comprendido entre el 3 de febrero de 2020 y el 28 de abril de 2020, se estimará la rentabilidad de ambas empresas a través de un modelo creado con el programa gretl, se analizará cómo les han influido las diferentes variables y se mencionarán las conclusiones extraídas del desarrollo de la investigación.

En la bibliografía se pueden encontrar estudios econométricos relacionados con los efectos que está teniendo la pandemia en los sectores turístico y farmacéutico. Como ejemplo se puede citar a Richard T.R. Qiu, Jinah Park, ShiNa Li y Haiyan Song que realizaron un estudio sobre los costes sociales del turismo durante la pandemia del COVID-19 en tres destinos chinos: Wuhan, Guangzhou y Hong Kong. Para ello utilizaron el método de valoración contingente de elección dicotómica de triple límite. Llegaron a la conclusión de que la mayoría de los encuestados estaban dispuestos a pagar por la reducción del riesgo y no hubo una diferencia significativa entre la disposición a pagar de los habitantes de las tres ciudades. Las curvas de demanda basadas en la disposición a pagar para las tres ciudades muestran un patrón parecido, lo cual es lógico dado que la pandemia se ha extendido precipitadamente alrededor del planeta y ha perjudicado negativamente la salud pública global. Sin embargo, se ha visto una diferencia común, en general, los más jóvenes estaban dispuestos a pagar más por la reducción del riesgo.

Asimismo, Abhinav Sharma y Juan Luis Nicolau realizaron un estudio sobre una valoración de mercado abierto de los efectos del COVID-19 en la industria de viajes y turismo. Concretamente, realizaron una investigación econométrica para saber hasta qué punto las diversas industrias de hoteles, aerolíneas, cruceros y alquiler de automóviles se han podido ver afectadas por el coronavirus (SARS-CoV-2) de forma desigual y, por tanto, que los fondos de rescate se prioricen en relación a ello. Llegan a la conclusión de que las cuatro industrias han sufrido una caída en la valoración, aunque una de las inquietudes más grande aparece en el sector de los cruceros, quizás debería darse preferencia en la asignación de asistencia financiera, a pesar de que hay que tener en cuenta la disponibilidad de asistencia estatal para sectores no relacionados con los viajes.

Además, Shivam Mittal y Dipasha Sharma han realizado una investigación sobre el impacto del COVID-19 en la rentabilidad de las acciones del sector farmacéutico y sanitario de la India. Realizaron un estudio econométrico y sus resultados mostraron que

la pandemia afectaba considerablemente el desempeño de las acciones del sector. A su vez, las empresas sanitarias y farmacéuticas estarían operando de manera efectiva para satisfacer la demanda de sus productos y servicios, que, al mismo tiempo, las convertiría en la mejor elección para los inversores.

Se concluye esta introducción presentando la estructura del documento: Contexto, donde se presentan detenidamente las empresas International Airlines Group y Grifols, y se pone de manifiesto cómo les ha afectado la pandemia. En el epígrafe siguiente se presenta el Marco Teórico, donde se concreta en profundidad el objetivo, los datos, variables y modelo escogidos para la estimación. Se continúa con los resultados obtenidos y las conclusiones.

## **2 CONTEXTUALIZACIÓN**

---

### **2.1 GRIFOLS**

Grifols desarrolla una actividad que está encauzada al ámbito sanitario y, su principal objetivo es incrementar tanto el bienestar, como la salud de los seres humanos alrededor del planeta. Fue constituida en Barcelona en 1909 por el médico Josep Antoni Grifols i Roig y no fue hasta 1987, a raíz de la creación de un holding, cuando adoptó el nombre de Grupo Grifols.

De acuerdo con los informes anuales integrados de Grifols, el negocio de esta firma española se compone de cuatro secciones, además de la oferta de diferentes servicios transversales con la finalidad de poder crear diversas oportunidades, así como de fortalecer la propia organización. La primera de las cuatro secciones se ha denominado diagnostic y, está enfocada en las soluciones diagnósticas de gran avance para examinar el plasma y la sangre. La segunda sección es el hospital, dedicada a las singularidades farmacéuticas de utilización hospitalaria y soluciones transformadoras para realizar la gestión de la farmacia hospitalaria. La tercera de ellas es bioscience, dedicada a la fabricación de medicamentos provenientes del plasma. La cuarta, y última, se denomina bio supplies, focalizada en mercancías biológicas, pero de utilización no terapéutica.

Según el informe anual integrado de 2020 de Grifols, y para el periodo que se va a estudiar, entre el 3 de febrero y el 28 de abril de 2020, esta empresa realizó un acuerdo

con múltiples autoridades sanitarias en Estados Unidos para colaborar en la realización a través del uso del plasma hiperinmune, del primer tratamiento contra el COVID-19. Esto lo realizó en el mes de marzo. Y, en el mes de abril, comenzó en Estados Unidos una campaña de donación de plasma hiperinmune para la elaboración de ese tratamiento.

A la vista de este mismo informe, la sede corporativa de esta multinacional se encuentra en Barcelona, España. Asimismo, cuenta con filiales en cuatro continentes y está presente a través de distribuidores en los cinco continentes. Además, posee 264 centros de plasma en Estados Unidos, 48 en Europa y 41 en China. Sus ingresos en Estados Unidos y Canadá en 2020 ascendieron a 3.600 millones de euros, lo que supone un 67% del total. En Europa, esos ingresos alcanzaron 834 millones de euros. Su patrimonio neto se situó en 6,72 billones de euros.

En lo referente a los ingresos, éstos ascendieron en 2020 a 5.340 millones de euros, lo que supone un aumento del 4,7% o, manteniendo un tipo de cambio constante, un aumento del 6,1%. El mayor incremento se produjo en Norteamérica que, a su vez, es donde mayores ingresos tiene la empresa. Y, de las cuatro divisiones, la que mayores ingresos genera es bioscience (un 79% del total). El beneficio neto de la empresa para ese año fue de 619 millones de euros.

Por otro lado, sus inversiones productivas fueron de 308 millones de euros frente a los 332 destinados en 2019 y, las inversiones netas en I+D+i ascendieron a 298 millones de euros frente a los 329 dedicados el año anterior.

Además, el impacto económico fue de 7.500 millones de euros, el 40% del cual provino de los centros de plasma, en España ese impacto fue de 1.500 millones de euros.

En relación al empleo, el equipo humano de Grifols es muy diverso, trabajan personas de hasta 88 nacionalidades diferentes y el total de trabajadores es de 23.655, de los cuales el 60% son mujeres. El 98% de los contratos son permanentes y a lo largo del año 2020 creó 140.000 empleos, 16.000 de los cuales fueron en España.

Por otra parte, el crecimiento experimentado por esta compañía desde sus inicios, hizo posible que comenzase su andadura en el mercado bursátil español en 2006 y, en 2008 pasó a ser una empresa integrante del IBEX 35. Sin embargo, no sólo cotiza en el mercado

de valores de España, desde 2011 también lo hace en el Nasdaq, una bolsa de valores electrónica norteamericana.

Centrando la atención en el IBEX 35, en el año 2020, el precio mínimo de su acción fue de 21,41 euros y el precio máximo de la acción fue de 34,31 euros. En comparación al resto de sociedades que forman parte del IBEX 35, es de las que mayor precio por acción tuvo. En otra variable, como la capitalización, con un valor de 10.176 millones de euros, ocupaba un lugar intermedio, no era de las que más ni de las que menos capitalización tenía.

Ahora, para visualizar el efecto que ha tenido la pandemia sobre la variable rentabilidad en el IBEX 35, se ha elaborado la figura 2.1. El espacio de tiempo estudiado abarca desde el 3 de febrero de 2020 hasta el 28 de abril de 2020, comprendiendo 30 sesiones antes y después de la declaración del Estado de alarma, es decir, un total de 60 sesiones.

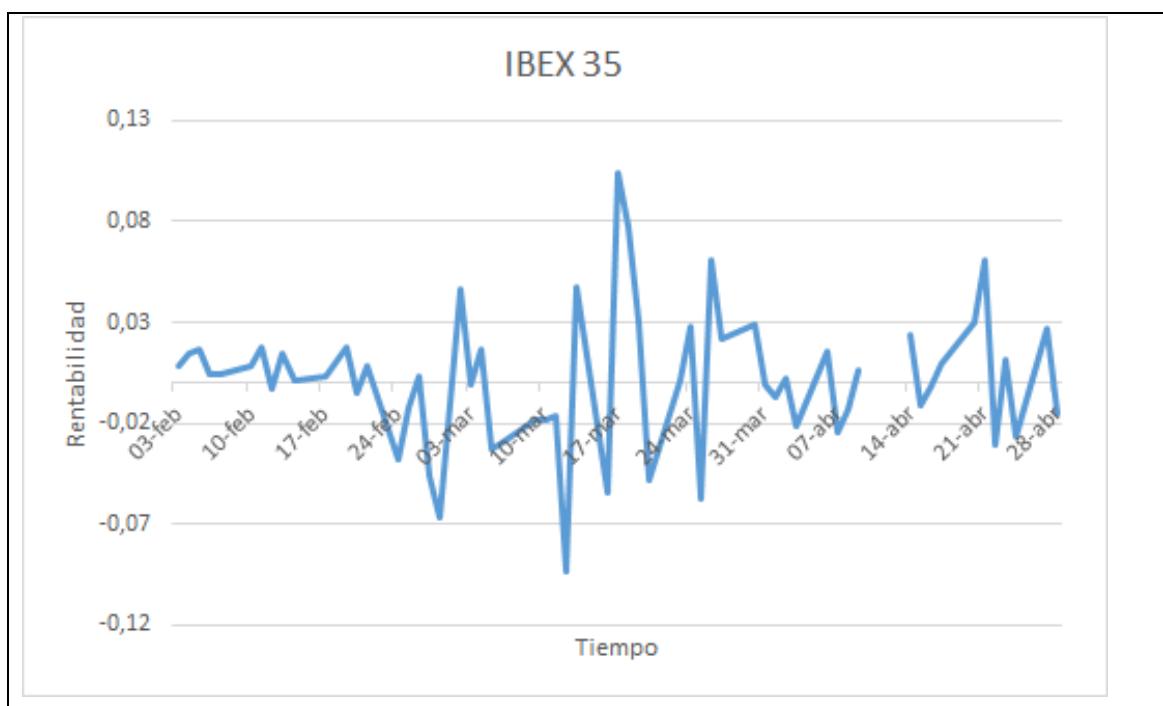


Figura 2.1: Evolución de la rentabilidad de Grifols entre el 3 de febrero de 2020 y el 28 de abril de 2020 en el IBEX 35 (en tantos por uno). Fuente: Bolsa de Madrid. Elaboración propia

La figura 2.1 muestra que a finales de febrero se comenzaron a producir fluctuaciones más grandes. El día 12 de marzo, dos días antes de la declaración del Estado de alarma por parte del Gobierno, la rentabilidad alcanzó el mínimo del periodo considerado, -0,09.

Por el contrario, el día 17 de marzo, correspondiente a la segunda sesión tras el confinamiento, se alcanzó la rentabilidad máxima del espacio temporal señalado, 0,104.

Por último, en la figura 2.2 se observan 4 gráficos de series temporales, sobre la evolución durante el periodo señalado de 4 variables que se van a considerar en el estudio.

