



Universidad de Valladolid

Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales

Trabajo de Fin de Grado

Grado en Administración y Dirección de Empresas

Impacto de la crisis del coronavirus sobre los índices bursátiles FTSE 100 y DAX

Presentado por:

Nadia Pérez Faúndez

Tutelado por:

José María Fortuna Lindo

Valladolid, 27 de Septiembre de 2021

RESUMEN

En el presente trabajo fin de grado se estudia la respuesta de los mercados de valores a la pandemia del COVID-19, analizando el impacto sobre los índices Deutscher Aktien Index (DAX) y Financial Times Stock Exchange 100 (FTSE 100). Empleando los datos diarios acerca de la evolución de un conjunto de variables relacionadas con la crisis del coronavirus y de las variaciones porcentuales de los índices indicados obtenemos modelos de regresión con buenas propiedades a través de los cuales deducimos qué variables sanitarias analizadas han tenido un efecto positivo o negativo sobre la rentabilidad de los índices mencionados.

Palabras clave: FTSE 100, DAX, COVID-19, SARS-CoV-2, coronavirus, índices bursátiles, mercados bursátiles.

Códigos JEL: G15

ABSTRACT

This end-of-degree project studies the response of the stock markets to the COVID-19 pandemic, analyzing the impact on the Deutscher Aktien Index (DAX) and Financial Times Stock Exchange 100 (FTSE 100). Using daily data on the evolution of a set of variables related to the coronavirus crisis and the percentage variations of the indicated indices, we obtain regression models with good properties through which we deduce which health variables analyzed have had a positive effect. or negative on the profitability of the aforementioned indices.

Keywords: FTSE 100, DAX, COVID-19, SARS-CoV-2, coronavirus, stock indexes, stock markets.

JEL codes: G15

ÍNDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN	7
2. LOS ÍNDICES BURSÁTILES.....	11
2.1 INTRODUCCIÓN.....	11
2.2 ÍNDICES BURSÁTILES EUROPEOS.....	13
2.2.1 DEUTSCHER AKTIEN INDEX (DAX)	14
2.2.2 FINANCIAL TIMES STOCK EXCHANGE 100 (FTSE 100)	15
3. FUNDAMENTOS TEÓRICOS E HIPÓTESIS.....	17
4. MUESTRA Y VARIABLES.....	22
5. METODOLOGÍA.....	26
5.1 ANÁLISIS DESCRIPTIVO Y MATRIZ DE CORRELACIONES.....	26
5.2 MODELO DE REGRESIÓN MÚLTIPLE: SUPUESTOS Y CONTRASTES.....	27
5.2.1 CONTRASTE DE LAS HIPÓTESIS SUBYACENTES AL MODELO LINEAL CLÁSICO.....	29
5.2.2 CONTRASTE DE LOS COEFICIENTES DEL MODELO	31
5.2.3 SIGNO DE LOS ESTIMADORES DE LOS COEFICIENTES	32
6. RESULTADOS	34
6.1 ANÁLISIS DESCRIPTIVO Y MATRIZ DE CORRELACIONES	34
6.2 MODELOS DE REGRESIÓN LINEAL	37
6.2.1 FTSE 100 PERIODO T	38
6.2.2 FTSE 100 PERIODO T-1	39
6.2.3 FTSE 100 PERIODO T-2	40
6.2.4 DAX PERIODO T.....	42
6.2.5 DAX PERIODO T-1.....	43
6.2.6 DAX PERIODO T-2.....	44
6.3 ANÁLISIS DE ROBUSTEZ	45
6.4 CONTRASTE DE LAS HIPÓTESIS DE PARTIDA	46

7. CONCLUSIONES.....	47
8. BIBLIOGRAFÍA.....	49
9. ANEXOS.....	55
I. ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS FTSE 100	55
II. ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS DAX	56
III. MATRIZ DE CORRELACIONES FTSE 100 T	57
IV. MATRIZ DE CORRELACIONES FTSE 100 T-1	58
V. MATRIZ DE CORRELACIONES FTSE 100 T-2	59
VI. MATRIZ DE CORRELACIONES DAX T.....	60
VII. MATRIZ DE CORRELACIONES DAX T-1.....	61
VIII. MATRIZ DE CORRELACIONES DAX T-2.....	62

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.1: DIFERENCIA ENTRE LA VARIACIÓN DEL PIB EN 2020 Y LA PREVISTA ANTES DE LA CRISIS	7
FIGURA 1.2: LA INTENSIDAD DE LA CRISIS SANITARIA.....	8
FIGURA 1.3: IMPACTO ECONÓMICO DE LA PANDEMIA Y SU RELACIÓN CON ALGUNOS FACTORES ESTRUCTURALES.....	9
FIGURA 1.4: IMPACTO DE LA CRISIS DEL COVID-19 SOBRE LOS MERCADOS BURSÁTILES	9

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 2.1: PRINCIPALES ÍNDICES BURSÁTILES EUROPEOS	14
TABLA 4.1: VARIABLES Y MUESTRA FTSE 100	24
TABLA 4.2: VARIABLES Y MUESTRA DAX.....	25
TABLA 6.1. FTSE 100 T (A): RESUMEN DEL MODELO DE REGRESIÓN OBTENIDO	38
TABLA 6.2. FTSE 100 T (A): FACTORES DE INFLACIÓN DE LA VARIANZA	38
TABLA 6.3. FTSE 100 T (B): RESUMEN DEL MODELO DE REGRESIÓN OBTENIDO	39
TABLA 6.4. FTSE 100 T-1 (A): RESUMEN DEL MODELO DE REGRESIÓN OBTENIDO	39
TABLA 6.5. FTSE 100 T-1 (A): FACTORES DE INFLACIÓN DE LA VARIANZA.....	40
TABLA 6.6. FTSE 100 T-1 (B): RESUMEN DEL MODELO DE REGRESIÓN OBTENIDO	40
TABLA 6.7. FTSE 100 T-2 (A): RESUMEN DEL MODELO DE REGRESIÓN OBTENIDO	41
TABLA 6.8. FTSE 100 T-2 (A): FACTORES DE INFLACIÓN DE LA VARIANZA.....	41
TABLA 6.9. FTSE 100 T-2 (B): RESUMEN DEL MODELO DE REGRESIÓN OBTENIDO	41
TABLA 6.10. DAX T: RESUMEN DEL MODELO DE REGRESIÓN OBTENIDO	42
TABLA 6.11. DAX T: FACTORES DE INFLACIÓN DE LA VARIANZA	43
TABLA 6.12. DAX T-1: RESUMEN DEL MODELO DE REGRESIÓN OBTENIDO	43
TABLA 6.13. DAX T-1: FACTORES DE INFLACIÓN DE LA VARIANZA.....	44
TABLA 6.14. DAX T-2: RESUMEN DEL MODELO DE REGRESIÓN OBTENIDO	44
TABLA 6.15. DAX T-2: FACTORES DE INFLACIÓN DE LA VARIANZA.....	45
TABLA 9.1: ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS FTSE 100.....	55
TABLA 9.2: ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS DAX	56
TABLA 9.3: MATRIZ DE CORRELACIONES FTSE 100 T	57
TABLA 9.4: MATRIZ DE CORRELACIONES FTSE 100 T-1	58
TABLA 9.5: MATRIZ DE CORRELACIONES FTSE 100 T-2	59
TABLA 9.6: MATRIZ DE CORRELACIONES DAX T	60
TABLA 9.7: MATRIZ DE CORRELACIONES DAX T-1.....	61
TABLA 9.8: MATRIZ DE CORRELACIONES DAX T-2.....	62

1. INTRODUCCIÓN

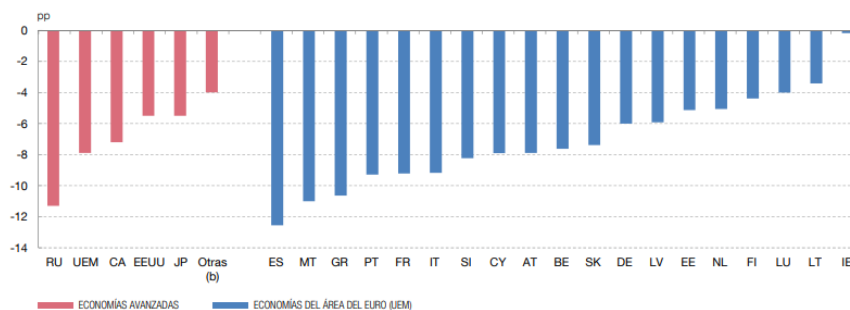
Desde su inicio a finales del 2019 (1 de diciembre de 2019) en la ciudad China de Wuhan, el COVID-19 está causando estragos en todo el mundo hasta el punto de ser calificado como una pandemia, ya que países de todo el planeta se han visto afectados por graves brotes con miles de muertos.

No obstante, esta crisis sanitaria no solo ha afectado en términos de salud pública, sino que también ha conllevado un gran impacto económico como consecuencia de la incertidumbre y de las medidas de contención del virus llevadas a cabo por los gobiernos de las naciones afectadas, provocando efectos devastadores en términos de empleo.

Atendiendo a la diferencia entre la variación del PIB en 2020 y la prevista antes de la crisis (véase la *Figura 1.1*), se concluye que el impacto en cada país ha sido desigual a causa de diversos factores entre los que se encuentran la intensidad de la crisis sanitaria en cada territorio, la duración y severidad de las medidas de contención aplicadas por los gobiernos y las diferencias estructurales existentes, concretamente la especialización productiva de cada nación. Rusia (RU) y la Zona Euro (UEM) son las regiones sobre las que ha recaído, en mayor medida, el impacto de la crisis. Si nos fijamos en las economías del área del Euro, España ha sido el país más perjudicado, seguido de Malta, Grecia y Portugal.

EL IMPACTO ECONÓMICO DE LA PANDEMIA EN LAS ECONOMÍAS AVANZADAS HA SIDO SEVERO Y DESIGUAL POR PAÍSES

DIFERENCIA ENTRE LA VARIACIÓN DEL PIB EN 2020 Y LA PREVISTA ANTES DE LA CRISIS (a)



FUENTES: Comisión Europea, Eurostat y Fondo Monetario Internacional.

a Para los países del área del euro se utilizan los datos de PIB de Eurostat y las previsiones de febrero 2020 de la Comisión Europea. Para las economías avanzadas se utilizan los datos del WEO del FMI de abril de 2021 y de enero de 2020.

b Otras economías avanzadas, excluyendo G-7 (Canadá, Francia, Alemania, Italia, Japón, Reino Unido y Estados Unidos) y los países del área del euro.

Fuente: Banco de España (2020)

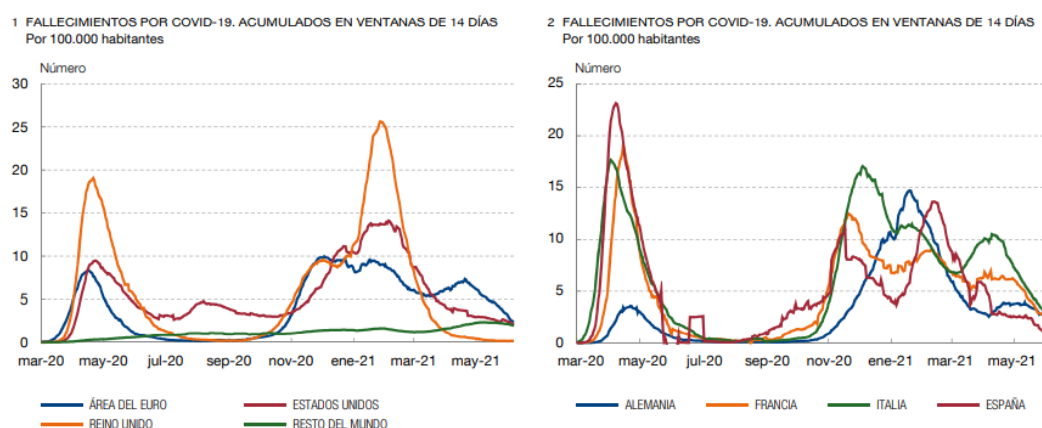
Figura 1.1: Diferencia entre la variación del PIB en 2020 y la prevista antes de la crisis

Sin embargo, debemos tener en cuenta que el impacto de la crisis no se ha mantenido constante, sino que ha variado a lo largo del tiempo, condicionado por la evolución de la pandemia, el nivel de saturación de los sistemas sanitarios de cada país y las medidas adoptadas para contener la propagación del virus.

En la *Figura 1.2* se muestra una evolución de la intensidad de la crisis sanitaria en las economías avanzadas. Como podemos apreciar, a nivel global las áreas del Euro, Estados Unidos y Reino Unido se han visto gravemente afectadas. En estas regiones, la segunda ola tuvo una intensidad superior.

Si ponemos el foco en la zona Euro, en países como Francia, Italia y España la primera ola fue especialmente severa generando una gran incertidumbre.

LA INTENSIDAD DE LA CRISIS SANITARIA



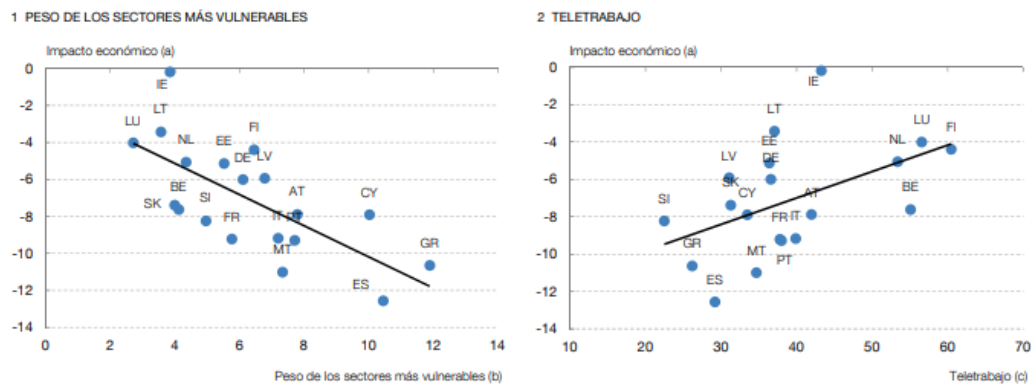
FUENTES: Centro Europeo para la Prevención y Control de Enfermedades, Johns Hopkins Coronavirus Resource Center y elaboración propia.