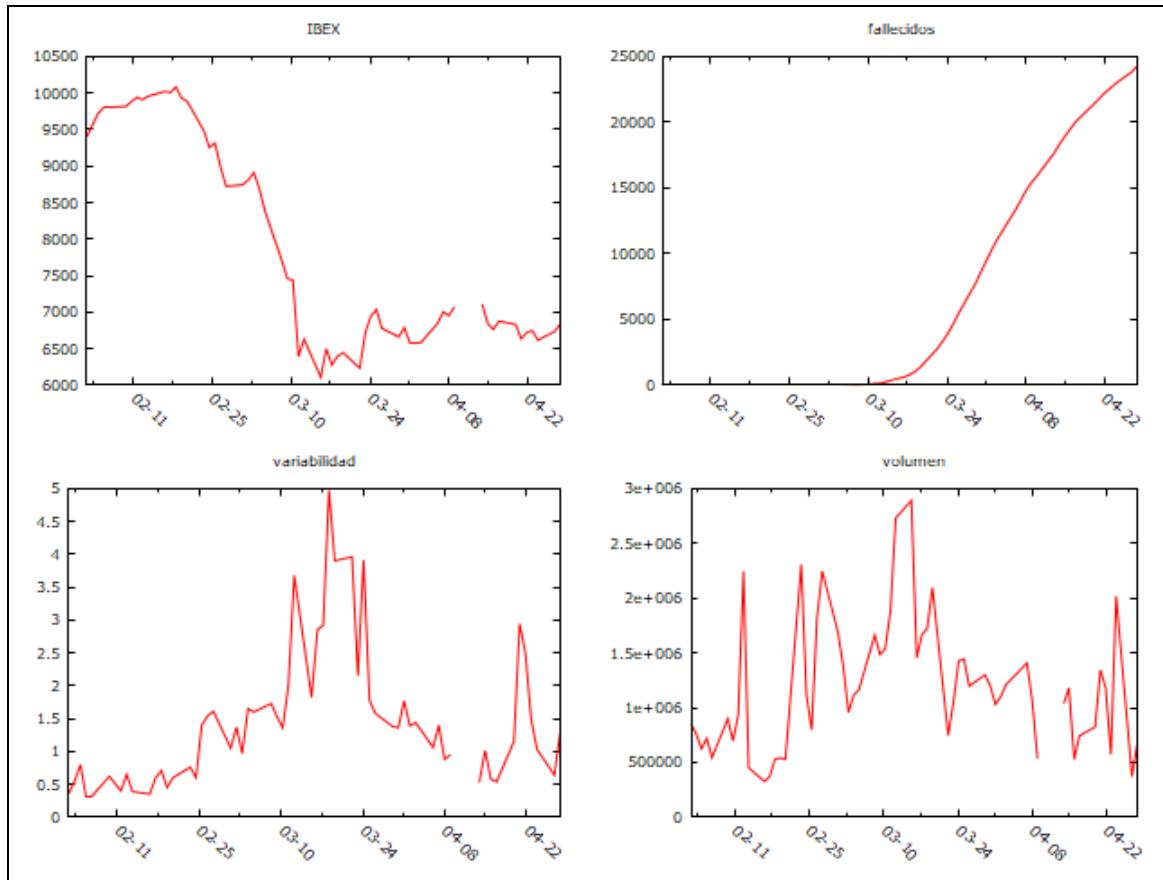


Figura 2.2: Gráficos de series temporales. Herramienta GRETL. Elaboración propia

En los gráficos de la última figura, se aprecia, en primer lugar, una gran bajada de los puntos del IBEX que comienza a finales de febrero y que, al final del tiempo comprendido en el estudio no ha vuelto todavía a sus niveles anteriores. En lo referente al número de personas fallecidas, esta cifra va aumentando día a día pero en aquellos días se pensaba que la pendiente de la curva se suavizaba. En cuanto a la variabilidad, que es la diferencia entre el precio máximo y mínimo de la sesión, se ve aumentada en gran medida tras la declaración del estado de alarma, pero posteriormente se vuelve a reducir a unos niveles cercanos a los que tenía anteriormente. Por último, el volumen de acciones intercambiadas fluctúa a lo largo del tiempo, aunque tiene un pico más elevado a mediados de marzo, coincidiendo con la ya nombrada declaración del estado de alarma.

## **2.2 INTERNATIONAL AIRLINES GROUP (IAG)**

International Airlines Group (IAG) es una empresa que se creó en enero de 2011, tras la fusión de las compañías aéreas Iberia y British Airways. Tiene 533 aeronaves, transporta alrededor de 118 millones de personas al año y trabaja en 279 ciudades diferentes.

A su vez, esta sociedad matriz está formada por cinco marcas o aerolíneas diferentes. Tras la fusión entre British Airways e Iberia, en abril de 2013, adquirieron Vueling. Más tarde, en agosto de 2015 adquirieron Aer Lingus, una aerolínea irlandesa. En marzo de 2017, empieza a operar LEVEL, su nueva marca de trayectos largos y reducido costo.

Esta compañía se vio bastante afectada desde finales del mes de febrero de 2020, debido a la propagación a nivel mundial del COVID-19, enfermedad ante la cual, los países comenzaron a imponer cuarentenas y restringir los desplazamientos. El aforo de pasajeros disminuyó un 66,5% respecto al año anterior. IAG decidió ayudar en la lucha contra la pandemia utilizando sus aviones para repatriar a personas y traer equipos médicos y vacunas. En total, realizó 4.003 vuelos exclusivamente de carga.

De acuerdo a los análisis del Ministerio Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, Durante marzo de 2020 el número de pasajeros en vuelos comerciales en el mercado aéreo español cayó un 59,3 hasta los 6,7 millones en el mercado aéreo en España, frente a 16,5 millones en marzo de 2019. Vueling transportó a 719.190 personas, ello supone una reducción del 65% en relación al mismo mes del año anterior e Iberia trasladó a 580.181 pasajeros, 57,5% menos que en 2019.

Según el informe y cuentas anuales 2020 de IAG, los ingresos de la sociedad ese año ascendieron a 7.806 millones de euros, lo que supuso una disminución de -69,2% respecto a 2019. Tal y como apunta Antonio Vázquez, expresidente del grupo, todas sus aerolíneas tuvieron pérdidas, que fueron mucho mayores a las de la crisis del año 2001 y la de 2009. Sus pérdidas después de impuestos supusieron 6.923 millones de euros, frente al beneficio de 1.715 millones de euros en 2019. Su deuda neta a 31 de diciembre era de 9.762 millones de euros, ese año aumentó esa deuda neta en 2.191 millones de euros.

En lo referido a empleo, a 31 de diciembre de 2020 en IAG había un total de 57.928 trabajadores, un 19,8% menos que el año anterior. Los puestos laborales se desglosan en cinco subcategorías: tripulación de cabina, pilotos, aeroportuario, corporativo y mantenimiento. La subcategoría que más personas ocupa es tripulación de cabina. El país en el que más trabajadores hay es Reino Unido, un 50% de la plantilla total. España es el segundo país con mayor número de trabajadores, un 34% del total. El 43% de las personas que trabajan en esta sociedad son mujeres.

Por otro lado, las acciones de este grupo cotizan en el índice bursátil de referencia en España, el IBEX 35. Sin embargo, no sólo cotiza ahí, sino que también lo hace en la Bolsa de Londres.

Centrando el análisis en el IBEX 35, en el año 2020, alcanzó un precio mínimo de 0,977 euros la acción y un precio máximo de 8,02 euros la acción. En relación al resto de empresas que componen el IBEX 35, IAG tenía un precio por acción, en general, menor al resto de empresas. Las empresas que poseían un precio por acción menor eran, principalmente, del sector financiero. Sin embargo, en otra variable, como la capitalización, con un valor de 8.903.914 miles de euros, ocupaba una posición intermedia, no era de las que más tenía, pero tampoco de las que menos.

Por otra parte, debido al impacto negativo en el sector turístico, que afecta también al sector del transporte aéreo, en principio, la rentabilidad de la empresa podría haberse visto afectada negativamente.

Con la finalidad de ver entonces el comportamiento que ha experimentado la variable rentabilidad en el IBEX 35 como consecuencia de la pandemia, se ha elaborado la figura 2.3, para el periodo comprendido entre el 3 de febrero de 2020 y el 28 de abril de 2020,

que engloba 30 sesiones antes y después de la declaración del Estado de alarma, es decir, un total de 60 sesiones.

A la vista de la figura 2.3, a comienzos de marzo empezaron a haber fluctuaciones más grandes, esto puede ser consecuencia de las medidas que se comenzaron a tomar y que se han expuesto líneas más arriba, cuarentenas y restricciones al viaje. El 16 de marzo fue la primera sesión tras la declaración del Estado de alarma y se alcanzó el mínimo del periodo considerado, -0,279. Por el contrario, el 6 de abril se alcanzó la rentabilidad máxima del espacio temporal apreciado, 0,13.

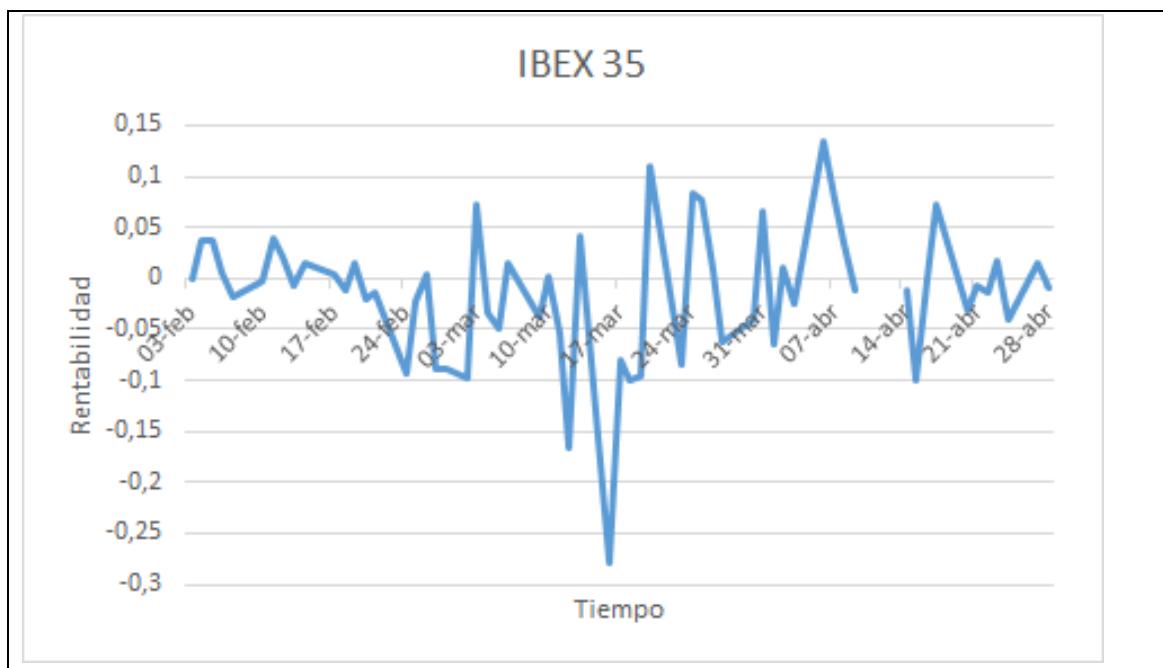


Figura 2.3: Evolución de la rentabilidad de IAG entre el 3 de febrero de 2020 y el 28 de abril de 2020 en el IBEX 35 (en tantos por uno). Fuente: Bolsa de Madrid. Elaboración propia

En último lugar, la figura 2.4 muestra 4 gráficos de series temporales con las principales variables que van a ser objeto de análisis para la etapa de tiempo en consideración.