Fuente: Banco de España (2020)

Figura 1.2: La intensidad de la crisis sanitaria

El impacto de la pandemia ha ocasionado efectos desiguales en las naciones como consecuencia, entre otros, de factores estructurales. En la *Figura 1.3* se puede apreciar que aquellas economías con un mayor peso de los sectores más vulnerables se han visto más afectadas por la pandemia, dado que requieren en mayor medida de presencialidad y las medidas de contención han paralizado completamente su actividad. Por otro lado, la capacidad del país para implantar el teletrabajo tiene efectos positivos sobre la economía, de forma que esta se verá afectada en menor medida al ser posible, para un mayor número de empleados, continuar trabajando en una modalidad no presencial.

IMPACTO ECONÓMICO DE LA PANDEMIA Y SU RELACIÓN CON ALGUNOS FACTORES ESTRUCTURALES



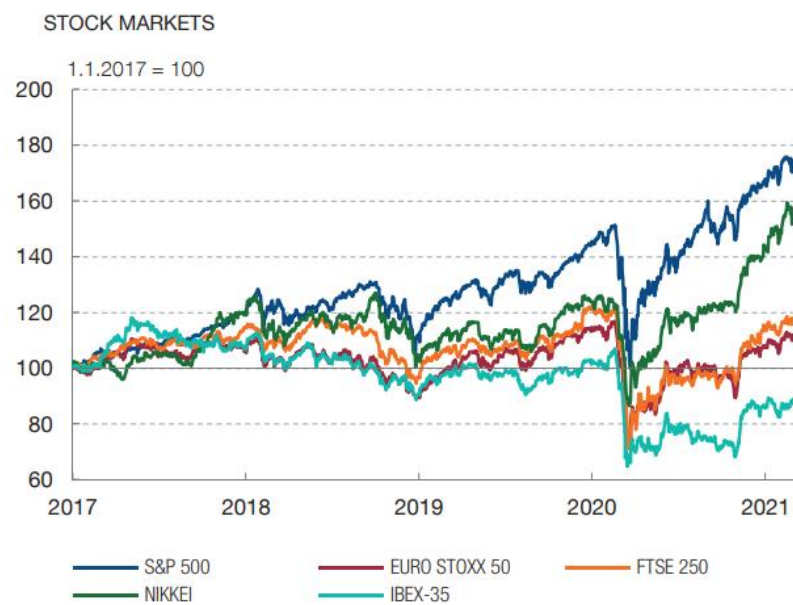
FUENTES: Comisión Europea, Eurofound, Eurostat y elaboración propia.

- a. Diferencia entre el crecimiento del PIB en 2020 y el previsto antes de la pandemia según las previsiones de la Comisión Europea de febrero de 2020. En puntos porcentuales.
- b. Peso del VAB nominal en el total de la economía de las ramas de alojamiento y restauración (I), actividades artísticas y de ocio (R), y otros servicios personales (S), incluyendo sus efectos de arrastre sobre el resto de los sectores, calculados estos últimos a partir de las tablas *input-output* globales disponibles para 2013. En porcentaje.
- c. Número de ocupados que empezaron a realizar teletrabajo como consecuencia de la pandemia, de acuerdo con una encuesta de Eurofound.

Fuente: Banco de España (2020)

Figura 1.3: Impacto económico de la pandemia y su relación con algunos factores estructurales

Esta incertidumbre también se ha reflejado en los mercados bursátiles, extremadamente volátiles desde el 24 de febrero de 2020, tal y como podemos ver en la *Figura 1.4*.



SOURCES: Dealogic and Refinitiv Datastream.

Fuente: Banco de España (2020)

Figura 1.4: Impacto de la crisis del COVID-19 sobre los mercados bursátiles

En este contexto, el objetivo de este trabajo es explorar las posibles relaciones existentes entre determinadas variables vinculadas a la pandemia del COVID-19 y la evolución de los mercados bursátiles. Así, se mide el comportamiento del mercado de valores, aproximado por la rentabilidad de su principal índice bursátil, durante este periodo de pandemia, a través de la obtención de modelos de regresión múltiple cuya variable dependiente sea la evolución de la rentabilidad de determinados índices bursátiles, en concreto DAX Y FTSE 100, buscando estimar modelos ajustados dotados de buenas propiedades econométricas, de forma que permitan contrastar una serie de hipótesis con respecto a la influencia, positiva o negativa, de las variables explicativas - vinculadas todas ellas a la pandemia- sobre los índices bursátiles.

Para ello, emplearemos como variables explicativas (también denominadas endógenas o regresores), aquellas vinculadas con la pandemia, tales como nuevas muertes y contagios, personas vacunadas, índice de severidad, etcétera.

En el estudio que se presenta en este trabajo de fin de grado se comienza por una breve explicación de los índices bursátiles en los que se va a centrar nuestra investigación. Posteriormente, se realiza una justificación teórica con relación a la vinculación entre pandemia y rentabilidad de los índices bursátiles. Seguidamente se presenta la metodología a seguir, se tratan los datos disponibles con las técnicas estadístico-econométricas y se realiza un análisis comparativo de los modelos econométricos, finalizando con las conclusiones del trabajo y la bibliografía.

2. LOS ÍNDICES BURSÁTILES

2.1 Introducción

Cuando hablamos de un índice bursátil hacemos referencia a un promedio calculado del precio de las acciones de un conjunto de empresas seleccionadas que forman parte de una bolsa de valores y que son representativas de un sector o mercado concretos. Mide, por consiguiente, las tendencias crecientes o decrecientes del rendimiento colectivo de las acciones que lo componen no desde un punto de vista individual, sino como conjunto. De esta forma, obtendremos una percepción de la situación en la que se encuentra un sector o economía nacional al completo. Es decir, nos proporciona información sobre cómo están actuando las empresas que forman parte de esa bolsa de valores.

En otras palabras, los índices bursátiles nos sirven de referencia para conocer la evolución o tendencia de los mercados bursátiles, ya que nos dan una perspectiva de estos. Sirven de gran utilidad a los gestores a la hora de operar e invertir ya que al tratarse de valores numéricos es posible efectuar comparaciones entre ellos. Así, los inversores podrán tomar mejores decisiones en función de sus intereses particulares puesto que, empleando estos indicadores, podrán realizar análisis que les permitan medir la rentabilidad y el riesgo del mercado o crear carteras que reproduzcan el comportamiento de dichos índices.

Los índices bursátiles son elaborados por un conjunto muy diverso de organismos públicos, empresas privadas e instituciones que habitualmente se encuentran supervisadas por organismos creados con este fin y fijados por cada país.

Existen múltiples clasificaciones de índices bursátiles en función de distintos aspectos que detallaremos a continuación.

- a. En función de la procedencia geográfica de los activos:
- Índices nacionales: formados por activos de un solo país. (IBEX 35, CAC 40).
 - Índices internacionales: formados por activos de varios países. (Euro Stoxx 50).
 - Índices globales: formados por activos de todo el mundo. (MSCI World, MSCI Emerging Markets, S&P Global 100).
- b. En función del tipo de empresas:
- Índices sectoriales: compuestos por empresas pertenecientes a un sector determinado (Nasdaq Composite, Euro Stoxx Banks, Dow Jones Transportation Average).
 - Índices intersectoriales: compuestos por empresas pertenecientes a cualquier sector (Daw Jones, FTSE 100).
- c. En función de los títulos que incluyen:
- Índices de renta variable: constituidos, exclusivamente, por acciones (S&P 500, FTSE MIB).
 - Índices de renta fija: constituidos por bonos y obligaciones de cualquier tipo (AIAF 2000, Bloomberg Barclays Global Aggregate Index).
 - Índices de derivados (CFDs).
 - Índices de materias primas: constituidos por activos tales como oro, petróleo, plata, etcétera (NQ Commodity Silver Index ER, DJ Commodity Gold).
- d. En función del método de cálculo del índice:
- Índices ponderados de capitalización de mercado completa: se calculan ponderando cada valor por su capitalización bursátil. Se tienen en cuenta todas las acciones emitidas.

- Índices ponderados de capitalización de mercado ajustado de flotación libre (*free float*): se construyen ponderando en función del capital flotante de cada uno de los valores que lo forman, es decir, mide el número de acciones que están disponibles en el mercado para que el público en general compre y venda, esto es, aquellas que se ofrecen en el mercado de negociación (IBEX 35, S&P 500).
- Índices ponderados en función del precio de cada valor: se calculan sumando el precio de todas las acciones que componen el índice y dividiendo este resultado entre el número de acciones (Nikkei 225, Dow Jones Industrial Average).
- Índices no ponderados: aquellos en los que todos los valores que los componen tienen el mismo peso (Nasdaq 100 Equal Index).

2.2 Índices bursátiles europeos

A lo largo de este trabajo se llevará a cabo un análisis de las relaciones existentes entre la evolución de algunos índices bursátiles y una serie de variables relacionadas con la crisis sanitaria provocada por el COVID-19 (número de contagios y muertos, incidencia acumulada, evolución de la cuantía de vacunados...). A continuación, en la *Figura 2.1*, presentaremos una tabla resumen con los principales índices bursátiles europeos.

País	Principales índices bursátiles	País	Principales índices bursátiles
Alemania	DAX 30	Irlanda	ISEQ Overall
Austria	ATX	Islandia	ICEX Main
Bélgica	BEL 20	Italia	FTSE MIB
Bulgaria	BSE SOFIX	Letonia	DJ Latvia Total Market
Chipre	Cyprus Main Market	Lituania	DJ Lithuania Total Market
Croacia	CROBEX	Noruega	OSE Benchmark, Oslo OBX
Dinamarca	OMXC20	Malta	MSE
Eslovaquia	SAX	Países Bajos	AEX
Eslovenia	Blue-Chip SBITOP	Polonia	WIG20, WIG30
España	IBEX 35	Portugal	PSI 20
Estonia	DJ Estonia Total Market	República Checa	PX
Finlandia	OMX Helsinki 25	Reino Unido	FTSE 100
Francia	CAC 40	Rumania	BET

Grecia	Athens General Composite	Suecia	OMXS30
Hungría	Budapest SE	Eurozona	Euro Stoxx 50

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2.1: Principales índices bursátiles europeos

Dado que existen innumerables índices bursátiles y sería inviable realizar el análisis propuesto para todos ellos, el trabajo se centra dos de los que son considerados más importantes en Europa de acuerdo con la bibliografía consultada. Estudiaremos los índices Deutscher Aktien Index (DAX) y Financial Times Stock Exchange 100 (FTSE 100), que se explican brevemente a continuación.

2.2.1 Deutscher Aktien Index (DAX)

El Deutscher Aktien Index es el índice bursátil de mayor relevancia para caracterizar el mercado bursátil de Alemania. Representa a las 30 mayores empresas alemanas que cotizan activamente en la Bolsa de Frankfurt y es considerado un indicador del rendimiento de la economía alemana y de las condiciones de su mercado bursátil.

Las empresas que cotizan en este índice se caracterizan por ser multinacionales conocidas a nivel internacional (Adidas, Deutsche Bank, Volkswagen Group. ...) y por pertenecer a muchos sectores económicos diferentes. No obstante, a pesar de operar en otros países más allá de Alemania dado su carácter de grandes multinacionales, todas las empresas que lo componen contribuyen significativamente al Producto Interior Bruto (PIB) del país.

En cuanto al procedimiento de cálculo empleado, se aplica la metodología de índice ponderado por capitalización de mercado ajustada por flotación libre (*free float*).

La mayoría de los índices bursátiles imponen varios requisitos que las compañías deben superar para ser incluidas en ellos. El DAX requiere que las empresas pasen pruebas de criterios estrictos antes de ser admitidas en el

índice. Tanto los requisitos como la composición del índice son reevaluados cada trimestre¹. Entre los requisitos se encuentran los siguientes:

- Mínimo de tres años cotizando en bolsa.
- Al menos el 10% de sus títulos deben ser negociados públicamente.
- Las compañías deben cotizar en el segmento “Prime Standard” de la Bolsa de Frankfurt (reservado para aquellas que cumplen con normas estrictas de transparencia).
- Deben ser representativas de la economía alemana (teniendo su sede central en el país o generando suficientes beneficios en el mismo).

2.2.2 Financial Times Stock Exchange 100 (FTSE 100)

El Financial Times Stock Exchange 100 es un índice bursátil compuesto por las 100 principales empresas con mayor capitalización de mercado que cotizan en la Bolsa de Londres, entre las que podemos encontrar compañías como AstraZeneca, IAG, Unilever, ...

Con el objetivo de que este índice recoja siempre las 100 principales compañías del mercado más importante de Reino Unido y para que esté actualizado en todo momento, un consejo de gobierno constituido por expertos independientes reevalúa su composición trimestralmente (marzo, junio, septiembre y diciembre). Para que una empresa forme parte de este índice es necesario que cumpla una serie de requisitos entre los que podemos encontrar:

- La empresa debe cumplir las normas de nacionalidad y el requisito de liquidez mínima.
- Asegurar un nivel de flotación libre del 20%.
- Debe cotizar en su totalidad en la Bolsa de Valores de Londres con un precio en libras o euros en el servicio de comercio electrónico de la bolsa.