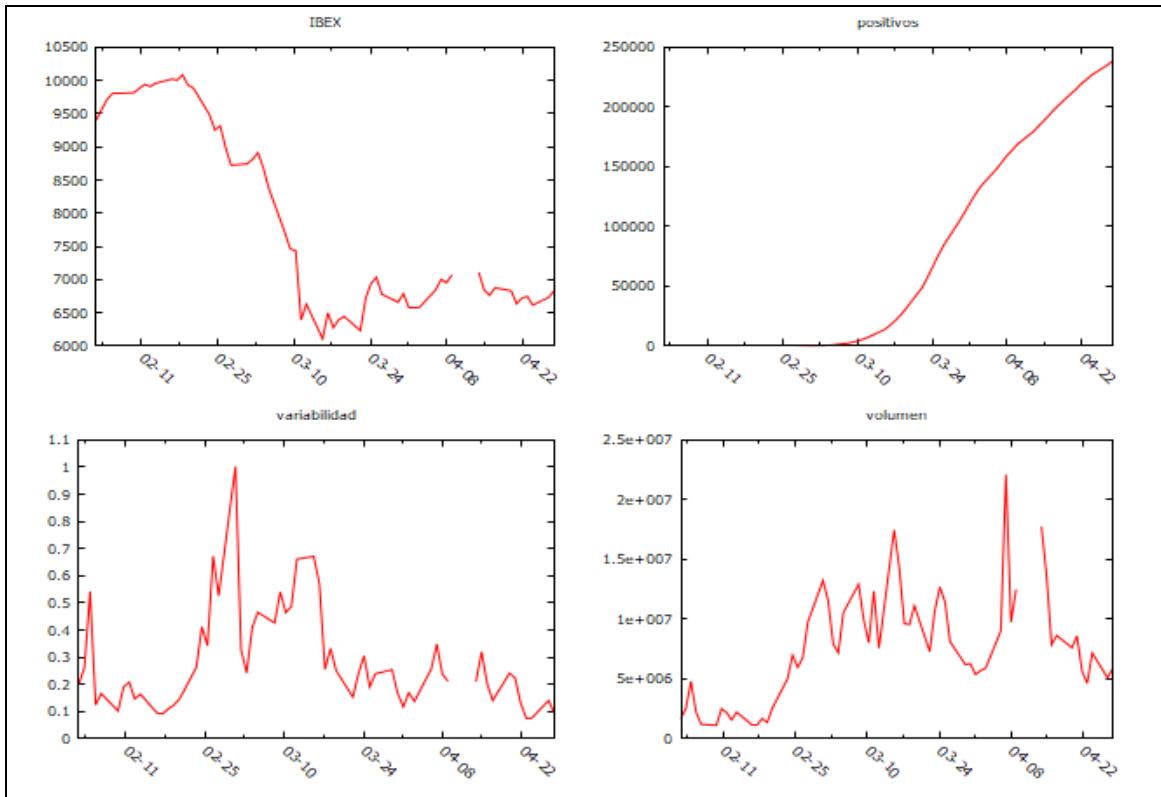


Figura 2.4: Gráficos de series temporales. Herramienta GRETL Elaboración propia

En esta figura se observa primeramente el gráfico del IBEX, siendo el mismo que para el caso de Grifols (figura 2.2.(a)), puesto que lo que ha ocurrido con los puntos del IBEX, es general, y los datos de esta variable serían los mismos. En lo referente al número de personas que han dado positivo, esta cifra va aumentando día a día pero, al igual que en la figura 2.2 al final del periodo señalado se intuía que la situación podía normalizarse. En cuanto a la variabilidad, que es la diferencia entre el precio máximo y mínimo de la sesión, se ve aumentada en gran medida a finales de febrero y primera mitad de marzo, coincidiendo con las primeras restricciones al tráfico aéreo, pero desde finales de marzo, se vuelve a reducir a unos niveles cercanos a los que tenía previamente. Para finalizar, el volumen de acciones intercambiadas fluctúa a lo largo del tiempo, aunque comienza a aumentar a finales de febrero y, a mediados de abril, presenta unos picos más elevados.

### 3 MARCO TEÓRICO

El objetivo para este trabajo es realizar un modelo econométrico que estime, de forma empírica, la rentabilidad de dos empresas que cotizan en el IBEX 35 y cuyos sectores se han visto afectados de manera diferente por la pandemia: Grifols e IAG. El análisis será

de ayuda para concretar las variables que han influido en la rentabilidad económica en el mercado de valores bajo en el momento de la crisis económica y sanitaria derivada de la pandemia COVID-19.

Los objetivos genéricos son los siguientes:

1. Conocimiento de ambas empresas y las cifras de negocio en cuanto a ingresos, empleados, presencia internacional, etc.
2. Desenvolvimiento con la bibliografía.
3. Datos Bolsa de Madrid.
4. Construcción y manejo de las bases de datos.

Los objetivos específicos son los que siguen:

1. Análisis de la posible presencia de cambios estructurales a causa de la pandemia.
2. Análisis de la rentabilidad ante cambios en el IBEX 35, número de positivos, variabilidad, volumen y el miedo o la confianza.

Para realizar el análisis propuesto, se han utilizado datos diarios (de lunes a viernes), por ser días laborables, y por ello, hay datos disponibles para las variables relacionadas con bolsa, que se concretarán más adelante. Resaltar que no hay datos relacionados con bolsa disponibles para los días 10 y 13 de abril al coincidir con la festividad de Semana Santa. El periodo comprendido en el estudio es del 3 de febrero de 2020 al 28 de abril de 2020, es decir, 30 sesiones antes y 30 otras sesiones después del 14 de marzo de 2020, día en el que se declaró el Estado de alarma, que, tal y como se ha nombrado anteriormente, se recoge en el Real Decreto 463/2020, de 14 de marzo, por el que se declara el estado de alarma para la gestión de la situación de crisis sanitaria ocasionada por el COVID-19. Por el motivo expuesto, el número total de observaciones son 62 al no tener datos disponibles para los dos días anteriormente mencionados.

Los datos se han extraído de fuentes oficiales y, con ellos, se van a especificar un modelo para cada empresa, a través del método Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO), tal y como se verá en el próximo apartado.

## 4 ESPECIFICACIÓN DEL MODELO

---

En el estudio realizado se distinguen 2 tipos de variables. Un primer grupo está formado por variables bursátiles, por estar implicadas o tener relación con el mercado de cotización bursátil. Estos datos se han obtenido de la Bolsa de Madrid (<https://www.bolsamadrid.es/esp/aspx/Portada/Portada.aspx>). Las segundas variables, forman un grupo de variables sanitarias relacionadas con la enfermedad del COVID-19, por tener relación con la pandemia sanitaria y se han obtenido del Instituto de Salud Carlos III (<https://www.isciii.es/Paginas/Inicio.aspx>).

En total, se ha partido de una situación inicial con 14 variables:

- **Variables genéricas:**

- *Fecha*: día de obtención de los datos. Varía entre el 3 de febrero y el 28 de abril de 2020.
- *Miedo*: variable dummy o ficticia, que toma el valor 0 si la fecha es anterior al estado de alarma y 1 en caso contrario. Se incluye esta variable para contrastar la hipótesis de si la situación del estado de alarma ha influido en los resultados bursátiles. Se analizará si ha habido o no cambio estructural a causa de ella.

- **Variables de bolsa**

- *Cierre*: cotización al cierre de cada sesión, medida en euros.
- *Rentabilidad*: variación positiva o negativa de la cotización de las acciones de cada empresa, medida en tanto por uno.
- *IBEX*: valor del IBEX-35, medida en puntos. Cada punto tiene un valor de 10 euros.
- *Eurostoxx*: valor del índice bursátil Eurostoxx, medida en puntos. Cada punto tiene un valor de 10 euros.
- *Máximo*: valor máximo alcanzado durante la jornada diaria por la acción, medida en euros.
- *Mínimo*: valor mínimo alcanzado durante la jornada diaria por la acción, medida en euros.
- *Variabilidad*: variabilidad del precio de la acción en la jornada diaria. Calculada como la diferencia entre los valores máximo y mínimo de la jornada, medida en euros.

- *Volumen*: número de acciones intercambiadas en cada jornada diaria, medida en número de acciones.

- **Variables COVID**

- *Hospitalizados*: número de personas hospitalizadas acumuladas hasta ese día por Covid-19.
- *Fallecidos*: número de personas fallecidas acumuladas hasta ese día por Covid-19.
- *UCI*: número de pacientes internados en las UCI acumulados hasta ese día por Covid-19.
- *Positivos*: número de pacientes con resultado positivo en alguna de las pruebas de detección de COVID-19 acumulados hasta ese día.

Es importante destacar que los datos de algunas variables no se encontraban disponibles directamente en la web de la Bolsa de Madrid, y se han calculado a partir de los datos proporcionados por otras variables. Por ejemplo, la variable *rentabilidad* se calcula como el ratio entre la diferencia entre la cotización de cierre de ese día y la del día anterior, y la cotización de cierre del día anterior. Por ello, para el cálculo del primer valor de la variable *rentabilidad*, correspondiente al día 3 de febrero, es necesario el dato de cierre del día 31 de enero (sesión anterior), aunque en el programa gretl se introducen los datos a partir del mes de febrero. Por otro lado, la variable *variabilidad* se obtiene como la diferencia entre el precio máximo y el mínimo de cada sesión.

Las variables *cierre*, *máximo* y *mínimo* finalmente no se han tenido en cuenta para la elaboración del modelo, puesto que son variables que se utilizan para realizar cálculos y obtener así los datos de otras variables, como se ha indicado. La variable *miedo* no se incluirá, en un primer momento, en la definición del modelo, sino que se utilizará más adelante, cuando, a tenor de los datos, se intuya la presencia de un cambio estructural en la relación entre las variables. La variable *fecha* no se introduce como una variable dentro de la estimación, sino que nos indica la relación de secuencia entre los distintos datos de cada variable.

## 4.1 ESTIMACIÓN GRIFOLS

Como se recomienda en la econometría, antes de proceder a estimar el modelo, se realiza la matriz de correlación con las variables que aparecen en la ecuación, para observar si se

tienen que introducir todas las variables o se puede eliminar alguna por tener una correlación muy elevada con otra u otras variables.

La figura 4.1, se corresponde con la salida resultante del programa gretl de la matriz de correlación en la que se indican las relaciones existentes entre las variables mencionadas.

Coeficientes de correlación, usando las observaciones 2020-02-03 - 2020-04-28 (se ignoraron los valores ausentes)				
Valor critico al 5% (a dos colas) = 0.2542 para n = 60				
rentabilidad	IBEX	eurostoxxx	hospitalizados	
1.0000	-0.0368	-0.0369	0.0728	rentabilidad
	1.0000	0.9885	-0.6362	IBEX
		1.0000	-0.5224	eurostoxxx
			1.0000	hospitalizados
fallecidos	uci	positivos	variabilidad	
0.0634	0.0858	0.0751	0.0365	rentabilidad
-0.5727	-0.6883	-0.6358	-0.6036	IBEX
-0.4539	-0.5804	-0.5212	-0.6730	eurostoxxx
0.9875	0.9944	0.9980	-0.0049	hospitalizados
1.0000	0.9682	0.9930	-0.0496	fallecidos
	1.0000	0.9904	0.0588	uci
		1.0000	0.0090	positivos
			1.0000	variabilidad
volumen				
	-0.2412	rentabilidad		
	-0.3372	IBEX		
	-0.4069	eurostoxxx		
	-0.1836	hospitalizados		
	-0.2031	fallecidos		
	-0.1579	uci		
	-0.1793	positivos		
	0.4786	variabilidad		
	1.0000	volumen		

Figura 4.1.: Matriz de correlación entre las variables objeto del estudio. Herramienta GRETL. Elaboración propia

Por un lado, las variables sanitarias; *fallecidos*, *positivos*, *uci* y *hospitalizados* parecen estar altamente correlacionadas, pues los valores son positivos y muy próximos a 1. Por lo tanto, de las cuatro variables finalmente se escogerá una de ellas, en concreto se ha escogido *fallecidos* porque es la variable para la que el modelo arrojaba mejores indicadores de bondad del ajuste. Por otro lado, las variables *IBEX* y *eurostoxxx* también parecen estar altamente correlacionadas entre sí con un valor de 0,9885, es decir, muy próximo a 1. Por ello, también entre ellas dos es necesario quedarse con una sola variable. Se eligió finalmente la variable *IBEX*, debido a que los datos de bolsa utilizados

pertenecen al IBEX 35 y los indicadores de bondad del ajuste se mostraron ligeramente superiores.

Así pues, se propone, en primer lugar, estimar por Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) el siguiente modelo, en el que la variable dependiente es la rentabilidad y las variables exógenas son el IBEX, fallecidos, variabilidad y el volumen:

$$Rentabilidad_t = \beta_1 \alpha_t + \beta_2 IBEX_t + \beta_3 fallecidos_t + \beta_4 variabilidad_t + \beta_5 volumen_t + \mu_t \quad (1)$$

Los resultados de la primera estimación se recogen en la figura 4.2. En el modelo la medida de bondad del ajuste  $R^2$ , o coeficiente de determinación lineal, es muy pequeño, 0,091368. Además, ninguna variable, salvo el *volumen*, son individualmente significativas. El volumen solo es significativo al 0,1 y 0,05.

Modelo 1: MCO, usando las observaciones 1960-02-03:1960-04-28 (T = 60)				
Se han quitado las observaciones ausentes o incompletas: 2				
Variable dependiente: rentabilidad				
	coeficiente	Desv. tipica	Estadistico t	valor p
const	0.0433935	0.0653465	0.6641	0.5094
IBEX	-2.78974e-06	6.32111e-06	-0.4413	0.6607
fallecidos	-2.77791e-07	8.58667e-07	-0.3235	0.7475
variabilidad	0.00438901	0.00661995	0.6630	0.5101
volumen	-2.06270e-08	9.17323e-09	-2.249	0.0286 **
Media de la vble. dep.	0.001445	D.T. de la vble. dep.	0.033946	
Suma de cuad. residuos	0.061777	D.T. de la regresión	0.033515	
R-cuadrado	0.091368	R-cuadrado corregido	0.025286	
F(4, 55)	1.382638	Valor p (de F)	0.251943	
Log-verosimilitud	121.2205	Criterio de Akaike	-232.4411	
Criterio de Schwarz	-221.9693	Crit. de Hannan-Quinn	-228.3450	
Sin considerar la constante, el valor p más alto fue el de la variable 8 (fallecidos)				

Figura 4.2: Modelo 1 MCO de las variables explicativas de la variable dependiente rentabilidad. Herramienta GRETL. Elaboración propia

A continuación, se miran los valores de inflación de la varianza para comprobar que estas variables no tienen un comportamiento parecido entre ellas y, que, por tanto, no existe multicolinealidad.

```

Factores de inflación de varianza (VIF)
Mínimo valor posible = 1.0
Valores mayores que 10.0 pueden indicar un problema de colinealidad

IBEX      4.195
fallecidos 2.777
variabilidad 2.498
volumen    1.542

VIF(j) = 1/(1 - R(j)^2), donde R(j) es el coeficiente de correlación múltiple
entre la variable j y las demás variables independientes

```

Figura 4.3: Factor de Inflación de la Varianza. Herramienta GRETL Elaboración propia

Al ser todos los valores menores de diez no hay problemas de multicolinealidad entre las variables incorporadas al modelo. Por el bajo valor del coeficiente de determinación y que las variables consideradas a priori, en general, son no significativas, se ha decidido realizar algunos cambios en el modelo, cambios que nacen de la interpretación de las variables del modelo.

Dado que ciertas decisiones en bolsa están relacionadas con lo que pasó en la sesión o sesiones anteriores, y, además, ayuda a eliminar los problemas de heteroscedasticidad, se ha decidido incluir dichas consideraciones añadiendo las variables retardadas de las variables independientes y la dependiente. A tenor de los resultados se decidió retardar un periodo.

```

Modelo 2: MCO, usando las observaciones 2020-02-03:2020-04-28 (T = 58)
Se han quitado las observaciones ausentes o incompletas: 4
Variable dependiente: rentabilidad

      coeficiente  Desv. típica  Estadístico t  valor p
-----
const          0.0756116  0.0848800   0.8908   0.3775
IBEX          6.49654e-05  1.81776e-05   3.574   0.0008 *** 
IBEX_1        -7.19977e-05  1.89290e-05  -3.804   0.0004 *** 
fallecidos     6.08757e-07  1.16851e-05   0.05210  0.9587
fallecidos_1   -1.49535e-06  1.15962e-05  -0.1290  0.8979
variabilidad   0.00191457  0.00704748   0.2717  0.7870
variabilidad_1 -0.00722175  0.00646709  -1.117   0.2697
volumen        -1.07970e-08  9.03587e-09  -1.195   0.2380
volumen_1      7.70866e-09  9.07958e-09   0.8490  0.4001
rentabilidad   -0.0314265   0.125871    -0.2497  0.8039

Media de la vble. dep.  0.000939  D.T. de la vble. dep.  0.034390
Suma de cuad. residuos 0.044864  D.T. de la regresión  0.030572
R-cuadrado            0.334484  R-cuadrado corregido  0.209700
F(9, 48)              2.680498  Valor p (de F)      0.013117
Log-verosimilitud    125.4739  Criterio de Akaike    -230.9478
Criterio de Schwarz   -210.3434  Crit. de Hannan-Quinn -222.9220

Sin considerar la constante, el valor p más alto fue el de la variable 8 (fallecidos)

```

Figura 4.4: Modelo 2 MCO. Herramienta GRETL. Elaboración propia

El siguiente modelo dinámico se muestra en la figura 4.4 sólo tiene 2 variables individualmente significativas: *IBEX* e *IBEX* retardada, con un  $R^2$  de 0,3345 y un  $R^2$  corregido de 0,2097.

Se procede de forma iterativa a realizar cambios para intentar mejorar la estimación econométrica del modelo. Las variables retardadas un periodo tienen, en general, un p-valor menor, por lo que, se eliminan las variables sin retardar, excepto la variable *IBEX*, ya que sí es individualmente significativa. Es decir, se eliminan *fallecidos*, *variabilidad* y *volumen*.

Modelo 3: MCO, usando las observaciones 2020-02-03:2020-04-28 (T = 58)				
Se han quitado las observaciones ausentes o incompletas: 4				
Variable dependiente: rentabilidad				
	coeficiente	Desv. tipica	Estadístico t	valor p
const	0.0612359	0.0597479	1.025	0.3102
IBEX	7.35686e-05	1.64997e-05	4.459	4.55e-05 ***
IBEX_1	-7.98706e-05	1.70173e-05	-4.693	2.06e-05 ***
fallecidos_1	-6.96509e-07	7.96137e-07	-0.8749	0.3858
variabilidad_1	-0.00744951	0.00601563	-1.238	0.2213
volumen_1	6.32693e-09	8.78571e-09	0.7201	0.4747
rentabilidad_1	-0.0237291	0.122414	-0.1938	0.8471
Media de la vble. dep.	0.000939	D.T. de la vble. dep.	0.034390	
Suma de cuad. residuos	0.046279	D.T. de la regresión	0.030124	
R-cuadrado	0.313496	R-cuadrado corregido	0.232731	
F(6, 51)	3.881580	Valor p (de F)	0.002882	
Log-verosimilitud	124.5735	Criterio de Akaike	-235.1470	
Criterio de Schwarz	-220.7239	Crit. de Hannan-Quinn	-229.5289	
Sin considerar la constante, el valor p más alto fue el de la variable 19 (rentabilidad_1)				

Figura 4.5: Modelo 3 MCO. Herramienta GRETL. Elaboración propia

El modelo 3 mostrado en la figura 4.5, consigue un  $R^2$  corregido que aumenta ligeramente a 0,2327. Salvo los p-valores de las variables *rentabilidad* y *volumen* retardadas, que han aumentado ligeramente, el p-valor del resto de variables se ha visto reducido, especialmente el de *fallecidos* retardada.

Ahora, con este modelo 3, se procede a realizar el contraste RV de Quandt para ver cuándo se puede producir un cambio estructural, debido a las sospechas de que la pandemia y la declaración del Estado de alarma han afectado a la cotización de la empresa.

Contraste de razón de verosimilitudes de Quandt para cambio estructural en un punto desconocido, con recorte del 15 por ciento:  
 El valor máximo de  $F(7, 44) = 4.22893$  corresponde a la observación 2020-03-19  
 Valor p asintótico = 0.00307787 para Chi-cuadrado(7) = 29.6025

Figura 4.6: Contraste RV de Quandt. Herramienta GRETL. Elaboración propia

En la figura 4.6., se comprueba que el valor del estadístico de contraste chi-cuadrado (7) toma un valor de 29,6025 y un p-valor de 0,003; indican que existe un cambio estructural y que se produce el día 19 de marzo de 2020. Atendiendo a que el cambio estructural se produce el 19 de marzo de 2020, se lleva a cabo el contraste de Chow, señalando, por tanto, que se divide la muestra en la observación 19 de marzo de 2020. Los datos se recogen en la figura 4.7.

Regresión aumentada para el contraste de Chow  
 MCO, usando las observaciones 2020-02-03:2020-04-28 (T = 58)  
 Se han quitado las observaciones ausentes o incompletas: 4  
 Variable dependiente: rentabilidad

	coeficiente	Desv. típica	Estadístico t	valor p
const	-0.0698506	0.107905	-0.6473	0.5208
IBEX	9.03384e-05	1.86389e-05	4.847	1.60e-05 ***
IBEX_1	-8.24753e-05	2.19650e-05	-3.755	0.0005 ***
fallecidos_1	0.000203327	6.02583e-05	3.374	0.0016 ***
variabilidad_1	0.00312693	0.0138362	0.2260	0.8223
volumen_1	-4.65676e-09	9.87823e-09	-0.4714	0.6397
rentabilidad_1	-0.193221	0.170340	-1.134	0.2628
splitdum	0.0811710	0.256218	0.3168	0.7529
sd_IBEX	-0.000101280	3.99581e-05	-2.535	0.0149 **
sd_IBEX_1	9.38531e-05	4.08518e-05	2.297	0.0264 **
sd_fallecidos_1	-0.000203651	6.02644e-05	-3.379	0.0015 ***
sd_variabilidad_1	-0.00486445	0.0152666	-0.3186	0.7515
sd_volumen_1	2.63317e-09	1.78832e-08	0.1472	0.8836
sd_rentabilidad_1	-0.0159872	0.236186	-0.06769	0.9463
Media de la vble. dep.	0.000939	D.T. de la vble. dep.	0.034390	
Suma de cuad. residuos	0.027666	D.T. de la regresión	0.025075	
R-cuadrado	0.589604	R-cuadrado corregido	0.468351	
F(13, 44)	4.862580	Valor p (de F)	0.000036	
Log-verosimilitud	139.4937	Criterio de Akaike	-250.9873	
Criterio de Schwarz	-222.1411	Crit. de Hannan-Quinn	-239.7512	
Contraste de Chow de cambio estructural en la observación 2020-03-19				
F(7, 44) = 4.22893 con valor p 0.0012				

Figura 4.7: Contraste de Chow. Herramienta GRETL. Elaboración Propia

Primeramente, recalcar que la variable *splitdum* es la misma que anteriormente se ha definido como *miedo*. Entonces, lo que este contraste indica es que las variables *sd\_IBEX*,

de ahora en adelante se denominará *miedoIBEX*, y la variable *sd\_IBEX\_1*, a partir de este momento llamada *miedoIBEX\_1*, son significativas individualmente para 0,1 y 0,05. La variable *sd\_fallecidos\_1*, de ahora en adelante *miedofallecidos\_1*, es individualmente significativa tanto en relación a los valores 0,1 y 0,05, como para el valor 0,01. Al observar la existencia de significatividad individual de estas tres variables, las mismas, son añadidas al programa y, posteriormente, introducidas en el modelo.