¹ Tras la última modificación llevada a cabo, la cual ha entrado en vigor el 20 de septiembre de 2021, el número de compañías que conforma el índice pasa de 30 a 40. Por otro lado, se modifica la periodicidad de revisión del índice: dos anuales en marzo y septiembre en lugar de solo una y se reemplaza el criterio de liquidez por el de beneficios exigiendo un EBITDA positivo en los dos últimos ejercicios.

Para su cálculo se emplea el método de índices ponderados de capitalización de mercado ajustado por flotación libre.

Cabe destacar que, a lo largo de los años, se han producido significativos cambios en los componentes de ambos índices, como consecuencia de aspectos tales como las adquisiciones y fusiones, la desaparición de algunas empresas o la depreciación del valor de mercado de estas.

3. FUNDAMENTOS TEÓRICOS E HIPÓTESIS

El objetivo principal de la investigación es analizar el impacto de la crisis del COVID-19 sobre la economía de Alemania y Reino Unido. Dado que existen innumerables variables económicas que pueden ser objeto de estudio (crecimiento del PIB, empleo, tasa de paro, ...) será necesario simplificar nuestro problema. El mercado de valores ofrece una visión de lo que los inversores esperan para el futuro. Es precisamente en situaciones complejas como el brote de COVID-19 donde la presciencia del mercado es particularmente valiosa, argumenta Wagner (2020). Este autor considera que el mercado de valores puede ser una herramienta poderosa para la sociedad dado que proporciona una visión única del futuro esperado de una empresa y de la economía. Esto se debe a que el valor de una empresa se deriva de todos los flujos de efectivo esperados futuros, descontados al presente para ajustar el tiempo y la incertidumbre. Efectivamente, el mercado de valores es una encuesta de los resultados esperados en el futuro. Se tomará como referencia de la economía de Alemania y del Reino Unido la evolución de la rentabilidad de los índices bursátiles DAX y FTSE 100, respectivamente, de forma que sean empleados como una aproximación a la coyuntura económica.

Por otro lado, para medir la intensidad y el impacto de la crisis en términos sanitarios se tendrá en cuenta la evolución de algunas variables como: el número de nuevas muertes y contagios, el ritmo de reproducción y otras que serán descritas posteriormente.

Se exponen a continuación las conclusiones de algunos de los trabajos de la evidencia previa con relación a las cuestiones que se analizan en esta investigación.

En un estudio pionero reciente, Goodell (2020) lleva a cabo una exhaustiva investigación acerca de la literatura sobre el impacto económico de los desastres naturales y destaca que la pandemia del COVID-19 está provocando un daño económico global sin precedentes. Señala que la pandemia puede tener un impacto de amplio alcance en el sector financiero, incluidos los mercados de valores, la banca y los seguros. En este sentido, Wagner (2020) destaca que,

dado que la enfermedad ha traído consigo una incertidumbre extrema con respecto a cuán mortal es la enfermedad, cuándo obtendríamos una vacuna y qué efectos tendrían las políticas gubernamentales, los mercados de valores han presentado una volatilidad sin precedentes, lo que confirma la teoría de Goodell (2020).

En este contexto, Ashraf (2020) ha llevado a cabo un estudio cuya finalidad principal es explorar cómo los mercados de valores de todo el mundo están respondiendo a la pandemia. Para ello, ha examinado el impacto del crecimiento de los casos confirmados de COVID-19 y las muertes en los rendimientos del mercado de valores, cuyos resultados concluyen que mercados de valores responden negativamente al aumento de los casos confirmados de COVID-19. Es decir, los rendimientos del mercado de valores disminuyen a medida que aumenta el número de casos confirmados en un país. Además, la respuesta del mercado de valores al crecimiento en el número de muertes debido al COVID-19 es débil. De esta forma, sus hallazgos sugieren que los mercados de valores valoran los riesgos relacionados con la pandemia de COVID-19 en los precios de las acciones al principio, cuando aumenta el número de casos confirmados, y reaccionan menos cuando algunos de los casos confirmados mueren más adelante.

Por consiguiente, a tenor de las investigaciones previas parece confirmarse la existencia de una importante relación entre economía, medida a través de los mercados financieros, y COVID-19. Partiendo de estos resultados, en el presente trabajo analizaremos a través de distintos modelos de regresión si el impacto de las variables analizadas tiene un efecto positivo o negativo sobre la evolución de los índices bursátiles.

Ashraf (2020) obtuvo como resultado de su investigación que a medida que el número de contagios o muertes de un país se incrementa, los rendimientos del mercado de valores disminuyen. Por consiguiente, el signo esperado de las variables “Nuevos contagios” y “Nuevas muertes” será negativo. Dada la íntima relación existente entre los nuevos contagios y el ritmo de reproducción del virus, plantearemos como hipótesis que esta última variable se espera que también presente un signo negativo.

En lo relativo al efecto de la vacuna sobre la rentabilidad de los índices, se ha encontrado literatura para Estados Unidos y el S&P 500. Khalfaoui, Nammouri, y Jabeur (2021) señalan que la vacuna tiene una influencia positiva y significativa en los retornos del S&P 500. A pesar de que pueden existir discrepancias entre países, dado que el efecto de la vacuna puede ser desigual, asumiremos como hipótesis de partida que el signo esperado de la variable “Porcentaje de personas vacunadas completamente” tendrá un signo positivo.

En otro orden, Burdekin y Harrison (2021) consideran que el signo esperado del índice de severidad² será negativo, dado que los efectos negativos sobre la actividad económica deberían empeorar el desempeño relativo de la bolsa. En su investigación, aunque los hallazgos siguen siendo bastante variados, existe una tendencia a que las medidas de contención del virus perjudiquen el desempeño del mercado de valores al comienzo de la pandemia, como se observó en marzo y junio de 2020.

² El índice de severidad registra el rigor de las políticas gubernamentales. Es calculado por la Universidad de Oxford en base a nueve métricas: cierres de escuelas, cierres de lugares de trabajo, cancelación de eventos públicos, restricciones a las reuniones públicas, cierres de transporte público, requisitos para quedarse en casa, campañas de información pública, restricciones a los movimientos internos y controles de viajes internacionales. Una puntuación más alta indica una respuesta más estricta (es decir, 100 = respuesta más estricta y 0 = respuesta menos estricta). Es importante señalar que este índice no mide ni implica la idoneidad o eficacia de la respuesta de un país. Una puntuación más alta no significa necesariamente que la respuesta de un país sea "mejor" que la de otros que tengan una puntuación más baja en el índice.

Se calcula de la siguiente forma:

$$I = \frac{1}{9} \sum_{j=1}^9 I_j$$

Siendo $I_j \in [0,1]$ la media del subíndice correspondiente a la métrica j .

Mendoza-Rivera, Lozano-Díez y Venegas-Martínez (2020) han realizado un trabajo acerca del impacto de la pandemia COVID-19, medida a través del índice de letalidad (razón entre fallecimientos e infectados confirmados), sobre los índices bursátiles, tipos de cambio y tasas de interés de las principales economías en Latinoamérica. Uno de los principales hallazgos empíricos es que el índice de letalidad impacta negativamente a los índices bursátiles. De nuevo, a pesar de tomar como partida esta hipótesis cabe destacar que este estudio está basado en los datos de Latinoamérica, y puede que surjan discrepancias en cuanto a la extrapolación de estos resultados para Alemania y Reino Unido.

Por último, en relación con las variables “Pacientes UCI” y “Pacientes UCI/Nuevos Contagios” no hemos encontrado artículos en los que se analice su efecto sobre el rendimiento de los mercados bursátiles. No obstante, podemos pensar que un incremento del número de pacientes hospitalizados en la Unidad de Cuidados Intensivos, o de su ratio en comparación con el número de contagiados, estará íntimamente relacionado con la letalidad del virus y con el número de contagiados, ambas variables con un signo esperado negativo.

Puede darse que el número de contagiados sea tan elevado, a pesar de una baja letalidad, que todo ello desemboque en un elevado número de pacientes ingresados en UCI. Por otro lado, podría ocurrir que, a pesar de no existir un número elevado de contagios, la letalidad del virus fuese tan elevada que provocase un elevado número de pacientes hospitalizados. A tenor de lo expuesto, hemos considerado como hipótesis de partida un signo esperado negativo para estas variables.

A modo de resumen, las hipótesis a contrastar en nuestra investigación son las que aparecen detalladas a continuación:

- H1.* La variable “Nuevos contagios” tendrá un efecto negativo sobre los índices.
- H2.* La variable “Nuevas muertes” tendrá un efecto negativo sobre los índices.
- H3.* La variable “Ritmo de reproducción” tendrá un efecto negativo sobre los índices.

- H4.* La variable “Pacientes UCI” tendrá un efecto negativo sobre los índices.
- H5.* La variable “Porcentaje de personas vacunadas completamente” tendrá un efecto positivo sobre los índices.
- H6.* La variable “Índice de severidad” tendrá un efecto negativo sobre los índices.
- H7.* La variable “Nuevas muertes/Nuevos contagios” (aproximación a la tasa de letalidad para cada día) tendrá un efecto negativo sobre los índices.
- H8.* La variable “Pacientes UCI/Nuevos contagios” tendrá un efecto negativo sobre los índices.

4. MUESTRA Y VARIABLES

La información relativa a la variable dependiente en los modelos de regresión, la rentabilidad de los índices DAX y FTSE 100, se ha recopilado a través de la página web de *Investing*³.

Los datos del COVID-19 empleados en nuestro análisis para las variables explicativas de los modelos de regresión se han obtenido de la página web *Our World In Data: "Statistics and Research - Coronavirus (COVID-19) Deaths"*⁴.

Para facilitar el análisis y la comprensión se emplea la siguiente codificación *AbreviaturaVariable-T/T1/T2* para cada una de las variables empleadas en el estudio.

- *AbreviaturaVariable*: abreviatura del nombre de la variable. Puede tomar los siguientes valores:
 - Nuevos contagios (CONT)
 - Nuevas muertes (MUER)
 - Ritmo de reproducción (RREP)
 - Pacientes UCI (PUCI)
 - Porcentaje de personas vacunadas completamente (PVAC)
 - Índice de severidad (ISEV)
 - Nuevas muertes/Nuevos Contagios (NMNC)
 - Pacientes UCI/Nuevos Contagios (PUNC)
- *T/T1/T2*: Es posible que los datos del COVID-19 no provoquen efectos sobre la evolución de los índices en el mismo día, sino que puede darse que exista cierto retardo. De este modo, tendremos en cuenta las variables expuestas previamente con un retardo de 1 y 2 días. Para diferenciarlos, incluiremos la letra *T* cuando se trate

³ **Investing (2021): "DAX"**. Disponible en <https://es.investing.com/indices/germany-30> [consulta: 10/06/2021]

Investing (2021): "FTSE 100". Disponible en <https://es.investing.com/indices/uk-100> [consulta: 10/06/2021]

⁴ **Our World In Data (2021): "Statistics and Research -Coronavirus (COVID-19) Deaths"**. Disponible en <https://ourworldindata.org/covid-deaths> [consulta: 10/06/2021].

de datos no retardados, $T1$ cuando los datos aparezcan retardados un día y $T2$ cuando la información se encuentre retardada dos días⁵.

De acuerdo con esto, las variables y la muestra a emplear en nuestra investigación serán las que aparecen descritas en la *Tabla 4.1* para el FTSE 100 y en la *Tabla 4.2* para el DAX.

FTSE 100

VARIABLE	Codificación	Inicio datos	Fin datos	Descripción
<i>Nuevos Contagios</i>	CONT-T	03/02/20	21/05/21	Nuevos contagios registrados en el día T
<i>Nuevas Muertes</i>	MUER-T	03/02/20	21/05/21	Nuevas muertes registradas en el día T
<i>Ritmo de Reproducción</i>	RREP-T	03/03/20	21/05/21	Ritmo de reproducción del virus en el día T
<i>Pacientes UCI</i>	PUCI-T	02/04/20	21/05/21	Número de Pacientes en UCI registrados en el día T
<i>% Personas vacunadas completamente</i>	PVAC-T	03/02/20	21/05/21	Porcentaje de personas vacunadas con la pauta completa registrado en el día T
<i>Índice de Severidad</i>	ISEV-T	03/02/20	21/05/21	Índice de severidad de las medidas de contención del virus aplicadas por el gobierno nacional en el día T
$\frac{\text{Nuevas Muertes}}{\text{Nuevos Contagios}}$	NMNC-T	03/02/20	21/05/21	Ratio de nuevas muertes sobre nuevos contagios que han tenido lugar en el día T
$\frac{\text{Pacientes UCI}}{\text{Nuevos Contagios}}$	PUNC-T	02/04/20	21/05/21	Ratio de pacientes en UCI sobre nuevos contagios registrados en el día T
<i>Nuevos Contagios</i>	CONT-T1	03/02/20	21/05/21	Nuevos contagios registrados un día antes del día T
<i>Nuevas Muertes</i>	MUER-T1	03/02/20	21/05/21	Nuevas muertes registradas un día antes del día T
<i>Ritmo de Reproducción</i>	RREP-T1	04/03/20	21/05/21	Ritmo de reproducción del virus registrado un día antes del día T
<i>Pacientes UCI</i>	PUCI-T1	03/04/20	21/05/21	Número de Pacientes en UCI registrados un día antes del día T
<i>% Personas vacunadas completamente</i>	PVAC-T1	03/02/20	21/05/21	Porcentaje de personas vacunadas con la pauta completa registrado un día antes del día T
<i>Índice de Severidad</i>	ISEV-T1	03/02/20	21/05/21	Índice de severidad de las medidas de contención del virus aplicadas por el gobierno nacional un día antes del día T
$\frac{\text{Nuevas Muertes}}{\text{Nuevos Contagios}}$	NMNC-T1	03/02/20	21/05/21	Ratio de nuevas muertes sobre nuevos contagios que han tenido lugar un día antes del día T
$\frac{\text{Pacientes UCI}}{\text{Nuevos Contagios}}$	PUNC-T1	03/04/20	21/05/21	Ratio de pacientes en UCI sobre nuevos contagios registrados un día antes del día T
<i>Nuevos Contagios</i>	CONT-T2	03/02/20	21/05/21	Nuevos contagios registrados dos días antes del día T
<i>Nuevas Muertes</i>	MUER-T2	03/02/20	21/05/21	Nuevas muertes registradas dos días antes del día T

⁵ También podría ocurrir lo contrario, como asume la teoría de los mercados eficientes. Podría darse que los mercados bursátiles anticipasen las consecuencias sobre la economía derivadas del valor de las variables COVID en el futuro, en cuyo caso sería preciso introducir como variables explicativas las variables COVID de fecha posterior a la que se toma para la rentabilidad del índice.