Antes de introducirlas, es necesario aclarar que *miedofallecidos\_1* se obtiene como el producto de las variables *miedo* y *fallecidos\_1*. Por tanto, como la variable *miedo*, hasta el día 18 de marzo incluido, toma valor 0, los valores de la variable *miedofallecidos\_1* hasta ese día serán nulos. A partir de entonces, al estar multiplicados por el valor 1, correspondiente a la variable *miedo*, los valores de la variable *miedofallecidos\_1* serán los que toma la variable *fallecidos\_1* que está medida en número acumulado de personas. Lo mismo ocurre con las variables *miedoIBEX* y *miedoIBEX\_1*, que hasta el día 18 de marzo, inclusive, adoptarán el valor nulo, y a partir de entonces, el que corresponda a las variables *IBEX* e *IBEX\_1* respectivamente, ambas están medidas en puntos.

```

Modelo 5: MCO, usando las observaciones 2020-02-03:2020-04-28 (T = 58)
Se han quitado las observaciones ausentes o incompletas: 4
Variable dependiente: rentabilidad
Desviaciones tipicas robustas ante heterocedasticidad, variante HC1

      coeficiente  Desv. tipica  Estadistico t  valor p
-----
const          0.112229  0.0761968   1.473   0.1473
IBEX          0.000110813 1.46396e-05   7.569  9.91e-010 ***
IBEX_1        -0.000121755 1.78757e-05  -6.811  1.43e-08 ***
fallecidos_1   3.97020e-07 1.14092e-06   0.3480  0.7294
variabilidad_1 0.00127643  0.00786762   0.1622  0.8718
volumen_1      -4.90865e-09 7.84522e-09  -0.6257  0.5345
miedoIBEX     -7.53700e-06 4.79954e-06  -1.570  0.1229
miedoIBEX_1    -0.000121777 3.68237e-05  -3.307  0.0018 ***
miedofallecidos_1 1.74313e-05 1.05802e-05   1.648  0.1060
rentabilidad_1  -0.00835654  0.178881   -0.04672 0.9629

Media de la vble. dep. 0.000939  D.T. de la vble. dep.  0.034390
Suma de cuad. residuos 0.035380  D.T. de la regresión  0.027149
R-cuadrado            0.475166  R-cuadrado corregido  0.376759
F(9, 48)              7.423887  Valor p (de F)      1.08e-06
Log-verosimilitud     132.3608  Criterio de Akaike    -244.7216
Criterio de Schwarz    -224.1172  Crit. de Hannan-Quinn -236.6958

Sin considerar la constante, el valor p más alto fue el de la variable 19 (rentabilidad_1)

```

Figura 4.8: Modelo 5 MCO. Herramienta GRETL. Elaboración propia

En el modelo de la figura 4.8 se ha conseguido mejorar el valor de  $R^2$ , 0,4752, y  $R^2$  corregido a 0,3768. Por tanto, las decisiones tomadas han sido correctas. A pesar de que *rentabilidad\_1* tenga un p-valor muy alto, el hecho de quitarla apenas mejora el modelo y, cuando se toman las decisiones es importante tener en cuenta lo que ha ocurrido anteriormente, así que se conserva la variable. *Fallecidos\_1* también tiene un p-valor muy elevado y también se va a conservar esta variable, pues es necesario conservar una variable que tenga relación directa con la pandemia sanitaria. *Variabilidad\_1* también tiene un p-valor muy alto, pero se ha conservado, porque en el momento de tomar una decisión en bolsa, es conveniente tener en cuenta lo ocurrido en sesiones previas.

Tras la obtención de este modelo 5, se procede a verificar que se cumplen las hipótesis del Modelo Lineal General.

Antes de dar por bueno el modelo de la figura 4.8 deberemos comprobar que se verifican las hipótesis que se establecen en la literatura para el mismo.

Una de la hipótesis vista es la presencia de permanencia estructural y se ha concluido que existe un cambio estructural el día 19 de marzo de 2020. Por lo que, se pasa a contrastar si la forma funcional es correcta.

Así pues, para chequear si la forma funcional es la adecuada, se utiliza el contraste Reset. En la regresión auxiliar se incluyen las variables endógenas tanto al cuadrado como al cubo. Si se acepta la hipótesis nula significa que la forma funcional es adecuada, si se rechaza la hipótesis nula, quiere decir que la forma funcional no es adecuada.

Regresión auxiliar para el contraste de especificación RESET MCO, usando las observaciones 2020-02-03:2020-04-28 (T = 58) Se han quitado las observaciones ausentes o incompletas: 4 Variable dependiente: rentabilidad				
	coeficiente	Desv. típica	Estadístico t	valor p
const	0.0679652	0.0808909	0.8402	0.4051
IBEX	0.000103480	3.36522e-05	3.075	0.0035 ***
IBEX_1	-0.000110031	3.57640e-05	-3.077	0.0035 ***
fallecidos_1	5.32470e-07	9.86357e-07	0.5398	0.5919
variabilidad_1	0.00283781	0.00661079	0.4293	0.6697
volumen_1	-4.95829e-09	8.79692e-09	-0.5636	0.5757
miedoIBEX	-6.18462e-06	3.79896e-06	-1.628	0.1104
miedoIBEX_1	-0.000112946	4.79669e-05	-2.355	0.0229 **
miedofallecidos_1	1.80494e-05	1.30782e-05	1.380	0.1742
rentabilidad_1	0.0357630	0.125390	0.2852	0.7768
yhat^2	3.35703	4.11201	0.8164	0.4185
yhat^3	29.9570	58.8080	0.5094	0.6129
Estadístico de contraste: F = 0.370400, con valor p = P(F(2,46) > 0.3704) = 0.692				

Figura 4.9: Contraste de RESET. Herramienta GRETL. Elaboración propia

El valor del estadístico de contraste F es de 0,3704 con un p-valor asociado de 0,692 superior a cualquier nivel de significatividad estándar, por lo que significa que se acepta la hipótesis nula y, por lo tanto, la forma funcional es correcta.

Tras verificarse que la forma funcional es correcta, se continúa chequeando que cumpla las hipótesis básicas. Así pues, se continúa con la distribución normal de los residuos mediante el contraste de normalidad de los residuos, cuya hipótesis nula es que se distribuyen normalmente y la alternativa que no se distribuyen con normalidad.

Contraste de la hipótesis nula de distribución Normal:  
Chi-cuadrado(2) = 3.253 con valor p 0.19664

Figura 4.10: Contraste de normalidad de los residuos. Herramienta GRETL. Elaboración propia

A la vista de los resultados que muestra la figura 4.10, con un estadístico de contraste chi-cuadrado=3,253 y un p-valor de 0,19664, al ser este último valor superior a 0,05, se acepta la hipótesis nula y existe normalidad en la distribución de los residuos.

El siguiente paso es comprobar que el modelo es homoscedástico. En este caso, se realiza tanto el contraste de White, como el de Breusch-Pagan. La hipótesis nula, en ambos casos,

es que el modelo es homoscedástico y la hipótesis alternativa implica que es heteroscedástico.

Comenzando con el contraste de White, los resultados de gretl se ilustran en la figura 4.11. El estadístico de contraste LM toma un valor de 57,832 con un p-valor asociado de 0,1814 superior a cualquier nivel de significación estándar, por lo que no se puede rechazar la hipótesis nula, es decir, se puede suponer homoscedasticidad, o lo que es lo mismo, no hay heteroscedasticidad.

```
Contraste de heterocedasticidad de White -
Hipótesis nula: [No hay heterocedasticidad]
Estadístico de contraste: LM = 57.832
con valor p = P(Chi-cuadrado(49) > 57.832) = 0.181402
```

Figura 4.11: Contraste de Heterocedasticidad de White. Herramienta GRETL. Elaboración propia

Posteriormente, se comprueba también la posible existencia de heteroscedasticidad mediante el contraste de Breusch-Pagan. En este caso, el estadístico de contraste LM es de 24,7154 con un p-valor de 0,0033, inferior a 0,05, esto significa que se rechaza la hipótesis nula y que hay presencia de heteroscedasticidad.

```
Contraste de heterocedasticidad de Breusch-Pagan -
Hipótesis nula: [No hay heterocedasticidad]
Estadístico de contraste: LM = 24.7154
con valor p = P(Chi-cuadrado(9) > 24.7154) = 0.00330262
```

Figura 4.12: Contraste de Heterocedasticidad de Breusch-Pagan. Herramienta GRETL. Elaboración propia

A pesar de este problema, como el contraste de White indica que hay homoscedasticidad, y otros posibles modelos daban también existencia de problemas de heteroscedasticidad tanto con White, como con Breusch-Pagan, se ha aceptado la estimación de la figura 4.8 como estimación óptima.

Es decir, el modelo finalmente estimado es el siguiente:

$$\begin{aligned}
 \text{Rentabilidad}_t = & \beta_1 + \beta_2 \cdot \text{IBEX}_t + \beta_3 \cdot \text{IBEX}_{t-1} + \beta_4 \cdot \text{fallecidos}_{t-1} + \beta_5 \cdot \\
 & \text{variabilidad}_{t-1} + \beta_6 \cdot \text{volumen}_{t-1} + \beta_7 \cdot \text{miedoIBEX}_t + \beta_8 \cdot \text{miedoIBEX}_{t-1} + \beta_9 \cdot \\
 & \text{miedo fallecidos}_{t-1} + \beta_{10} \cdot \text{rentabilidad}_{t-1} + \mu_t
 \end{aligned} \tag{2}$$

En el apartado 5, se realiza la interpretación de sus resultados obtenidos a partir del modelo.

## 4.2 INTERNATIONAL AIRLINES GROUP (IAG)

Operando del mismo modo que en el caso de Grifols, antes de proceder a estimar el modelo, se realiza la matriz de correlación con las variables que aparecen en la ecuación, para observar si se tienen que introducir todas las variables o se puede eliminar alguna por tener una correlación muy elevada con otra u otras variables.

La figura 4.13, recoge la salida obtenida en gretl de la matriz de correlación en la que se ven las relaciones existentes entre las distintas variables.

Coeficientes de correlación, usando las observaciones 2020-02-03 - 2020-04-28 (se ignoraron los valores ausentes)				
Valor crítico al 5% (a dos colas) = 0.2542 para n = 60				
rentabilidad	IBEX	eurostoxx	hospitalizados	
1.0000	0.1328	0.1834	0.1817	rentabilidad
	1.0000	0.9885	-0.6362	IBEX
		1.0000	-0.5224	eurostoxx
			1.0000	hospitalizados
fallecidos	uci	positivos	variabilidad	
0.1633	0.1849	0.1719	-0.3761	rentabilidad
-0.5727	-0.6883	-0.6358	-0.0676	IBEX
-0.4539	-0.5804	-0.5212	-0.1496	eurostoxx
0.9881	0.9947	0.9980	-0.3857	hospitalizados
1.0000	0.9697	0.9933	-0.3785	fallecidos
	1.0000	0.9908	-0.3830	uci
		1.0000	-0.3845	positivos
			1.0000	variabilidad
volumen				
	-0.1834	rentabilidad		
	-0.6177	IBEX		
	-0.6516	eurostoxx		
	0.2430	hospitalizados		
	0.1986	fallecidos		
	0.2809	uci		
	0.2340	positivos		
	0.5020	variabilidad		
	1.0000	volumen		

Figura 4.13: Matriz de correlación entre las variables objeto de estudio. Herramienta GRETL. Elaboración propia

Las variables *fallecidos*, *positivos*, *uci* y *hospitalizados* son las mismas por lo que, al igual que en el modelo anterior introduciremos tan solo una de ellas en el modelo final. Finalmente la elegida es *positivos*. De la misma forma entre las variables *IBEX* y

eurostoxx se elige al final la variable IBEX. El razonamiento sería similar al esgrimido en el caso anterior.

Así pues, se propone, en primer lugar, estimar por Mínimos Cuadrados Ordinarios el siguiente modelo, en el que la variable dependiente es la rentabilidad y las variables exógenas son el IBEX, los fallecidos, la variabilidad y el volumen:

$$Rentabilidad_t = \beta_1 + \beta_2 \cdot IBEX_t + \beta_3 \cdot positivos_t + \beta_4 \cdot variabilidad_t + \beta_5 \cdot volumen_t + \mu_t \quad (3)$$

```
Modelo 1: MCO, usando las observaciones 2020-02-03:2020-04-28 (T = 60)
Se han quitado las observaciones ausentes o incompletas: 2
Variable dependiente: rentabilidad

      coeficiente  Desv. típica  Estadístico t  valor p
-----
const      -0.136609    0.0950561      -1.437    0.1563
IBEX       1.63589e-05  9.61271e-06      1.702    0.0944 *
positivos   1.79099e-07  1.51251e-07      1.184    0.2415
variabilidad -0.124014   0.0640470      -1.936    0.0580 *
volumen     2.15186e-09  2.80874e-09      0.7661   0.4469

Media de la vble. dep. -0.014018  D.T. de la vble. dep.  0.067228
Suma de cuad. residuos  0.217231  D.T. de la regresión  0.062846
R-cuadrado              0.185355  R-cuadrado corregido  0.126108
F(4, 55)                 3.128525  Valor p (de F)      0.021715
Log-verosimilitud       83.49785  Criterio de Akaike    -156.9957
Criterio de Schwarz     -146.5240  Crit. de Hannan-Quinn -152.8996

Sin considerar la constante, el valor p más alto fue el de la variable 14 (volumen)
```

Figura 4.14: Modelo 1 MCO de las variables explicativas de la variable dependiente rentabilidad. Herramienta GRETL. Elaboración propia

Después se contemplan los valores de inflación de la varianza (figura 4.15) para corroborar que estas variables no tienen un comportamiento parecido entre ellas y, que, por tanto, no existe multicolinealidad.

```
Factores de inflación de varianza (VIF)
Mínimo valor posible = 1.0
Valores mayores que 10.0 pueden indicar un problema de colinealidad

      IBEX      2.759
positivos  2.448
variabilidad 2.081
volumen    2.488

VIF(j) = 1/(1 - R(j)^2), donde R(j) es el coeficiente de correlación múltiple
entre la variable j y las demás variables independientes
```

Figura 4.15: Factor de Inflación de la Varianza. Herramienta GRETL. Elaboración propia

Al ser los cuatro valores menores que diez, no hay problemas de multicolinealidad. Sin embargo, en el modelo 1, la medida de bondad del ajuste R-cuadrado, es muy pequeño, 0,1853. Además, solamente las variables *IBEX* y *variabilidad*, y sólo para el 10% de significatividad, son individualmente significativas. Por ello, se decide seguir realizando cambios en el modelo.

Al igual que en la modelización anterior, se introducen las variables retardadas un periodo, incluida la dependiente, porque cuando se toman decisiones en bolsa, hay que tener en consideración los datos o valores anteriores.

Modelo 2: MCO, usando las observaciones 2020-02-03:2020-04-28 (T = 58)				
Se han quitado las observaciones ausentes o incompletas: 4				
Variable dependiente: rentabilidad				
	coeficiente	Desv. típica	Estadístico t	valor p
const	-0.136549	0.121038	-1.128	0.2649
IBEX	0.000172991	2.97917e-05	5.807	4.94e-07 ***
IBEX_1	-0.000156863	3.14506e-05	-4.988	8.41e-06 ***
positivos	6.15765e-07	2.45228e-06	0.2511	0.8028
positivos_1	-5.33081e-07	2.42115e-06	-0.2202	0.8267
variabilidad	-0.107048	0.0593413	-1.804	0.0775 *
variabilidad_1	-0.0263164	0.0614180	-0.4285	0.6702
volumen	3.76323e-09	3.00274e-09	1.253	0.2162
volumen_1	4.57259e-010	2.45150e-09	0.1865	0.8528
rentabilidad_1	-0.0681038	0.130737	-0.5209	0.6048
Media de la vble. dep.	-0.014304	D.T. de la vble. dep.	0.068370	
Suma de cuad. residuos	0.129528	D.T. de la regresión	0.051947	
R-cuadrado	0.513860	R-cuadrado corregido	0.422709	
F(9, 48)	5.637443	Valor p (de F)	0.000027	
Log-verosimilitud	94.72622	Criterio de Akaike	-169.4524	
Criterio de Schwarz	-148.8480	Crit. de Hannan-Quinn	-161.4266	
Sin considerar la constante, el valor p más alto fue el de la variable 18 (volumen_1)				

Figura 4.16: Modelo 2 MCO. Herramienta GRETL. Elaboración Propia

El modelo de la figura 4.16 solo tiene 2 variables individualmente significativas para todos los niveles estándar; *IBEX* e *IBEX\_1*. La variable *variabilidad* solo es significativa individualmente para el 10%. A su vez, el  $R^2$  es 0,5139 y el corregido de 0,4227. Se continúan realizando cambios para mejorar el modelo. Las variables en nivel tienen un p-valor menor, por lo que, se eliminan las variables retardadas, excepto la variable *IBEX\_1*, ya que sí es individualmente significativa. Es decir, se eliminan *positivos\_1*, *variabilidad\_1* y *volumen\_1*.

Modelo 3: MCO, usando las observaciones 2020-02-03:2020-04-28 (T = 58)  
 Se han quitado las observaciones ausentes o incompletas: 4  
 Variable dependiente: rentabilidad

	coeficiente	Desv. tipica	Estadistico t	valor p
const	-0.117577	0.0854646	-1.376	0.1749
IBEX	0.000174166	2.88855e-05	6.030	1.84e-07 ***
IBEX_1	-0.000160227	2.93547e-05	-5.458	1.43e-06 ***
positivos	9.71668e-08	1.27607e-07	0.7615	0.4499
variabilidad	-0.111059	0.0571974	-1.942	0.0577 *
volumen	3.34550e-09	2.63346e-09	1.270	0.2097
rentabilidad_1	-0.0438678	0.116427	-0.3768	0.7079
Media de la vble. dep.	-0.014304	D.T. de la vble. dep.	0.068370	
Suma de cuad. residuos	0.130254	D.T. de la regresión	0.050537	
R-cuadrado	0.511136	R-cuadrado corregido	0.453623	
F(6, 51)	8.887263	Valor p (de F)	1.21e-06	
Log-verosimilitud	94.56420	Criterio de Akaike	-175.1284	
Criterio de Schwarz	-160.7053	Crit. de Hannan-Quinn	-169.5103	

Sin considerar la constante, el valor p más alto fue el de la variable 19 (rentabilidad\_1)

Figura 4.17: Modelo 3 MCO. Herramienta GRETL. Elaboración Propia

El modelo 3 (figura 4.17) consigue que el  $R^2$  corregido aumente ligeramente, a 0,4536. El p-valor de todas las variables, salvo *rentabilidad\_1*, se ha visto reducido. En la significatividad individual de las variables no se han producido modificaciones.

Ahora, tomando este modelo como base, se procede a realizar el contraste RV de Quandt para ver cuando se produce el cambio estructural, debido a las sospechas de que la pandemia y la declaración del Estado de alarma han afectado a la empresa (figura 4.18).

Contraste de razón de verosimilitudes de Quandt para cambio estructural en un punto desconocido, con recorte del 15 por ciento:  
 El valor máximo de F(7, 44) = 5.26547 corresponde a la observación 2020-03-20  
 Valor p asintótico = 0.000160177 para Chi-cuadrado(7) = 36.8583

Figura 4.18: Contraste RV de Quandt. Herramienta GRETL. Elaboración Propia

El valor del estadístico de contraste chi-cuadrado con 7 grados de libertad es 36,8583 y su p-valor de 0,00016, inferior a cualquier nivel estándar, por lo que indican que hay un cambio estructural y que este se produce el día 20 de marzo de 2020.

Sabiendo que el cambio estructural se produce el 20 de marzo de 2020, se lleva a cabo el contraste de Chow, señalando, por lo tanto, que se divide la muestra en la observación 19 de marzo de 2020.

Regresión aumentada para el contraste de Chow MCO, usando las observaciones 2020-02-03:2020-04-28 (T = 58) Se han quitado las observaciones ausentes o incompletas: 4 Variable dependiente: rentabilidad						
	coeficiente	Desv. tipica	Estadistico t	valor p		
const	0.353775	0.171739	2.060	0.0453	**	
IBEX	0.000111718	3.20840e-05	3.482	0.0011	***	
IBEX_1	-0.000144231	3.53030e-05	-4.086	0.0002	***	
positivos	-9.58607e-06	2.43021e-06	-3.945	0.0003	***	
variabilidad	-0.126215	0.0585286	-2.156	0.0366	**	
volumen	-2.99070e-09	3.72211e-09	-0.8035	0.4260		
rentabilidad_1	-0.211667	0.139246	-1.520	0.1356		
splitdum	-0.268871	0.440242	-0.6107	0.5445		
sd_IBEX	0.000124811	6.96302e-05	1.792	0.0799	*	
sd_IBEX_1	-0.000108863	6.79011e-05	-1.603	0.1160		
sd_positivos	9.56648e-06	2.43604e-06	3.927	0.0003	***	
sd_variabilidad	0.197138	0.216297	0.9114	0.3670		
sd_volumen	5.44602e-09	5.58614e-09	0.9749	0.3349		
sd_rentabilidad_1	0.0492850	0.213602	0.2307	0.8186		
Media de la vble. dep.	-0.014304	D.T. de la vble. dep.	0.068370			
Suma de cuad. residuos	0.070879	D.T. de la regresión	0.040136			
R-cuadrado	0.733979	R-cuadrado corregido	0.655382			
F(13, 44)	9.338505	Valor p (de F)	7.88e-09			
Log-verosimilitud	112.2110	Criterio de Akaike	-196.4219			
Criterio de Schwarz	-167.5757	Crit. de Hannan-Quinn	-185.1857			
Contraste de Chow de cambio estructural en la observación 2020-03-20 F(7, 44) = 5.26547 con valor p 0.0002						

Figura 4.19: Contraste de Chow. Herramienta GRETL. Elaboración propia

En primer lugar, resaltar que al igual que ocurría en el caso de Grifols, la variable *splitdum* es la misma que anteriormente se ha definido como *miedo*. Entonces, lo que este contraste indica es que la variable *sd\_IBEX*, de ahora en adelante se denominará *miedoIBEX*, es significativa individualmente para 0,1. La variable *sd\_positivos*, de ahora en adelante *miedopositivos*, es individualmente significativa para valores de significatividad típicos. Al observar la existencia de significatividad individual de estas dos variables, las mismas, son añadidas al programa y, posteriormente, introducidas en el modelo.