<i>Ritmo de Reproducción</i>	RREP-T2	05/03/20	21/05/21	Ritmo de reproducción del virus registrado dos días antes del día T
<i>Pacientes UCI</i>	PUCI-T2	05/04/20	21/05/21	Número de Pacientes en UCI registrados dos días antes del día T
<i>% Personas vacunadas completamente</i>	PVAC-T2	03/02/20	21/05/21	Porcentaje de personas vacunadas con la pauta completa registrado dos días antes del día T
<i>Índice de Severidad</i>	ISEV-T2	03/02/20	21/05/21	Índice de severidad de las medidas de contención del virus aplicadas por el gobierno nacional dos días antes del día T
<i><u>Nuevas Muertes</u></i> <i><u>Nuevos Contagios</u></i>	NMNC-T2	03/02/20	21/05/21	Ratio de nuevas muertes sobre nuevos contagios que han tenido lugar dos días antes del día T
<i><u>Pacientes UCI</u></i> <i><u>Nuevos Contagios</u></i>	PUNC-T2	05/04/20	21/05/21	Ratio de pacientes en UCI sobre nuevos contagios registrados dos días antes del día T

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4.1: Variables y muestra FTSE 100

DAX

VARIABLE	Codificación	Inicio datos	Fin datos	Descripción
<i>Nuevos Contagios</i>	CONT-T	29/01/20	20/05/21	Nuevos contagios registrados en el día T
<i>Nuevas Muertes</i>	MUER-T	29/01/20	20/05/21	Nuevas muertes registradas en el día T
<i>Ritmo de Reproduccion</i>	RREP-T	02/03/20	20/05/21	Ritmo de reproducción del virus en el día T
<i>Pacientes UCI</i>	PUCI-T	20/03/20	20/05/21	Número de Pacientes en UCI registrados en el día T
<i>% Personas vacunadas completamente</i>	PVAC-T	29/01/20	20/05/21	Porcentaje de personas vacunadas con la pauta completa registrado en el día T
<i>Índice de Severidad</i>	ISEV-T	29/01/20	20/05/21	Índice de severidad de las medidas de contención del virus aplicadas por el gobierno nacional en el día T
<i><u>Nuevas Muertes</u></i> <i><u>Nuevos Contagios</u></i>	NMNC-T	29/01/20	20/05/21	Ratio de nuevas muertes sobre nuevos contagios que han tenido lugar en el día T
<i><u>Pacientes UCI</u></i> <i><u>Nuevos Contagios</u></i>	PUNC-T	20/03/20	20/05/21	Ratio de pacientes en UCI sobre nuevos contagios registrados en el día T
<i>Nuevos Contagios</i>	CONT-T1	29/01/20	20/05/21	Nuevos contagios registrados un día antes del día T
<i>Nuevas Muertes</i>	MUER-T1	29/01/20	20/05/21	Nuevas muertes registradas un día antes del día T
<i>Ritmo de Reproduccion</i>	RREP-T1	03/03/20	20/05/21	Ritmo de reproducción del virus registrado un día antes del día T
<i>Pacientes UCI</i>	PUCI-T1	22/03/20	20/05/21	Número de Pacientes en UCI registrados un día antes del día T
<i>% Personas vacunadas completamente</i>	PVAC-T1	29/01/20	20/05/21	Porcentaje de personas vacunadas con la pauta completa registrado un día antes del día T
<i>Índice de Severidad</i>	ISEV-T1	29/01/20	20/05/21	Índice de severidad de las medidas de contención del virus aplicadas por el gobierno nacional un día antes del día T
<i><u>Nuevas Muertes</u></i> <i><u>Nuevos Contagios</u></i>	NMNC-T1	29/01/20	20/05/21	Ratio de nuevas muertes sobre nuevos contagios que han tenido lugar un día antes del día T
<i><u>Pacientes UCI</u></i> <i><u>Nuevos Contagios</u></i>	PUNC-T1	22/03/20	20/05/21	Ratio de pacientes en UCI sobre nuevos contagios registrados un día antes del día T
<i>Nuevos Contagios</i>	CONT-T2	29/01/20	20/05/21	Nuevos contagios registrados dos días antes del día T
<i>Nuevas Muertes</i>	MUER-T2	29/01/20	20/05/21	Nuevas muertes registradas dos días antes del día T

<i>Ritmo de Reproduccion</i>	RREP-T2	04/03/20	20/05/21	Ritmo de reproducción del virus registrado dos días antes del día T
<i>Pacientes UCI</i>	PUCI-T2	22/03/20	20/05/21	Número de Pacientes en UCI registrados dos días antes del día T
<i>% Personas vacunadas completamente</i>	PVAC-T2	29/01/20	20/05/21	Porcentaje de personas vacunadas con la pauta completa registrado dos días antes del día T
<i>Índice de Severidad</i>	ISEV-T2	29/01/20	20/05/21	Índice de severidad de las medidas de contención del virus aplicadas por el gobierno nacional dos días antes del día T
<i>$\frac{\text{Nuevas Muertes}}{\text{Nuevos Contagios}}$</i>	NMNC-T2	29/01/20	20/05/21	Ratio de nuevas muertes sobre nuevos contagios que han tenido lugar dos días antes del día T
<i>$\frac{\text{Pacientes UCI}}{\text{Nuevos Contagios}}$</i>	PUNC-T2	22/03/20	20/05/21	Ratio de pacientes en UCI sobre nuevos contagios registrados dos días antes del día T

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4.2: Variables y muestra DAX

Nótese que las fechas de inicio y fin no siempre son las mismas para las variables. Esto es debido a que, para algunas de ellas, como el número de “Pacientes UCI” (y por consiguiente la ratio “Pacientes UCI/Nuevos contagios”) o el “Ritmo de reproducción” no tenemos datos disponibles desde el inicio de los datos de “Nuevos contagios”, por ejemplo. No obstante, no tendría sentido completar nuestra muestra con ceros los días previos, ya que estaríamos contaminando los datos y si eliminamos los datos anteriores del resto de variables estaríamos perdiendo información.

Por otro lado, es necesario tener en cuenta que, a pesar de que disponemos de datos del COVID-19 para todos los días del año, los datos correspondientes a la evolución de los índices bursátiles no están disponibles para los fines de semana o festivos nacionales, por lo que para obtener la serie retardada x días es necesario crear la muestra manualmente de uno en uno, de forma que el dato de la crisis sanitaria esté correctamente retardado los días especificados con respecto a los datos de la bolsa.

5. METODOLOGÍA

A continuación, se expone la metodología empleada para estudiar la relación entre la evolución de los índices bursátiles seleccionados y las variables vinculadas al COVID-19 indicadas en el apartado 4.

Los análisis estadísticos se han realizado con el software Eviews® versión 12 para estudiantes. No obstante, dado que el método Stepwise no está disponible para esta versión, se ha empleado el software Eviews® versión 11 (completo) para utilizar esta técnica.

5.1 Análisis descriptivo y matriz de correlaciones

En primer lugar, analizaremos los estadísticos descriptivos de nuestras variables (media, máximo, mínimo, etc.), tanto para las variables dependientes como para la independiente y estudiaremos las correlaciones existentes entre ellas.

La correlación es un análisis bivariado que mide la fuerza de asociación entre dos variables y la dirección de la relación. En cuanto a la fuerza de la relación, el valor del coeficiente de correlación varía entre +1 y -1. Un valor de ± 1 indica un grado perfecto de asociación entre las dos variables. A medida que el valor del coeficiente de correlación se dirige hacia 0, la relación entre las dos variables será más débil. La dirección de la relación se indica mediante el signo del coeficiente; un signo + indica una relación positiva y un signo - indica una relación negativa.

Por otro lado, es importante destacar que la existencia de correlación no implica causalidad entre los datos, es decir, a pesar de que la correlación entre los datos sea próxima a 1 en términos absolutos, una variable no tiene por qué ser causa de la otra, sino que puede deberse a otras circunstancias ajenas a los datos analizados.

Se calculará la matriz de correlaciones teniendo en cuenta todas nuestras variables (dependientes y explicativas). De esta forma, se podrá ver entre qué variables explicativas existen fuertes correlaciones lineales, que pueden ser un

indicio de multicolinealidad imperfecta si se introducen simultáneamente para explicar a la misma variable dependiente, la cual podría tener consecuencias negativas en nuestro modelo de regresión.

En los anexos I y II se presentan los estadísticos descriptivos. En los anexos III, IV, V, VI, VII y VIII se encuentran las matrices de correlación obtenidas, en la que están señalados aquellos coeficientes de correlación elevados. En función del sombreado la correlación lineal entre el par de variables será:

- ❖ Rojo: la correlación lineal en valor absoluto se encuentra entre 1 y 0.8.
- ❖ Azul: la correlación lineal en valor absoluto se encuentra entre 0.6 y 0.79.
- ❖ Verde: la correlación lineal en valor absoluto se encuentra entre 0.5 y 0.59.

Por otro lado, también se ha indicado si la correlación es significativa al 1% (***), al 5% (**) o al 10% (*).

5.2 Modelo de regresión múltiple: Supuestos y contrastes

Posteriormente, generamos una serie de modelos de regresión lineal por mínimos cuadrados ordinarios empleando el método Stepwise⁶ del software Eviews® versión 11. Para cada índice obtendremos 8 modelos de regresión:

- Stepwise Forward y Backward para las variables sin retardo (T).
- Stepwise Forward y Backward para las variables retardadas un día (T1).
- Stepwise Forward y Backward para las variables retardadas dos días (T2).
- Stepwise Forward y Backward para las variables sin retardo, retardadas un día y retardadas dos días (robustez).

Seguidamente, se comprueba si se pueden obtener modelos con mejores propiedades con una introducción o salida de variables de forma manual. En caso de que se alcance un modelo mejor (en términos de significatividad de las variables y del modelo en su conjunto), se descartan los modelos del método Stepwise y se toman como más válidos los modelos alcanzados manualmente.

⁶ En las regresiones se ha utilizado un valor crítico de 0.5 tanto en Forward como en Backward.

El modelo a estimar es, dado nuestro modelo: $Y = X\beta + U$

Nótese que Y , X , β y U son matrices, dado que se trata de un modelo de regresión lineal múltiple en el que hay varios regresores.

El método de los mínimos cuadrados ordinarios (MCO) es el método de estimación más habitual de estimación de un modelo de regresión cuando se realiza el ajuste de un modelo de regresión lineal en los parámetros, aunque no es el único. El modelo descansa en una serie de supuestos cuyo incumplimiento podría invalidar la estimación del modelo⁷.

Este método minimiza el cuadrado del error, cuantificado como la diferencia entre el valor real de la observación y el valor previsto para ella a través del modelo de regresión estimado. A esta diferencia se le llama residuo y, por tanto, se minimiza la suma de cuadrados de los residuos con el objeto de estimar los parámetros del modelo. Se elige, por consiguiente, la recta que se encuentre lo más cerca posible a los datos observados.

Seguidamente se estudia si se cumplen o no los supuestos necesarios para que el modelo esté dotado de buenas propiedades y se realizan los contrastes de hipótesis correspondientes.

⁷ Las hipótesis subyacentes al modelo lineal clásico son las siguientes (Chirivella, 2015; Gómez y González 2019 y Prieto y De Prada, 2020):

1. La distribución condicional de la perturbación para cada individuo tiene esperanza igual a cero
2. Nuestros datos son una realización de una muestra aleatoria de tamaño N de una población desconocida. Por tanto, las observaciones para el individuo 1 son independientes de las del individuo 2, etc. y, además, provienen de la misma distribución.
3. Se cumplen las condiciones para asegurar que los momentos muestrales convergen en probabilidad a los correspondientes momentos poblacionales.
4. Normalidad de las perturbaciones.
5. Correcta especificación de la forma funcional.
6. Homoscedasticidad de las perturbaciones.
7. No autocorrelación de las perturbaciones.
8. Inexistencia de multicolinealidad entre los regresores.

5.2.1 Contraste de las hipótesis subyacentes al modelo lineal clásico

Normalidad de las perturbaciones

Es necesario que la perturbación del modelo se distribuya como una Normal. Dado que la perturbación del modelo es una variable no observable, para realizar el contraste nos basaremos en los residuos de la estimación mínimo-cuadrática y emplearemos el test de Jarque-Bera:

$$H_0: \text{Normalidad}$$

$$H_1: \text{No Normalidad}$$

No rechazaremos la hipótesis nula de “Normalidad” siempre que el p – valor obtenido sea superior al nivel de significación α .

Correcta especificación de la forma funcional

Otro aspecto para tener en cuenta es si existen errores en la especificación de la forma funcional. En nuestro caso hemos estimado un modelo lineal, en el que el efecto de las variables explicativas sobre la variable explicada es constante. Tenemos que determinar si la forma funcional del modelo estimado coincide con la forma funcional de la regresión poblacional o no. Para detectarlo recurrimos al contraste Reset de Ramsey.