Antes de añadirlas al modelo, concretar que *miedopositivos* se calcula como el producto de las variables *miedo* y *positivos*. Y, por tanto, como la variable *miedo*, hasta el día 19 de marzo incluido toma valor 0, los valores de la variable *miedopositivos*, hasta el día 19 de marzo, inclusive serán cero. A partir de entonces, al estar multiplicados por el valor 1 correspondiente a la variable *miedo*, los valores de la variable *miedopositivos* serán los que toma la variable *positivos*. Esta variable está medida en número acumulado de personas que han dado positivo por COVID-19. Lo mismo ocurre con la variable

*miedoIBEX*, a partir del 20 de marzo, incluido, tomará el valor de la variable *IBEX* y con anterioridad serán los valores igual a 0. Que esta medida en las mismas unidades que la variable *IBEX*.

```

Modelo 4: MCO, usando las observaciones 2020-02-03:2020-04-28 (T = 58)
Se han quitado las observaciones ausentes o incompletas: 4
Variable dependiente: rentabilidad
Desviaciones tipicas robustas ante heterocedasticidad, variante HC1

      coeficiente  Desv. tipica  Estadistico t  valor p
-----
const          0.150853    0.154329      0.9775    0.3331
IBEX          0.000166419  2.76026e-05     6.029    2.11e-07 ***
IBEX_1        -0.000179820  3.13605e-05    -5.734    6.00e-07 ***
positivos     -8.60341e-06   2.57438e-06    -3.342    0.0016    ***
variabilidad   -0.150598    0.0624391     -2.412    0.0197    **
volumen        4.00110e-09   2.40323e-09     1.665    0.1023
miedoIBEX     -5.82302e-06   7.50945e-06    -0.7754   0.4418
miedopositivos 8.47325e-06   2.56287e-06     3.306    0.0018    ***
rentabilidad_1 -0.167055    0.139280     -1.199    0.2361

Media de la vble. dep. -0.014304  D.T. de la vble. dep.  0.068370
Suma de cuad. residuos 0.085900  D.T. de la regresión  0.041870
R-cuadrado            0.677603  R-cuadrado corregido  0.624967
F(8, 49)              8.457096  Valor p (de F)      3.88e-07
Log-verosimilitud     106.6369  Criterio de Akaike    -195.2738
Criterio de Schwarz   -176.7298  Crit. de Hannan-Quinn -188.0506

Sin considerar la constante, el valor p más alto fue el de la variable 20 (miedoIBEX)

```

Figura 4.20: Modelo 4 MCO. Herramienta GRETL. Elaboración propia

En el modelo 4 (figura 4.20) se consigue mejorar el valor de  $R^2$  a 0,6776, y  $R^2$  corregido a 0,6250. La variable *positivos* ha pasado de no ser individualmente significativa, a serlo para cualquier nivel. La variable *variabilidad* ahora no solo es significativa para 0,1, sino que también lo es para 0,05. Por tanto, las elecciones tomadas han sido adecuadas. A pesar de que *miedoIBEX* tenga el p-valor más elevado, el hecho de quitar esa variable apenas mejora el modelo y, como ha indicado el contraste de Chow que era significativa al 0,1, se conserva la variable.

Tras la obtención de este modelo, se procede a verificar que se cumplen las hipótesis del Modelo Lineal General.

Una de las hipótesis es la presencia de permanencia estructural, que como se ha comprobado anteriormente se producía un cambio estructural el día 20 de marzo de 2020.

Así pues, se continúa realizando el contraste Reset, para saber si la forma funcional es adecuada. En la regresión auxiliar se incluyen las variables endógenas tanto al cuadrado,

como al cubo. Si se acepta la hipótesis nula significa que la forma funcional es adecuada, si se rechaza la hipótesis nula, o se acepta la hipótesis alternativa, quiere decir que la forma funcional no es adecuada.

```
Regresión auxiliar para el contraste de especificación RESET
MCO, usando las observaciones 2020-02-03:2020-04-28 (T = 58)
Se han quitado las observaciones ausentes o incompletas: 4
Variable dependiente: rentabilidad

      coeficiente  Desv. tipica  Estadistico t  valor p
-----
const          0.152346    0.141946      1.073    0.2886
IBEX          0.000159036  3.65100e-05     4.356   7.13e-05 ***
IBEX_1        -0.000172662  3.93876e-05    -4.384   6.52e-05 ***
positivos     -8.32932e-06  2.56043e-06    -3.253   0.0021   ***
variabilidad  -0.148539    0.0565284     -2.628   0.0116   **
volumen        3.88731e-09  2.32742e-09     1.670   0.1015
miedoIBEX     -6.24911e-06  7.45428e-06    -0.8383  0.4061
miedopositivos 8.21527e-06  2.57120e-06     3.195   0.0025   ***
rentabilidad_1 -0.153931    0.111856     -1.376   0.1753
yhat^2         0.514368     1.91085      0.2692  0.7890
yhat^3         4.73530      12.5202      0.3782  0.7070

Estadistico de contraste: F = 0.071607,
con valor p = P(F(2,47) > 0.0716067) = 0.931
```

Figura 4.21: Contraste de RESET. Herramienta GRETL. Elaboración Propia

El valor del estadístico de contraste F es de 0,0716 y su p-valor de 0,931, y por tanto, superior a 0,05, implica que se acepta, o no se rechaza, la hipótesis nula y, por lo tanto, la forma funcional es correcta.

Tras esta comprobación, se procede a realizar el contraste de normalidad de los residuos. La hipótesis nula es que se distribuyen normalmente y la hipótesis alternativa es que no se distribuyen normalmente.

```
Contraste de la hipótesis nula de distribución Normal:
Chi-cuadrado(2) = 0.016 con valor p 0.99191
```

Figura 4.22: Contraste de normalidad de los residuos. Herramienta GRETL. Elaboración propia

Tal y como se aprecia en la figura 4.22, con un valor de chi-cuadrado=0,016 y un p-valor de 0,99191, muy superior a 0,05, se acepta la hipótesis nula y los residuos tienen una distribución normal.

El siguiente paso es corroborar la presencia de homoscedasticidad. En este caso, se realiza tanto el contraste de White, como el de Breusch-Pagan. La hipótesis nula, en ambos contrastes, quiere decir que hay homoscedasticidad y la hipótesis alternativa implica que hay heteroscedasticidad.

Se ha comenzado con el contraste de White.

```
Contraste de heterocedasticidad de White -
Hipótesis nula: [No hay heterocedasticidad]
Estadístico de contraste: LM = 53.0892
con valor p = P(Chi-cuadrado(41) > 53.0892) = 0.0977204
```

Figura 4.23: Contraste de Heterocedasticidad de White. Herramienta GRETL. Elaboración propia

El estadístico de contraste LM toma el valor de 53,0892 con un p-valor de 0,0977 es superior a 0,05, esto conlleva que se acepta la hipótesis nula y que hay homoscedasticidad en el modelo. El valor de  $R^2$  aumenta a 0,9153. A continuación, se comprueba también la posible existencia de heteroscedasticidad mediante el contraste de Breusch-Pagan.

```
Contraste de heterocedasticidad de Breusch-Pagan -
Hipótesis nula: [No hay heterocedasticidad]
Estadístico de contraste: LM = 19.9302
con valor p = P(Chi-cuadrado(8) > 19.9302) = 0.0106035
```

Figura 4.24: Contraste de Heterocedasticidad de Breusch-Pagan. Herramienta GRETL. Elaboración propia

En este caso, el estadístico de contraste LM es de 19,9302 y su p-valor de 0,0106 inferior a 0,05, esto significa que se rechaza la hipótesis nula y que hay heteroscedasticidad.

A pesar de este problema, como el contraste de White indica que hay homoscedasticidad, y otros posibles modelos daban problemas de heteroscedasticidad con Breusch-Pagan se ha aceptado la estimación de la figura 4.19.

Es decir, el modelo finalmente estimado es el siguiente:

$$\begin{aligned}
 \text{Rentabilidad}_t = & \beta_1 + \beta_2 \cdot \text{IBEX}_t + \beta_3 \cdot \text{IBEX}_{t-1} + \beta_4 \cdot \text{positivos}_t + \beta_5 \cdot \\
 & \text{variabilidad}_t + \beta_6 \cdot \text{volumen}_t + \beta_7 \cdot \text{miedoIBEX}_t + \beta_8 \cdot \text{miedopositivos}_t + \beta_9 \cdot \\
 & \text{rentabilidad}_{t-1} + \mu_t
 \end{aligned} \tag{4}$$

A continuación, en el apartado 5, se procederá a la interpretación de sus resultados.

## 5 RESULTADOS E INTERPRETACIÓN

---

En los epígrafes siguientes e interpretan los resultados obtenidos para las empresas objeto de estudio en este trabajo fin de grado.

### 5.1 ANÁLISIS DE GRIFOLS

De la estimación realizada (figura 4.8), se obtiene el siguiente modelo econométrico:

$$\begin{aligned} Rentabilidad_t = & 0,112 + 0,00011 \cdot IBEX_t - 0,00012 \cdot IBEX_{t-1} + \\ & + 0,00000039 \cdot fallecidos_{t-1} + 0,0012 \cdot variabilidad_{t-1} \\ & - 0,000000049 \cdot volumen_{t-1} \\ & - 0,00000075 \cdot miedoIBEX_t - 0,00012 \cdot miedoIBEX_{t-1} \\ & + 0,000017 \cdot miedo fallecidos_{-1t} \\ & - 0,0083 \cdot rentabilidad_{t-1} + \hat{\mu}_t \end{aligned}$$

La interpretación de los regresores del modelo es la siguiente. Si el IBEX aumenta 1 punto, la rentabilidad crece en un 0,00011 por uno o un 0,011% hasta el 18 de marzo. A partir de esa fecha, si el IBEX aumenta 1 punto, la rentabilidad crecerá un 0,011%-0,00075%, es decir, un 0,01025%. Si aumenta en una persona el número de fallecidos en el periodo anterior, la variable *rentabilidad* crece en 0,00000039 por uno o 0,000039% hasta el día 18 de marzo, es decir, antes de que se produzca el cambio estructural. A partir del día 19 de marzo, inclusive, 1 fallecido más el día anterior, provocará que la rentabilidad aumente en 0,000039%+0,0017%, es decir, en un 0,001739%. La variable *variabilidad* afecta, al igual que las anteriores, positivamente a la rentabilidad, si esta variable se incrementa 1 euro, la rentabilidad crece en 0,0012 por uno o un 0,12%.

Por otro lado, si la variable *IBEX\_1* aumenta en 1 punto, la variable *rentabilidad* disminuye en un 0,00012 por uno o un 0,012% hasta el día 18 de marzo. A partir del 19 de marzo, incluido, al producirse la ruptura estructural, si el IBEX del día anterior aumenta en 1 punto, la variable *rentabilidad* decrece un 0,012%+0,012%, es decir, un

0,024%. Las variables *volumen\_1* y *rentabilidad\_1* afectan a la rentabilidad también de manera negativa, varían en sentido contrario a la rentabilidad.

Sin embargo, de las variables presentes en el modelo, solamente las variables *IBEX*, *IBEX\_1* y *miedoIBEX\_1* son individualmente significativas.

En cuanto a la probable existencia de cambio estructural que se intuía, se ha corroborado confirmando la existencia de ruptura estructural el día 19 de marzo de 2020, tal y como se ha expuesto en el apartado anterior.

## 5.2 ANÁLISIS DE INTERNATIONAL AIRLINES GROUP

De la estimación realizada (figura4.19), se obtiene el siguiente modelo econométrico:

$$\begin{aligned}
 Rentabilidad_t = & 0,15 + 0,00016 \cdot IBEX_t - 0,00017 \cdot IBEX_{t-1} \\
 & - 0,0000086 \cdot positivos_t - 0,15 \cdot variabilidad_t + 0,00000004 \cdot volumen_t \\
 & - 0,0000058 \cdot miedoIBEX_t + 0,0000084 \cdot miedopositivos_t \\
 & - 0,167 \cdot rentabilidad_{t-1} + \hat{\mu}_t
 \end{aligned}$$

Procediendo a su interpretación, por un lado, si el IBEX se incrementa 1 punto, la rentabilidad crece en un 0,00016 por uno o un 0,016%, esto ocurre hasta el 19 de marzo. A partir de entonces, si el IBEX se incrementa 1 punto, la rentabilidad crecerá un 0,016%-0,00058%, es decir, un 0,01542%. Si la variable *volumen* aumenta en 1 acción, la rentabilidad lo hace en un 0,0000004%.

Por otro lado, si la variable *IBEX\_1* aumenta en 1 punto, la variable *rentabilidad* disminuye en un 0,00017 por uno o un 0,017%. Si *positivos* se incrementa en 1 persona, la rentabilidad decrece en un 0,0000086 por uno o un 0,00086% hasta el 19 de marzo. A partir de entonces, si el número de positivos aumenta en 1 persona, la rentabilidad decrece un -0,00086%+0,00084%, es decir, un 0,00002%. Las variables *variabilidad*, y *rentabilidad\_1* también provocan que la rentabilidad varíe en sentido contrario a las mismas.