Dado nuestro modelo: $Y = X\beta + U$

Estimamos una regresión auxiliar en la que introducimos en el mismo una matriz Z que contiene potencias de \hat{Y} , $Z = (\hat{Y}^2, \hat{Y}^3, \dots)$: $Y = X\beta + \gamma Z + U$.

El test Reset de Ramsey contrasta lo siguiente:

$$H_0: \gamma = 0 \text{ (Correcta especificación de la forma funcional)}$$

$$H_1: \gamma \neq 0 \text{ (Incorrecta especificación de la forma funcional)}$$

Por ende, no rechazaremos la hipótesis nula de “Correcta especificación de la forma funcional” siempre que el p – valor resultante sea superior al nivel de significación α .

Multicolinealidad

Existen dos tipos de multicolinealidad:

- ❖ Multicolinealidad perfecta, cuando un regresor es una combinación lineal exacta del resto de los regresores del modelo. Este tipo de multicolinealidad se detecta directamente por el software Eviews®.
- ❖ Multicolinealidad imperfecta, en el caso de existencia de una correlación lineal fuerte entre los regresores del modelo, pero sin llegar a ser una combinación lineal exacta. Con el objetivo de determinar si existe multicolinealidad imperfecta obtendremos el factor de inflación de la varianza de las variables endógenas incluidas en el modelo (FIV_i). Este factor mide la influencia que tiene la relación de X_i con las demás variables sobre la varianza de $\hat{\beta}_i$. Podemos interpretarlo como el número de veces que la varianza del nuestro estimador es mayor con respecto a la varianza del estimador en caso de que los regresores fuesen ortogonales. Se considerarán indicios de este tipo de multicolinealidad los valores de FIV_i superiores a 10.

El procedimiento Stepwise de selección de los regresores que tiene implementado Eviews® contribuye a la resolución del problema de la multicolinealidad imperfecta.

Homoscedasticidad de las perturbaciones

Si las perturbaciones u_i^2 son homoscedásticas su varianza condicional es constante. Para verificar si el modelo satisface esta condición emplearemos el contraste asintótico de White cuyas hipótesis son las que aparecen descritas a continuación:

$$H_0: E(u_i^2/\mathbf{X}) = \sigma_i^2 \text{ (Homoscedasticidad)}$$

$$H_1: E(u_i^2/\mathbf{X}) \neq \sigma_i^2 \text{ (Heteroscedasticidad)}$$

Siempre que el p – valor resultante sea superior al nivel de significación α no rechazaremos la hipótesis nula de “Homoscedasticidad”.

No autocorrelación de las perturbaciones

Para contrastar este aspecto emplearemos el estadístico Breush-Godfrey. La hipótesis será la siguiente:

$$H_0: \text{No autocorrelación}$$

$$H_1: \text{Autocorrelación}$$

No rechazaremos la hipótesis nula de “Ausencia de autocorrelación de las perturbaciones” siempre que el p – *valor* obtenido sea superior al nivel de significación α .

5.2.2 Contraste de los coeficientes del modelo

Contraste de significación individual

La hipótesis que contrastaremos es:

$$H_0: \beta_i = 0 \text{ (Variable no significativa)}$$

$$H_1: \beta_i \neq 0 \text{ (Variable significativa)}$$

En el caso de que se den las condiciones para rechazar la hipótesis nula (que el p – *valor* sea inferior al nivel de significación α (probabilidad de rechazar la hipótesis nula cuando esta es verdadera)) se puede deducir que la variable X_i es significativa para explicar el comportamiento de la variable dependiente.

Contraste de significación conjunta de la regresión

No obstante, además de tener en cuenta si cada uno de los regresores es significativo individualmente, también tenemos que contrastar si las variables explicativas introducidas en el modelo son significativas conjuntamente. En este caso, contrastaremos que todos los parámetros β_i de las variables endógenas incluidas en el modelo son iguales a cero, es decir:

$$H_0: \begin{pmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \\ \beta_3 \\ \beta_4 \\ \beta_5 \\ \beta_6 \\ \beta_7 \\ \beta_8 \\ \beta_9 \\ \beta_{10} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \text{ (Variables no significativas conjuntamente)}$$

$$H_1: \begin{pmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \\ \beta_3 \\ \beta_4 \\ \beta_5 \\ \beta_6 \\ \beta_7 \\ \beta_8 \\ \beta_9 \\ \beta_{10} \end{pmatrix} \neq \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \text{ (Variables conjuntamente significativas)}$$

En este caso, si el p – *valor* obtenido es inferior al nivel de significación α , rechazaremos la hipótesis nula de “*No significación conjunta*”.

Es relevante tener en cuenta que si todos los regresores son significativos individualmente también lo serán conjuntamente, pero el hecho de que no todos los regresores sean significativos individualmente no implica que conjuntamente no puedan serlo.

5.2.3 Signo de los estimadores de los coeficientes

Finalmente, analizaremos si se cumplen las hipótesis de partida definidas en el apartado 3 en términos del sentido (signo) de la hipótesis.

Si el signo es:

- ❖ **Negativo:** indica que incrementos en la variable explicativa tienen efectos negativos sobre la variable dependiente, es decir, en nuestro caso, la evolución de los índices bursátiles se decrementaría.

- ❖ **Positivo:** indica que incrementos en la variable explicativa tienen efectos positivos sobre la variable dependiente, en nuestro caso, la evolución de los índices bursátiles también se incrementaría.

6. RESULTADOS

6.1 ANÁLISIS DESCRIPTIVO Y MATRIZ DE CORRELACIONES

Los estadísticos descriptivos se recogen en los anexos:

- I. ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS FTSE .
- II. ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS FTSE .

A tenor de los resultados, podemos extraer una serie de conclusiones de relevancia que nos permiten realizar comparaciones entre ambos países en relación con el impacto de la pandemia sobre los mismos.

En primer lugar, cabe destacar que las diferencias entre las variables sin retardo (T) o retardadas (T1 y T2) se debe a que los datos de T no se han retardado uno y dos días, sino que ha sido necesario modificar datos intermedios de forma manual dado que no disponemos de datos acerca de la rentabilidad de los índices para los domingos y festivos. Por esta razón las series en T, T1 y T2 presentan ciertas discrepancias.

Por un lado, el máximo de contagios en Reino Unido ha sido de 68.192, por debajo de Alemania, con un máximo de 49.044 casos diarios. Por otro lado, de media, el número de contagios diarios también ha sido superior en Reino Unido. Además, es preciso tener en cuenta que la población alemana es de 83,13 millones (2019), mientras que Reino Unido posee 67,89 millones de habitantes (2019), por lo que el porcentaje de afectados ha sido muy superior en este último. Es decir, calculando el porcentaje de población contagiada (contagios/población total), Reino Unido tiene más contagios y menor población (numerador mayor y denominador menor), por lo que el porcentaje de población contagiada es muy superior al alemán ($68192/67,89 \text{ millones} > 49044/83,13 \text{ millones}$). Esto puede extrapolarse al número de nuevas muertes, dado que esta variable se ha comportado de la misma forma que los contagios. Este aspecto podría explicar que el índice de severidad de las medidas de contención llevadas a cabo por el gobierno alemán sea inferior en media (y también en máximo y mínimo).

Por otra parte, cabe destacar que las dos variables analizadas en el apartado anterior presentan en alguna ocasión un mínimo negativo, en lugar de cero. Esto se debe a los ajustes en los datos que han realizado los países en alguna ocasión, corrigiendo las estimaciones de los días previos.

Un dato que nos sorprende es el hecho que el ritmo de reproducción en media para la muestra analizada sea superior en Alemania. En primera instancia se podría pensar que se encuentra íntimamente relacionado con el número de contagios y que debería ser inferior en este país; no obstante, los datos nos dicen lo contrario.

El número de pacientes en UCI es también superior en media en Alemania, con valores en torno a los 2300, frente a los 1150, aproximadamente, de Reino Unido. Esto nos lleva a pensar que, a pesar de que la incidencia en Alemania ha sido inferior, el virus ha afectado de una forma más agresiva, provocando la necesidad de hospitalizar a un mayor número de contagiados en la UCI.

Por su parte, las matrices de correlaciones se encuentran disponibles en los anexos siguientes:

- III. MATRIZ DE CORRELACIONES FTSE 100 T.
- IV. MATRIZ DE CORRELACIONES FTSE 100 T-1.
- V. MATRIZ DE CORRELACIONES FTSE 100 T-2.
- VI. MATRIZ DE CORRELACIONES DAX T.
- VII. MATRIZ DE CORRELACIONES DAX T-1.
- VIII. MATRIZ DE CORRELACIONES DAX T-2.

Tras analizar los resultados obtenidos hemos observado que los datos de Alemania y Reino Unido presentan correlaciones elevadas en los siguientes pares de variables:

- PUCI → NCON, NMUER, ISEV
- PUNC → NMNC
- NMUER → ISEV, NCON

Todas las correlaciones descritas, además de ser elevadas en valor absoluto son significativas para cualquier nivel de significación y poseen un signo positivo.

Por consiguiente, podemos afirmar que a medida que se incrementa el número de nuevos contagios o el número de muertes, la ocupación en camas UCI es mayor.

Además, la intensidad de las medidas de contención del virus llevadas a cabo por los gobiernos, medida a través del índice de severidad, evoluciona de la misma forma que el número de pacientes hospitalizados y el número de muertes. Es decir, a medida que los efectos del virus son más intensos en la población, también lo son las medidas llevadas a cabo por el Estado.

Por otro lado, la variable NMNC, está íntimamente relacionada (con una correlación superior al 0.9) con el porcentaje de contagiados que se encuentran hospitalizados en la UCI (PUNC). Cuanto más letal es el COVID-19 mayor será el número de pacientes en UCI.

Cabe destacar, por otra parte, que, para el caso de Reino Unido, la correlación entre los pacientes en UCI con el número de nuevas muertes o con el índice de severidad de las restricciones es más elevado que para Alemania, con correlaciones superiores al 0.9.

6.2 MODELOS DE REGRESIÓN LINEAL

A continuación, se presentarán los resultados de los modelos de regresión lineal estimados por el procedimiento de mínimos cuadrados ordinarios resultantes tras nuestro análisis. Cabe destacar que, a pesar de emplear el método Stepwise, los modelos obtenidos no presentaban buenas propiedades, por lo que hemos decidido comprobar de forma manual si existían otras combinaciones mejores y hemos concluido que, efectivamente, sí que se podían obtener, por lo que han sido estos lo que se presentan a continuación.

En cada uno de los modelos expuestos en el apartado de resultados, indicaremos si los regresores incluidos son significativos al 1% (***), al 5% (**) o al 10% (*).

Dado que nuestro objetivo es determinar si los signos de los coeficientes de las variables independientes cumplen las hipótesis de partida que se han formulado, para el caso del FTSE 100 hemos obtenido dos modelos distintos para cada conjunto de datos (T, T1 y T2): uno que incluye únicamente la variable RREP y otro con las variables ISEV y NMUER (ambos incluyendo el término independiente). De esta forma, podemos contrastar las hipótesis para las tres variables, pues en caso de que se seleccionase solo uno de los dos modelos, se estaría perdiendo información de alguna de las variables. Se han tenido en cuenta ambos modelos, dado que si incluimos los tres regresores de forma simultánea dejarían de ser significativos y ocasionaría problemas a la hora de analizar los signos de los coeficientes, quizá poniendo de manifiesto un problema de multicolinealidad imperfecta.

Es importante señalar que en el presente trabajo no se pretende explicar la mayor parte de la variable dependiente (índices bursátiles DAX y FTSE 100), sino que el objetivo es ver la influencia de nuestras variables independientes (COVID-19) en la rentabilidad de cada índice. Por consiguiente, los modelos obtenidos no están completamente especificados puesto que la rentabilidad del mercado puede verse influida por otros factores no incluidos como los tipos de interés a corto y medio plazo libres de riesgo, el PIB o su crecimiento, la tasa de desempleo, etcétera.

6.2.1 FTSE 100 periodo T

El primero de los modelos elegidos es el que se muestra a continuación en la *Figura 6.1*. Comprobamos que tanto el término independiente, como la variable ISEV-T, son significativos al 1%. No obstante, hemos incluido también el regresor NMUER-T dado que, a pesar de no ser individualmente significativo, si lo es de forma conjunta con ISEV-T.

Regresor	Coefficiente	Desviación Típica	p-valor
<i>Término independiente</i>	$\hat{\beta}_0 = -0.019241$	0.003852	***0.0000
<i>NMUER-T</i>	$\hat{\beta}_1 = -5.11E - 06$	3.36E-06	0.1293
<i>ISEV-T</i>	$\hat{\beta}_2 = 0.031016$	0.006124	***0.0000
<i>Coefficiente de determinación: R^2</i>		0.064192	
<i>Coefficiente de determinación ajustado: \bar{R}^2</i>		0.059417	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6.1. FTSE 100 T (a): Resumen del modelo de regresión obtenido

No existen en este modelo problemas de multicolinealidad, dado que los factores de inflación de la varianza de los regresores incluidos, recogidos en la *Figura 6.2*, son muy próximos a 1.

Regresor	Factor de inflación de la varianza (FIV_i)
<i>NMUER-T</i>	1.317937
<i>ISEV-T</i>	1.317937

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6.2. FTSE 100 T (a): Factores de inflación de la varianza

No obstante, debemos destacar que no se cumplen los supuestos de normalidad y homoscedasticidad de las perturbaciones.

El segundo modelo seleccionado aparece en la *Figura 6.3*. En este caso la única variable es significativa al 1%.

Regresor	Coefficiente	Desviación Típica	p-valor
<i>Término independiente</i>	$\hat{\beta}_0 = 0.011135$	0.003079	***0.0003
<i>RREP-T</i>	$\hat{\beta}_1 = -0.009639$	0.002624	***0.0003
<i>Coefficiente de determinación: R^2</i>		0.035361	
<i>Coefficiente de determinación ajustado: \bar{R}^2</i>		0.032740	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6.3. FTSE 100 T (b): Resumen del modelo de regresión obtenido

Tampoco se cumplen los supuestos de normalidad y homoscedasticidad de las perturbaciones ni el de correcta especificación de la forma funcional.

6.2.2 FTSE 100 periodo T-1

El primer modelo en este caso es el que aparece reflejado en la *Figura 6.4*. Comprobamos que tanto el término independiente, como la variable ISEV-T1, son significativos al 1%, mientras que NMUER-T1 es significativa al 10%.

Regresor	Coefficiente	Desviación Típica	p-valor
<i>Término independiente</i>	$\hat{\beta}_0 = -0.019523$	0.003814	***0.0000
<i>NMUER-T1</i>	$\hat{\beta}_1 = -5.93E - 06$	3.41E-06	*0.0831
<i>ISEV-T1</i>	$\hat{\beta}_2 = 0.031736$	0.006056	***0.0000
<i>Coefficiente de determinación: R^2</i>		0.067384	
<i>Coefficiente de determinación ajustado: \bar{R}^2</i>		0.062626	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6.4. FTSE 100 T-1 (a): Resumen del modelo de regresión obtenido

No existen problemas de multicolinealidad tal y como nos indican los factores de inflación de la varianza de la *Figura 6.5*, sin embargo, no se cumplen los supuestos de normalidad y homoscedasticidad de las perturbaciones.

Regresor	Factor de inflación de la varianza (FIV_i)
NMUER-T1	1.309390
ISEV-T1	1.309390

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6.5. FTSE 100 T-1 (a): Factores de inflación de la varianza

El segundo modelo se indica en la *Figura 6.6*. De nuevo, tanto el término independiente como RREP-T1 son significativas al 1%.

Regresor	Coefficiente	Desviación Típica	p-valor
Término independiente	$\hat{\beta}_0 = 0.010123$	0.003098	***0.0012
RREP-T1	$\hat{\beta}_1 = -0.008746$	0.002643	***0.0010
Coeficiente de determinación: R^2		0.028977	
Coeficiente de determinación ajustado: \bar{R}^2		0.026331	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6.6. FTSE 100 T-1 (b): Resumen del modelo de regresión obtenido

En este caso, no se cumplen los supuestos de normalidad y homoscedasticidad de las perturbaciones ni el de correcta especificación de la forma funcional.

6.2.3 FTSE 100 periodo T-2

El primero de los modelos es el que observamos en la *Figura 6.7*. En este caso tanto el término independiente como la variable ISEV-T2 son significativos al 1%. Sin embargo, incluimos también el regresor NMUER-T2 puesto que, a pesar de no ser individualmente significativo, si lo es de forma conjunta con ISEV-T2.

Regresor	Coefficiente	Desviación Típica	p-valor
<i>Término independiente</i>	$\hat{\beta}_0 = -0.017799$	0.003792	***0.0000
<i>NMUER-T2</i>	$\hat{\beta}_1 = -5.52E - 06$	3.42E-06	0.1074
<i>ISEV-T2</i>	$\hat{\beta}_2 = 0.029047$	0.006038	***0.0000
<i>Coefficiente de determinación: R^2</i>		0.057362	
<i>Coefficiente de determinación ajustado: \bar{R}^2</i>		0.052553	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6.7. FTSE 100 T-2 (a): Resumen del modelo de regresión obtenido

En este caso, tampoco existen problemas de multicolinealidad (véase *Figura 6.8*), pero es preciso señalar que no se cumplen los supuestos de normalidad y homoscedasticidad de las perturbaciones.

Regresor	Factor de inflación de la varianza (FIV_i)
<i>NMUER-T2</i>	1.312938
<i>ISEV-T2</i>	1.312938

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6.8. FTSE 100 T-2 (a): Factores de inflación de la varianza

El segundo modelo nuevamente incluye el ritmo de reproducción, en este caso retardado dos días (RREP-T2) y el término independiente, ambos significativos al 1% (véase *Figura 6.9*).

Regresor	Coefficiente	Desviación Típica	p-valor
<i>Término independiente</i>	$\hat{\beta}_0 = 0.009442$	0.003127	***0.0027
<i>RREP-T2</i>	$\hat{\beta}_1 = -0.008167$	0.002672	***0.0024
<i>Coefficiente de determinación: R^2</i>		0.024884	
<i>Coefficiente de determinación ajustado: \bar{R}^2</i>		0.022219	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6.9. FTSE 100 T-2 (b): Resumen del modelo de regresión obtenido

En este caso tampoco se cumplen los supuestos de normalidad y homoscedasticidad de las perturbaciones.

6.2.4 DAX periodo T

Tras numerosas pruebas, el modelo elegido en este caso es el que se muestra a continuación en la *Figura 6.10*. En este caso, las variables NMUER-T y ISEV-T son significativas al 1%, mientras que RREP-T y PVAC-T lo son al 5%. Hemos considerado también el regresor NMNC-T dado que conjuntamente, las variables incluidas son significativas.

Regresor	Coefficiente	Desviación Típica	p-valor
<i>Término independiente</i>	$\hat{\beta}_0 = -0.019373$	0.012877	0.1333
<i>NMUER-T</i>	$\hat{\beta}_1 = -1.84E - 05$	5.96E-06	***0.0022
<i>RREP-T</i>	$\hat{\beta}_2 = -0.009222$	0.003647	**0.0119
<i>PVAC-T</i>	$\hat{\beta}_3 = -0.112830$	0.052209	**0.0313
<i>ISEV-T</i>	$\hat{\beta}_4 = 0.057448$	0.016522	***0.0006
<i>NMNC-T</i>	$\hat{\beta}_5 = -0.031622$	0.019944	0.1137
<i>Coefficiente de determinación: R^2</i>		0.097565	
<i>Coefficiente de determinación ajustado: \bar{R}^2</i>		0.085169	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6.10. DAX T: Resumen del modelo de regresión obtenido

Como comprobamos en la *Figura 6.11*, no existen problemas de multicolinealidad entre los regresores del modelo, aunque debemos tener en cuenta que no se cumplen los supuestos de normalidad y homoscedasticidad de las perturbaciones.

Regresor	Factor de inflación de la varianza (FIV_i)
NMUER-T1	1.843804
RREP-T1	1.689332
PVAC-T1	1.237869
ISEV-T1	2.956335
NMNC-T1	1.134308

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6.11. DAX T: Factores de inflación de la varianza

6.2.5 DAX periodo T-1

El modelo óptimo en este caso es el indicado en la *Figura 6.12*, donde todas las variables incluidas son significativas (RREP-T1 e ISEV-T1 al 1%, NMUER-T1 y PVAC-T1 al 5% y NMNC-T1 al 10%).

Regresor	Coefficiente	Desviación Típica	p-valor
<i>Término independiente</i>	$\hat{\beta}_0 = -0.011464$	0.012739	0.3688
NMUER-T1	$\hat{\beta}_1 = -1.28E - 05$	6.01E-06	**0.0345
RREP-T1	$\hat{\beta}_2 = -0.010347$	0.003689	***0.0053
PVAC-T1	$\hat{\beta}_3 = -0.106495$	0.053942	**0.0491
ISEV-T1	$\hat{\beta}_4 = 0.045552$	0.016081	***0.0049
NMNC-T1	$\hat{\beta}_5 = -0.035676$	0.019817	*0.0727
Coeficiente de determinación: R^2		0.087654	
Coeficiente de determinación ajustado: \bar{R}^2		0.075053	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6.12. DAX T-1: Resumen del modelo de regresión obtenido

Por otro lado, no existen problemas de multicolinealidad (véase *Figura 6.13*), pero no se cumplen los supuestos de normalidad y homoscedasticidad de las perturbaciones, ni el de correcta especificación de la forma funcional.

Regresor	Factor de inflación de la varianza (FIV_i)
NMUER-T1	1.711192
RREP-T1	1.678816
PVAC-T1	1.235741
ISEV-T1	2.743573
NMNC-T1	1.130913

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6.13. DAX T-1: Factores de inflación de la varianza

6.2.6 DAX periodo T-2

Tras numerosas pruebas, el modelo elegido en este caso es el que se muestra a continuación en la *Figura 6.14* donde todas las variables incluidas son significativas (ISEV-T2 al 1%, NMUER-T2 y RREP-T2 al 5% y PVAC-T2 al 10%).

Regresor	Coefficiente	Desviación Típica	p-valor
<i>Término independiente</i>	$\hat{\beta}_0 = -0.012892$	0.012723	0.3116
NMUER-T2	$\hat{\beta}_1 = -1.62E - 05$	6.50E-06	**0.0130
RREP-T2	$\hat{\beta}_2 = -0.009331$	0.003620	**0.0103
ISEV-T2	$\hat{\beta}_3 = 0.044399$	0.016143	***0.0063
PVAC-T2	$\hat{\beta}_4 = -0.092163$	0.053786	*0.0875

Coefficiente de determinación: R^2 0.081981

Coefficiente de determinación ajustado: \bar{R}^2 0.071893

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6.14. DAX T-2: Resumen del modelo de regresión obtenido

No existen problemas de multicolinealidad (véase *Figura 6.13*). Por otra parte, en este modelo no se cumplen los supuestos de normalidad y

homoscedasticidad de las perturbaciones, ni el de correcta especificación de la forma funcional.

Regresor	Factor de inflación de la varianza (FIV_i)
<i>NMUER-T2</i>	1.706441
<i>RREP-T2</i>	1.608791
<i>ISEV-T2</i>	2.767473
<i>PVAC-T2</i>	1.208810

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6.15. DAX T-2: Factores de inflación de la varianza

6.3 ANÁLISIS DE ROBUSTEZ

Como análisis de robustez también hemos intentado obtener un modelo para el índice DAX y otro para el FTSE 100 en el que se tuviesen en cuenta todas las variables, tanto retardadas (T1 y T2) como no retardadas (T). En este caso, únicamente hemos empleado el método Stepwise, dado que el número de posibles regresores es demasiado elevado como para intentar buscar el mejor modelo de forma manual.

En ambos índices, el método empleado ha incluido entre los regresores la misma variable, tanto retardadas como no retardada, en ambos casos significativas, algo que no debería ocurrir dado que se estaría incluyendo información repetida y las posibilidades de multicolinealidad son muy altas. No obstante, puede darse la situación de que realmente las variables con y sin retardo tengan influencias distintas sobre la evolución de la rentabilidad del índice, pero no se puede concluir del análisis realizado.

6.4 CONTRASTE DE LAS HIPÓTESIS DE PARTIDA

Para finalizar, una vez obtenidos los modelos con mejores propiedades para los datos de los índices bursátiles FTSE 100 y DAX, se procede a realizar un análisis comparativo con las hipótesis formuladas en el marco teórico, de forma que nos permita obtener conclusiones al respecto.

En primer lugar, los modelos obtenidos para explicar la evolución de la rentabilidad del índice FTSE 100 tienen como variables significativas (individual o conjuntamente) las variables “Nuevas muertes”, “Índice de severidad” y “Ritmo de reproducción”.

En este caso, podemos verificar las hipótesis $H2$ y $H3$, es decir, incrementos en el número de nuevas muertes o en el ritmo de reproducción influirán negativamente en la rentabilidad del índice bursátil FTSE 100. Sin embargo, la hipótesis $H5$ no se verifica, puesto que los resultados empíricos revelan que un incremento del índice de severidad de las medidas de contención llevadas a cabo por el gobierno de Reino Unido afecta positivamente a la rentabilidad del índice.

En cuanto al índice DAX, se verifican las hipótesis $H2$, $H3$ y $H7$. Esto implica que los aumentos en el número de nuevas muertes, en el ritmo de reproducción del virus o en la ratio “Nuevas muertes/Nuevos contagios” influyen negativamente sobre la rentabilidad del índice DAX.

Por otro lado, las hipótesis $H5$ y $H6$ no se verifican, dado que los signos de los coeficientes que hemos obtenido no son los esperados. Los resultados obtenidos son cuanto menos sorprendentes. De acuerdo con los datos, un incremento del porcentaje de vacunados afecta negativamente a la rentabilidad del índice DAX. Por otro lado, al igual que para el índice FTSE 100, un aumento del índice de severidad tiene efectos positivos sobre la rentabilidad del DAX.

Para el resto de las hipótesis formuladas ($H1$, $H4$, $H6$, $H7$ y $H8$ para el FTSE 100; y $H1$, $H4$ y $H8$ para el DAX), las variables independientes implicadas no son significativas para explicar el comportamiento de los índices, por lo que es preciso rechazarlas de acuerdo con los resultados obtenidos.

7. CONCLUSIONES

En el presente trabajo de fin de grado se ha llevado a cabo un análisis del impacto de la pandemia del COVID-19 sobre las economías de Alemania y Reino Unido. Esta pandemia ha afectado claramente a la economía de los países, lo cual se puede medir por el efecto de una serie de variables (en unos casos con un efecto negativo, en otros positivo) sobre el comportamiento del mercado financiero, aproximado por el índice de referencia más comúnmente utilizado para dicha economía. En nuestro caso, el análisis se ha centrado en el impacto de la pandemia sobre los índices DAX y FTSE 100.

Para la consecución de nuestro objetivo la metodología empleada ha consistido, en primer lugar, en un análisis de estadísticos descriptivos y de las correspondientes matrices de correlación de todas las variables. Seguidamente, se han obtenido modelos de regresión lineal múltiple por mínimos cuadrados ordinarios que han permitido contrastar nuestras hipótesis iniciales. Para ello, se ha empleado una muestra conformada por datos sobre el número de nuevos contagios y fallecidos, el ritmo de reproducción del virus, el índice de severidad de las medidas de contención aplicadas por los gobiernos nacionales, el número de pacientes hospitalizados en la UCI y el porcentaje de personas vacunadas con la pauta completa. Además, se han obtenido también dos ratios: Nuevas muertes/Nuevos contagios y Pacientes UCI/Nuevos contagios. Las hipótesis de partida suponían que todas las variables, a excepción del porcentaje de vacunados, influirían negativamente sobre la rentabilidad de los índices bursátiles.