Sin embargo, *IBEX*, *IBEX\_1*, *positivos*, *variabilidad* y *miedopositivos* son, de las vistas en este modelo, las variables individualmente significativas.

En cuanto a la presumible existencia de cambio estructural que se presentía, se ha confirmado la existencia de esa ruptura estructural el día 20 de marzo de 2020, tal y como se ha expuesto en el apartado 4.

## 6 CONCLUSIONES

---

En el actual estudio se han estimado dos modelos econométricos para dos empresas, Grifols e IAG, de diferentes sectores que cotizan en el IBEX 35, el mercado bursátil español, para el periodo comprendido entre el 3 de febrero y el 28 de abril de 2020.

Ambos modelos han pasado el chequeo y sus formas funcionales son adecuadas, no presentan problemas de heteroscedasticidad bajo el contraste de White y se han introducido las rupturas estructurales que presentaban, Grifols el 19 e IAG el 20 de marzo de 2020, en los 2 modelos.

El análisis econométrico elaborado para la compañía Grifols, sin embargo, no tiene una medida de bondad de ajuste muy elevada, su  $R^2$  ajustado es 0,37 (como era de esperar por tratarse de valores bursátiles). Además, de todas las variables incluidas, sólo 3 de ellas eran individualmente significativas. Es especialmente llamativo que la variable *fallecidos\_1*, que es la introducida como una proxy del efecto COVID, no sea individualmente significativa y que, además, esté lejos de serlo con un p-valor de 0,72. Se puede concluir que, a pesar de colaborar con entidades sanitarias en Estados Unidos para intentar hallar un tratamiento para la enfermedad, la pandemia sanitaria no le ha afectado en gran medida, o como se esperaba que lo hiciese.

Y, por último, el análisis econométrico estudiado para la empresa IAG, tiene una medida de bondad de ajuste más elevada, su  $R^2$  ajustado es 0,62, es decir, el modelo explica el 62% de la variación total de la rentabilidad. Cuanto más elevado es ese valor, más fiable y mejor es el modelo. Además 5 de las variables introducidas son individualmente significativas, siendo la variable *positivos* 1 de ellas. Se verifica con esto que si aumenta el número de positivos por COVID-19, la rentabilidad de la empresa disminuye. Sin embargo, y a pesar de haber tenido pérdidas, el hecho de realizar vuelos transportando vacunas o equipo médico, entre otro tipo de carga, tal y como se apunta en su informe

anual del año 2020, ha podido provocar que se amortigüe el impacto de esta crisis sanitaria y que, por ello, el modelo no tenga un  $R^2$  o un  $R^2$  ajustado tan elevado.

## 7 BIBLIOGRAFÍA

---

ADMINISTRACIÓN GOBIERNO DE ESPAÑA (2021) CRISIS SANITARIA COVID-19: NORMATIVA E INFORMACIÓN ÚTIL, ÚLTIMA ACTUALIZACIÓN 30/04/2021 <[HTTPS://ADMINISTRACION.GOB.ES/PAG\\_HOME/ATENCIONCIUDADANA/CRISIS-SANITARIA-COVID-19.HTML#.YJAUJBXHZIU](https://ADMINISTRACION.GOB.ES/PAG_HOME/ATENCIONCIUDADANA/CRISIS-SANITARIA-COVID-19.HTML#.YJAUJBXHZIU)> [CONSULTA: 3 DE MAYO DE 2021]

ARCE, O. (2021) EVOLUCIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA DE ESPAÑA DURANTE LA CRISIS DEL COVID-19, BANCO DE ESPAÑA <[HTTPS://WWW.BDE.ES/F/WEBBDE/GAP/SECCIONES/SALAPRENSA/INTERVENCIONESPUBLICAS/DIRECTORES GENERALES/ECONOMIA/ARCE110221.PDF](https://WWW.BDE.ES/F/WEBBDE/GAP/SECCIONES/SALAPRENSA/INTERVENCIONESPUBLICAS/DIRECTORES GENERALES/ECONOMIA/ARCE110221.PDF)> [CONSULTA: 3 DE MAYO DE 2021]

BOLSA DE MADRID, IAG [CONSULTA: 15 DE ENERO DE 2021]

BOLSA DE MADRID, GRIFOLS [CONSULTA: 15 DE ENERO DE 2021]

BOLSA DE MADRID (2021) GRÁFICO ÍNDICES IBEX <[HTTPS://WWW.BOLSAMADRID.ES/ESP/ASPX/MERCADOS/GRAFICOS.ASPX?TIPO=IBEX](https://WWW.BOLSAMADRID.ES/ESP/ASPX/MERCADOS/GRAFICOS.ASPX?TIPO=IBEX)> [CONSULTA: 8 DE MAYO DE 2021]

CEOE (2019) EL TRANSPORTE AÉREO: APORTACIÓN A LA ECONOMÍA ESPAÑOLA Y PROPUESTAS PARA LA MEJORA DE SU COMPETITIVIDAD, CONSEJO DEL TRANSPORTE Y LA LOGÍSTICA, DEPARTAMENTO DE ASUNTOS REGULATORIOS Y EUROPEOS, PP. 1-11

FARMAINDUSTRIA (2019) LA INDUSTRIA FARMACÉUTICA EN ESPAÑA EN 2019, MEMORIA ANUAL 2019

FARMAINDUSTRIA (2021) LA INDUSTRIA FARMACÉUTICA, UN ‘FÓRMULA 1’ PARA LA ECONOMÍA Y EL EMPLEO, PP. 1-5.

FARMAINDUSTRIA (2019)

FERNÁNDEZ, R. (2021) “IMPACTO DEL BROTE DE CORONAVIRUS EN EL ÍNDICE BURSÁTIL ESPAÑOL IBEX-35 EN 2020 Y 2021” EN STATISTA

<HTTPS://ES.STATISTA.COM/ESTADISTICAS/1104248/IMPACTO-DEL-CORONAVIRUS-EN-EL-IBEX-35-EN-ESPAÑA-DE-ENERO-A-MARZO/#:~:TEXT=COVID%2D19%3A%20IMPACTO%20EN%20EL,MADRID)%20EN%20ESPA%C3%B1A%202020%2D2021&TEXT=EL%20PARQU%C3%A9%20ESPA%C3%B1OL%20REGISTR%C3%A9%20DURANTE,DEBAJO%20DE%20LOS%207.000%20PUNTOS> [CONSULTA: 4 DE MAYO DE 2021]

GRIFOLS <HTTPS://WWW.GRIFOLS.COM/ES/HOME> [CONSULTA: 3 DE JUNIO DE 2021]

GRIFOLS (2020) GRIFOLS Y EL FONDO DE INVERSIÓN PÚBLICA DE ARABIA SAUDÍ IMPULSARÁN EL AUTOABASTECIMIENTO DE MEDICAMENTOS PLASMÁTICOS EN LA REGIÓN <HTTPS://WWW.GRIFOLS.COM/ES/VIEW-NEWS/-/NEWS/GRIFOLS-AND-THE-PUBLIC-INVESTMENT-FUND-OF-SAUDI-ARABIA-TO-BOOST-PLASMA-MEDICINES-SELF-SUPPLY-IN-THE-REGION> [CONSULTA: 8 DE JUNIO DE 2021]

GRIFOLS (2020) INFORME ANUAL INTEGRADO 2020 PP. 1-124

INSTITUTO DE SALUD CARLOS III <HTTPS://WWW.ISCIII.ES/PAGINAS/INICIO.ASPX> [CONSULTA: 6 DE ABRIL DE 2021]

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA <HTTPS://WWW.INE.ES/> [CONSULTA: 12 DE JUNIO DE 2021]

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA (2020) ESTADÍSTICA DE MOVIMIENTOS TURÍSTICOS EN FRONTERAS (FRONTUR) DICIEMBRE 2019 Y AÑO 2019. DATOS PROVISIONALES PP. 1

INTERNATIONAL AIRLINES GROUP <HTTPS://WWW.IAIRGROUP.COM/ES-ES> [CONSULTA: 3 DE JUNIO DE 2021]

INTERNATIONAL AIRLINES GROUP (2020) GESTIONANDO LA CRISIS, TRANSFORMANDO NUESTRO NEGOCIO, MOLDEANDO NUESTRO FUTURO, INFORME Y CUENTAS ANUALES 2020 PP. 1-74

MINISTERIO DE LA PRESIDENCIA, RELACIONES CON LAS CORTES Y MEMORIA DEMOCRÁTICA (2020), REAL DECRETO 463/2020, DE 14 DE MARZO, POR EL QUE SE DECLARA EL ESTADO DE ALARMA PARA LA GESTIÓN DE LA SITUACIÓN DE LA CRISIS SANITARIA OCASIONADA POR EL COVID-19

MINISTERIO DE SANIDAD, CONSUMO Y BIENESTAR SOCIAL  
<[HTTPS://WWW.MSCBS.GOB.ES/PROFESIONALES/SALUDPUBLICA/CCAYES/ALERTASACTUAL/nCov/situacionActual.htm](https://www.mscbs.gob.es/profesionales/saludpublica/ccayes/alertasActual/nCov/situacionActual.htm)> [CONSULTA: 15 DE JUNIO DE 2021]

MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA (2020) COYUNTURA DE LAS COMPAÑÍAS EN EL MERCADO AÉREO EN ESPAÑA-MARZO 2020, PP. 1-5

MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA (2020) ANÁLISIS DE LA EVOLUCIÓN DEL TRÁFICO AÉREO COMERCIAL EN ESPAÑA-MARZO 2020, PP. 1-3

MITTAL S. Y SHARMA D. (2021) THE IMPACT OF COVID-19 ON STOCK RETURNS OF THE INDIAN HEALTHCARE AND PHARMACEUTICAL SECTOR, AUSTRALASIAN ACCOUNTING, BUSINESS AND FINANCE JOURNAL 15(1), 5-21

PULLIDO, S. (2020) “ESPAÑA CONFIRMA SU PRIMER CASO DE CORONAVIRUS EN LA GOMERA” EN GACETA MÉDICA <[HTTPS://GACETAMEDICA.COM/INVESTIGACION/ESPAÑA-CONFIRMA-SU-PRIMER-CASO-DE-CORONAVIRUS/](https://gacetamedica.com/investigacion/espaa-confirma-su-primer-caso-de-coronavirus/)> [CONSULTA: 3 DE MAYO DE 2021]

SHARMA A. Y NICOLAU JL. (2020) AN OPEN MARKET VALUATION OF THE EFFECTS OF COVID-19 ON THE TRAVEL AND TOURISM INDUSTRY, ANNALS OF TOURISM RESEARCH

T.R. QIU,R.; PARK J.; LI, S. Y SONG H. (2020) SOCIAL COSTS OF TOURISM DURING THE COVID-19 PANDEMIC, ANNALS OF TOURISM RESEARCH

V. GÓMEZ, M. (2020) “LA CRISIS DEL CORONAVIRUS PROVOCA LA PÉRDIDA DE 900.000 EMPLEOS DESDE EL INICIO DEL ESTADO DE ALARMA” EN EL PAÍS <[HTTPS://ELPAIS.COM/ECONOMIA/2020-04-02/LA-SEGURIDAD-SOCIAL-PIERDE-833000-AFILIADOS-Y-EL-PARO-SUBE-EN-MAS-DE-300000-PERSONAS-EN-EL-PEOR-MES-PARA-EL-EMPLEO.HTML#:~:text=Los%20n%C3%BAmeros%20del%20Ministerio%20de,%20en%203%2C54%20millones](https://elpais.com/economia/2020-04-02/la-seguridad-social-pierde-833000-afiliados-y-el-paro-sube-en-mas-de-300000-personas-en-el-peor-mes-para-el-empleo.html#:~:text=Los%20n%C3%BAmeros%20del%20Ministerio%20de,%20en%203%2C54%20millones)> [CONSULTA: 5 DE MAYO DE 2021]