En base a los resultados obtenidos, se encuentran ciertas discrepancias con respecto a los alcanzados en los estudios previos examinados en el marco teórico. Solo se han conseguido validar algunas de las hipótesis planteadas. Así, para el FTSE 100 se demuestran las hipótesis $H2$ y $H3$, es decir, se verifica que incrementos en el número de nuevas muertes o en el ritmo de reproducción influyen negativamente en la rentabilidad del índice. Por su parte, para el DAX se verifican las hipótesis $H2$, $H3$ y $H7$, pues un aumento del número de nuevas

muertes, del ritmo de reproducción o de la ratio Nuevas muertes/Nuevos contagios afecta de forma negativa al índice bursátil alemán.

Ashraf (2020) obtuvo que un incremento en el número de contagiados o de muertos afectaba negativamente a la rentabilidad de los índices, siendo el impacto por fallecidos débil, en tanto que, en nuestro caso, la variable “Nuevos contagios” no es significativa para explicar ninguno de los índices, mientras que sí que lo es el número de muertos y con el signo esperado.

Khalfaoui, Nammouri, y Jabeur (2021) señalan que la vacuna tiene una influencia positiva y significativa en los retornos del S&P 500; sin embargo, nuestro análisis revela que esta variable no es significativa para explicar el FTSE 100 y, aunque sí lo es para el DAX, el signo es el contrario.

Por su parte, Burdekin y Harrison (2021) consideraron como hipótesis de partida en su investigación que el signo esperado del índice de severidad era negativo; sin embargo, sus hallazgos fueron bastante variados. En nuestro caso, hemos obtenido que esta variable es significativa para explicar los índices objeto de nuestro estudio, pero su impacto es positivo para ambos casos.

Finalmente, podemos concluir que nuestros resultados son coherentes con los estudios de Mendoza-Rivera, Lozano-Díez y Venegas-Martínez (2020) en referencia al impacto negativo del índice de letalidad, aproximado en nuestro caso por la variable “Nuevas muertes/Nuevos contagios”. No obstante, solo tendrá efecto en Alemania pues no es significativa para el FTSE 100.

No cabe duda de que el trabajo adolece de limitaciones puesto que el impacto de la pandemia puede ser medido con otras variables COVID que no hemos incluido en nuestro estudio y que pueden ser significativas para explicar el comportamiento de los índices bursátiles. Por otro lado, hemos tomado como referencia de las economías alemana y británica el DAX y el FTSE 100; sin embargo, existen otros índices que podríamos analizar para estos países y que deberíamos tener en cuenta con el fin de comprobar si ofrecen resultados distintos o no a los obtenidos en nuestra investigación.

8. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Abante (2021): “¿Qué son los índices bursátiles?”. Disponible en <https://www.abanteasesores.com/blog/que-son-los-indices-bursatiles/#:~:text=El%20Ibex%2035%2C%20el%20Euro%20Stoxx%2050%2C%20el,o%20el%20sector%20de%20actividad%20al%20que%20pertenece> [consulta: 07/07/2021].
- [2] Aguilar García, P., Arce Hortigüela, Ó. J., Hurtado López, S., Martínez Martín, J., Nuño Barrau, G., & Thomas Borao, C. (2020). «La respuesta de la política monetaria del Banco Central Europeo frente a la crisis del Covid-19». *Documentos Ocasionales/Banco de España*, 2026.
- [3] Al-Awadhi, A. M., Alsaifi, K., Al-Awadhi, A., & Alhammadi, S. (2020). «Death and contagious infectious diseases: Impact of the COVID-19 virus on stock market returns». *Journal of behavioral and experimental finance*, 27, 100326.
- [4] Álvarez Román, L., Fuertes, A., Molina, L., & Muñoz de la Peña, E. (2021). «International capital markets during the COVID-19 crisis». *Banco de España Article*, 13, 21.
- [5] Ashraf B. N. (2020). «Stock markets' reaction to COVID-19: Cases or fatalities?», *Research in international business and finance*, 54, 101249.
- [6] Banco Santander (2021): “¿Qué son los índices bursátiles y para qué sirven?”. Disponible en <https://www.santander.com/es/stories/que-son-los-indices-bursatiles-y-para-que-sirven> [consulta: 07/07/2021].
- [7] Burdekin, R. C., & Harrison, S. (2021). «Relative Stock Market Performance during the Coronavirus Pandemic: Virus vs. Policy Effects in 80 Countries». *Journal of Risk and Financial Management*, 14(4), 177.

- [8] Capital.com (2021): “¿Por qué es importante el FTSE 100?”. Disponible en: <https://capital.com/es/operas-ftse-100> [consulta: 19/09/2021].
- [9] Chirivella González, V. (2015). Hipótesis en el modelo de regresión lineal por Mínimos Cuadrados Ordinarios. *Universitat Politècnica de València*.
- [10] Consenso del Mercado (2021): “Cambios en el DAX que entrarán en vigor el 20 de septiembre: 40 integrantes elegidos por beneficios en lugar de liquidez”. Disponible en: <https://consensodelmercado.com/es/bolsas-internacionales/noticias/cambios-en-la-composicion-del-dax-que-entraran-en-vigor-el-20-de-septiembre-numero-de-integrantes-y-criterios-de-seleccion> [consulta: 11/09/2021].
- [11] Corporate Finance Institute (2021): “DAX Stock Index”. Disponible en <https://corporatefinanceinstitute.com/resources/knowledge/trading-investing/dax-stock-index/> [consulta: 21/06/2021].
- [12] Economipedia (2021): “Capital flotante (free float)”. Disponible en <https://economipedia.com/definiciones/capital-flotante-free-float.html> [consulta: 07/07/2021].
- [13] Economipedia (2021): “Índice de capitalización ponderada”. Disponible en <https://economipedia.com/definiciones/indice-de-capitalizacion-ponderada.html> [consulta: 07/07/2021].
- [14] Economipedia (2021): “Índice de precios ponderado”. Disponible en <https://economipedia.com/definiciones/indice-precios-ponderado.html> [consulta: 07/07/2021].
- [15] Eviews (2021): “Stepwise Least Squares Regression”. Disponible en: http://www.eviews.com/help/helpintro.html#page/content/Regress2-Stepwise_Least_Squares_Regression.html [consulta: 20/09/2021].

- [16] Guillén, M. F. (2014). *Análisis de regresión múltiple* (2a. edición.). Editorial CIS - Centro de Investigaciones Sociológicas, Madrid.
- [17] Gómez, I., González, Y. (2019). «Material Docente de Econometría I», *Grado en Administración y Dirección de Empresas. Universidad de Valladolid*.
- [18] Goodell J. W. (2020). «COVID-19 and finance: Agendas for future research». *Finance research letters*, 35, 101512.
- [19] IG (2021): “¿Qué son los índices?”. Disponible en <https://www.ig.com/es/indices/explicacion-indices> [consulta: 07/07/2021].
- [20] IG (2021): “Todo lo que necesitas saber sobre el índice DAX 30”. Disponible en: <https://www.ig.com/es/estrategias-de-trading/todo-lo-que-necesitas-saber-sobre-el-indice-dax-30-200522#:~:text=%20Para%20poder%20formar%20parte%20del%20DAX%2C%20las,%28generando%20suficientes%20beneficios%20o%20teniendo%20la...%20More%20> [consulta: 11/09/2021].
- [21] Investing (2021): “DAX”. Disponible en <https://es.investing.com/indices/germany-30> [consulta: 10/06/2021].
- [22] Investing (2021): “FTSE 100”. Disponible en <https://es.investing.com/indices/uk-100> [consulta: 10/06/2021]-
- [23] Khalfaoui, R., Nammouri, H., Labidi, O. y Jabeur, S. B. (2021). «Is the COVID-19 vaccine effective on the US financial market?». *Public Health*, 198, 177-179.
- [24] Lyócsa, Š., Baumöhl, E., Výrost, T., & Molnár, P. (2020). «Fear of the coronavirus and the stock markets», *Finance research letters*, 36, 101735.

- [25] Méndez González, F. (2021). «Impacto de la crisis sanitaria del COVID-19 en la bolsa española». *Trabajos de Fin de Grado. Universitat Politècnica de València*.
- [26] Mendoza-Rivera, R. J., Lozano-Díez, J. A., & Venegas-Martínez, F. (2020). «Impacto de la pandemia Covid-19 en variables financieras relevantes en las principales economías de Latinoamérica». *Economía: teoría y práctica*, (SPE5), 125-144.
- [27] MoneyCheck (2021): “What is the FTSE 100 Index? Complete Beginner’s Guide”. Disponible en <https://moneycheck.com/ftse-100/> [consulta: 23/09/2021].
- [28] Montero. R (2013): “Test de Causalidad”. Documentos de Trabajo en Economía Aplicada. Universidad de Granada. España
- [29] Our World In Data (2021): “COVID-19: Stringency Index”. Disponible en: <https://ourworldindata.org/covid-stringency-index> [consulta: 19/09/2021].
- [30] Our World In Data (2021): “Statistics and Research -Coronavirus (COVID-19) Deaths”. Disponible en <https://ourworldindata.org/covid-deaths> [consulta: 10/06/2021].
- [31] Oxford COVID-19 Government Response Tracker (2020): “Calculation and presentation of the Stringency Index 4.0”. Disponible en: <https://www.bsg.ox.ac.uk/sites/default/files/Calculation%20and%20presentation%20of%20the%20Stringency%20Index.pdf> [consulta: 26/09/2021].
- [32] Prieto, M., De Prada, M. D. (2020). «Material Docente de Econometría II», *Grado en Administración y Dirección de Empresas. Universidad de Valladolid*.

- [33] Ridenhour, B., Kowalik, J. M., & Shay, D. K. (2018). El número reproductivo básico (R0): consideraciones para su aplicación en la salud pública. *American Journal of Public Health*, 108(Suppl 6), S455–S465.
- [34] ROInvesting (2021): “Índices Bursátiles Mundiales: ¿Qué es el FTSE 100 y Qué Empresas lo Componen?”. Disponible en <https://www.roinvesting.com/es/articulos-indices/indice-ftse-100#:~:text=FTSE%20100%20es%20el%20acr%C3%B3nimo%20de%20Financiaci%C3%B3n%20Times,las%20100%20acciones%20mejor%20valoradas%20por%20los%20mercados> [consulta: 23/06/2021].
- [35] Rojas, R. (2018). «Relación entre las variables macroeconómicas y acciones del índice COLCAP», *Colegio de Estudios Superiores de Administración: Trabajos de Grado - Postgrado*.
- [36] Ruralvia (2021): “Las Bolsas en el mundo: estos son los índices bursátiles más importantes”. Disponible en: <https://blog.ruralvia.com/las-bolsas-en-el-mundo-estos-son-los-indices-bursatiles-mas-importantes/> [consulta: 10/06/2021].
- [37] Towards Data Science (2021): “Pearson Coefficient of Correlation Explained”. Disponible en <https://towardsdatascience.com/pearson-coefficient-of-correlation-explained-369991d93404> [consulta: 07/07/2021].
- [38] Trader Profesional (2021): “¿Qué es el índice de acciones DAX 30?”. Disponible en: <https://traderprofesional.com/bolsa/mercados-financieros/indice-dax-30/> [consulta: 19/09/2021].
- [39] Wagner A. F. (2020). «What the stock market tells us about the post-COVID-19 world». *Nature human behaviour*, 4(5), 440.

[40] Weller, J. (2020). «La pandemia del COVID-19 y su efecto en las tendencias de los mercados laborales», *Comisión Económica para América Latina y el Caribe: Repositorio Digital*.

[41] Wikipedia (2021): “FTSE 100 index”. Disponible en: https://en.wikipedia.org/wiki/FTSE_100_Index [consulta: 19/09/2021].

[42] Wikipedia (2021): “Tasa de Letalidad”. Disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/Tasa_de_letalidad [consulta: 13/09/2021].

9. ANEXOS

I. ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS FTSE 100

VARIABLE	Media	Mediana	Máximo	Mínimo	Std. Dev.	Nº obs.
FTSE 100	-4,18E-05	0,000600	0,090500	-0,169700	0,021777	395
CONT-T	9319,273	3473,000	68192,00	-4787,000	12945,77	395
MUER-T	266,8608	84,00000	1826,000	0,000000	363,0560	395
RREP-T	1,096514	1,020000	3,350000	0,490000	0,417931	370
PUCI-T	1149,105	711,5000	4077,000	60,00000	1136,490	344
PVAC-T	0,023650	0,000000	0,325300	0,000000	0,065512	395
ISEV-T	0,663013	0,699100	0,879600	0,111100	0,199472	395
NMNC-T	0,062090	0,017419	6,833333	-0,012534	0,356649	389
PUNC-T	0,320830	0,110891	39,83333	-0,084604	2,155276	344
CONT-T1	9228,215	3395,000	62556,00	-2362,000	12732,37	395
MUER-T1	258,9114	80,00000	1826,000	0,000000	356,3446	395
RREP-T1	1,095528	1,020000	3,350000	0,490000	0,417435	369
PUCI-T1	1152,026	711,0000	4077,000	62,00000	1138,113	343
PVAC-T1	0,477621	0,000000	29,61000	0,000000	2,924218	395
ISEV-T1	0,662205	0,699100	0,879600	0,111100	0,200705	395
NMNC-T1	0,061728	0,017222	6,833333	-0,002964	0,357459	387
PUNC-T1	0,327115	0,114107	39,83333	-0,052498	2,158734	343
CONT-T2	9170,177	3383,000	68192,00	-4787,000	12895,47	395
MUER-T2	260,0430	82,00000	1826,000	0,000000	357,6165	395
RREP-T2	1,094484	1,020000	3,350000	0,490000	0,414563	368
PUCI-T2	1155,161	715,5000	4077,000	60,00000	1140,069	342
PVAC-T2	0,435639	0,000000	29,61000	0,000000	2,727742	395
ISEV-T2	0,660751	0,699100	0,879600	0,083300	0,202661	395
NMNC-T2	0,045977	0,017376	1,539683	-0,012534	0,094915	385
PUNC-T2	0,214595	0,115521	4,111111	-0,084604	0,291524	342

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9.1: Estadísticos descriptivos FTSE 100

II. ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS DAX

VARIABLE	Media	Mediana	Máximo	Mínimo	Std. Dev.	Nº obs.
DAX	0,001119	0,001050	0,109800	-0,200100	0,025436	400
CONT-T	7735,585	3085,000	49044,00	0,000000	9532,338	400
MUER-T	194,1625	59,50000	1734,000	-1,000000	279,3285	400
RREP-T	1,140699	1,070000	3,120000	0,650000	0,445022	372
PUCI-T	2332,750	2546,500	5745,000	200,0000	1822,458	356
PVAC-T	0,011920	0,000000	0,131100	0,000000	0,026172	400
ISEV-T	0,623587	0,634300	0,851900	0,055600	0,191323	400
NMNC-T	0,034763	0,014276	1,000000	-0,001848	0,066039	382
PUNC-T	0,721867	0,316712	30,18750	0,044170	1,784113	355
CONT-T1	7269,875	2791,500	45333,00	0,000000	9017,632	400
MUER-T1	177,1475	56,50000	1734,000	-31,00000	268,9748	400
RREP-T1	1,140404	1,070000	3,120000	0,650000	0,443136	371
PUCI-T1	2330,555	2538,000	5745,000	216,0000	1824,559	355
PVAC-T1	0,011630	0,000000	0,125300	0,000000	0,025555	400
ISEV-T1	0,622036	0,634300	0,851900	0,055600	0,192995	400
NMNC-T1	0,034721	0,012755	1,000000	-0,011326	0,067041	381
PUNC-T1	0,787451	0,337002	30,18750	0,076231	1,875810	354
CONT-T2	6911,335	2683,000	33825,00	0,000000	8396,003	400
MUER-T2	166,8100	54,50000	1734,000	-1,000000	248,4796	400
RREP-T2	1,140189	1,070000	3,070000	0,650000	0,442145	370
PUCI-T2	2322,194	2528,000	5745,000	200,0000	1827,175	355
PVAC-T2	0,011376	0,000000	0,119000	0,000000	0,025018	400
ISEV-T2	0,620254	0,634300	0,851900	0,055600	0,194756	400
NMNC-T2	0,034159	0,012755	1,000000	-0,001848	0,066908	383
PUNC-T2	0,791933	0,348515	30,18750	0,044170	1,873765	354

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9.2: Estadísticos descriptivos DAX

III.MATRIZ DE CORRELACIONES FTSE 100 T⁸

	CONT-T	MUER-T	RREP-T	PUCI-T	PVAC-T	ISEV-T	NMNC-T	PUNC-T	FTSE100
CONT-T	1.000000 ---								
MUER-T	0.601200 ***0.0000	1.000000 ---							
RREP-T	0.161043 ***0.0027	-0.190733 ***0.0004	1.000000 ---						
PUCI-T	0.585957 ***0.0000	0.873905 ***0.0000	-0.293992 ***0.0000	1.000000 ---					
PVAC-T	-0.218637 ***0.0000	-0.258174 ***0.0000	-0.076609 0.1562	-0.268928 ***0.0000	1.000000 ---				
ISEV-T	0.453695 ***0.0000	0.678166 ***0.0000	-0.352559 ***0.0000	0.838685 ***0.0000	-0.377975 ***0.0000	1.000000 ---			
NMNC-T	-0.082037 0.1289	0.018192 0.7367	-0.172869 ***0.0013	-0.002463 0.9637	-0.061416 0.2559	0.034245 0.5267	1.000000 ---		
PUNC-T	-0.077997 0.1489	-0.023907 0.6586	-0.152829 ***0.0045	-0.024368 0.6524	-0.041817 0.4395	0.017912 0.7406	0.988835 ***0.0000	1.000000 ---	
FTSE100	0.023792 0.6601	0.005503 0.9190	0.024590 0.6495	0.032662 0.5460	-0.014097 0.7945	0.030772 0.5695	0.041315 0.4450	0.043818 0.4179	1.000000 ---

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9.3: Matriz de correlaciones FTSE 100 T

⁸ Los asteriscos nos indican que la correlación es significativa al 1% (***), al 5% (**) o al 10% (*),

IV. MATRIZ DE CORRELACIONES FTSE 100 T-1⁹

	CONT-T1	MUER-T1	RREP-T1	PUCI-T1	PVAC-T1	ISEV-T1	NMNC-T1	PUNC-T1	FTSE100
CONT-T1	1.000000 ---								
MUER-T1	0.574352 ***0.0000	1.000000 ---							
RREP-T1	0.171067 ***0.0015	-0.190114 ***0.0004	1.000000 ---						
PUCI-T1	0.577579 ***0.0000	0.873762 ***0.0000	-0.289905 ***0.0000	1.000000 ---					
PVAC-T1	-0.101318 *0.0609	-0.116686 **0.0307	-0.073579 0.1740	-0.120899 **0.0251	1.000000 ---				
ISEV-T1	0.447988 ***0.0000	0.674484 ***0.0000	-0.346388 ***0.0000	0.839669 ***0.0000	-0.169502 ***0.0016	1.000000 ---			
NMNC-T1	-0.082360 0.1279	0.020769 0.7015	-0.168818 ***0.0017	0.000594 0.9913	-0.027046 0.6177	0.036084 0.5054	1.000000 ---		
PUNC-T1	-0.080577 0.1364	-0.022431 0.6789	-0.153398 ***0.0044	-0.023434 0.6654	-0.017631 0.7449	0.018851 0.7279	0.989261 ***0.0000	1.000000 ---	
FTSE100	0.024358 0.6530	-0.011118 0.8374	0.030057 0.5791	0.028336 0.6010	0.004126 0.9393	0.030645 0.5717	-0.034282 0.5269	-0.038253 0.4801	1.000000 ---

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9.4: Matriz de correlaciones FTSE 100 T-1

⁹ Los asteriscos nos indican que la correlación es significativa al 1% (***), al 5% (**) o al 10% (*),

V. MATRIZ DE CORRELACIONES FTSE 100 T-2¹⁰

	CONT-T2	MUER-T2	RREP-T2	PUCI-T2	PVAC-T2	ISEV-T2	NMNC-T2	PUNC-T2	FTSE100
CONT-T2	1.000000 ---								
MUER-T2	0.570936 ***0.0000	1.000000 ---							
RREP-T2	0.162830 ***0.0025	-0.204252 ***0.0001	1.000000 ---						
PUCI-T2	0.583593 ***0.0000	0.876495 ***0.0000	-0.286641 ***0.0000	1.000000 ---					
PVAC-T2	-0.096381 *0.0751	-0.112618 **0.0374	-0.075119 0.1657	-0.115852 **0.0322	1.000000 ---				
ISEV-T2	0.453888 ***0.0000	0.676654 ***0.0000	-0.346492 ***0.0000	0.838122 ***0.0000	-0.158062 ***0.0034	1.000000 ---			
NMNC-T2	-0.163609 ***0.0024	0.217826 ***0.0000	-0.271229 ***0.0000	0.158706 ***0.0033	-0.068172 0.2085	0.156813 ***0.0036	1.000000 ---		
PUNC-T2	-0.281014 ***0.0000	0.106761 **0.0485	-0.370131 ***0.0000	0.145345 ***0.0071	-0.058662 0.2793	0.185223 ***0.0006	0.921087 ***0.0000	1.000000 ---	
FTSE100	0.021547 0.6913	-0.008806 0.8711	0.042005 0.4387	0.026486 0.6255	0.027078 0.6178	0.023587 0.6638	-0.019603 0.7179	0.000414 0.9939	1.000000 ---

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9.5: Matriz de correlaciones FTSE 100 T-2

¹⁰ Los asteriscos nos indican que la correlación es significativa al 1% (***), al 5% (**) o al 10% (*),

VI. MATRIZ DE CORRELACIONES DAX T¹¹

	CONT-T	MUER-T	RREP-T	PUCI-T	PVAC-T	ISEV-T	NMNC-T	PUNC-T	DAX
CONT-T	1.000000 ---								
MUER-T	0.600551 ***0.0000	1.000000 ---							
RREP-T	0.054293 0.3077	-0.272419 ***0.0000	1.000000 ---						
PUCI-T	0.702918 ***0.0000	0.740806 ***0.0000	-0.328830 ***0.0000	1.000000 ---					
PVAC-T	0.297434 ***0.0000	0.066956 0.2082	-0.171982 ***0.0011	0.476770 ***0.0000	1.000000 ---				
ISEV-T	0.430199 ***0.0000	0.679034 ***0.0000	-0.301203 ***0.0000	0.798422 ***0.0000	0.368378 ***0.0000	1.000000 ---			
NMNC-T	-0.159983 ***0.0025	0.173353 ***0.0010	-0.380553 ***0.0000	0.098616 *0.0634	-0.090230 *0.0896	0.205363 ***0.0001	1.000000 ---		
PUNC-T	-0.227657 ***0.0000	-0.114937 **0.0304	-0.249324 ***0.0000	-0.075878 0.1537	-0.065868 0.2157	-0.007774 0.8840	0.868999 ***0.0000	1.000000 ---	
DAX	-0.047458 0.3726	-0.057161 0.2828	0.043610 0.4127	-0.013245 0.8036	-0.031017 0.5602	0.037129 0.4856	-0.037770 0.4781	0.035985 0.4991	1.000000 ---

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9.6: Matriz de correlaciones DAX T

¹¹ Los asteriscos nos indican que la correlación es significativa al 1% (***), al 5% (**) o al 10% (*),

VII. MATRIZ DE CORRELACIONES DAX T-1¹²

	CONT-T1	MUER-T1	RREP-T1	PUCI-T1	PVAC-T1	ISEV-T1	NMNC-T1	PUNC-T1	DAX
CONT-T1	1.000000 ---								
MUER-T1	0.588099 ***0.0000	1.000000 ---							
RREP-T1	0.051685 0.3322	-0.261353 ***0.0000	1.000000 ---						
PUCI-T1	0.699191 ***0.0000	0.704207 ***0.0000	-0.329003 ***0.0000	1.000000 ---					
PVAC-T1	0.312376 ***0.0000	0.057953 0.2768	-0.161207 ***0.0023	0.481232 ***0.0000	1.000000 ---				
ISEV-T1	0.427249 ***0.0000	0.640512 ***0.0000	-0.293557 0.0000	0.795913 ***0.0000	0.369918 0.0000	1.000000 ---			
NMNC-T1	-0.165836 ***0.0017	0.168019 ***0.0015	-0.377044 ***0.0000	0.070525 0.1855	-0.098186 *0.0650	0.172150 ***0.0011	1.000000 ---		
PUNC-T1	-0.239017 ***0.0000	-0.119165 **0.0250	-0.257790 ***0.0000	-0.093059 *0.0804	-0.072875 0.1713	-0.020787 0.6967	0.872466 ***0.0000	1.000000 ---	
DAX	-0.010120 0.8495	-0.017526 0.7425	0.028082 0.5985	-0.010848 0.8388	-0.028181 0.5972	0.029187 0.5842	-0.050520 0.3432	-0.035491 0.5057	1.000000 ---

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9.7: Matriz de correlaciones DAX T-1

¹² Los asteriscos nos indican que la correlación es significativa al 1% (***), al 5% (**) o al 10% (*),

VIII. MATRIZ DE CORRELACIONES DAX T-2¹³

	CONT-T2	MUER-T2	RREP-T2	PUCI-T2	PVAC-T2	ISEV-T2	NMNC-T2	PUNC-T2	DAX
CONT-T2	1.000000 ---								
MUER-T2	0.564606 ***0.0000	1.000000 ---							
RREP-T2	0.060741 0.2543	-0.259731 ***0.0000	1.000000 ---						
PUCI-T2	0.685455 ***0.0000	0.701717 ***0.0000	-0.332692 ***0.0000	1.000000 ---					
PVAC-T2	0.328289 ***0.0000	0.067536 0.2049	-0.152172 ***0.0041	0.485520 ***0.0000	1.000000 ---				
ISEV-T2	0.409449 ***0.0000	0.646171 ***0.0000	-0.298773 ***0.0000	0.795631 ***0.0000	0.372998 ***0.0000	1.000000 ---			
NMNC-T2	-0.167535 ***0.0016	0.181245 ***0.0006	-0.361917 ***0.0000	0.094384 *0.0761	-0.097247 *0.0676	0.194701 ***0.0002	1.000000 ---		
PUNC-T2	-0.240479 ***0.0000	-0.108236 **0.0418	0.254716 ***0.0000	-0.074144 0.1639	-0.073419 0.1681	-0.004249 0.9365	0.874386 ***0.0000	1.000000 ---	
DAX	-0.022728 0.6700	-0.038288 0.4727	0.033391 0.5312	-0.009632 0.8567	-0.020657 0.6985	0.021861 0.6819	-0.001250 0.9813	0.018310 0.7314	1.000000 ---

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9.8: Matriz de correlaciones DAX T-2

¹³ Los asteriscos nos indican que la correlación es significativa al 1% (***), al 5% (**) o al 10% (*),