



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

Análisis del Impacto Socioeconómico del
COVID-19 en España y el Resto del Mundo: Un
Enfoque Multirregional Basado en el Modelo
Input-Output

Autor/es

Adrián Téllez Tena

Director/es

Miguel Ángel Almazán-Gómez

Facultad de Economía y Empresa

Año 2024

INFORMACIÓN:

Autor: Adrián Téllez Tena

Director del trabajo: Miguel Ángel Almazán-Gómez

Título del trabajo: Análisis del Impacto Socioeconómico del COVID-19 en España y el Resto del Mundo: Un Enfoque Multirregional Basado en el Modelo Input-Output

Titulación: Grado en Finanzas y Contabilidad (FICO)

RESUMEN:

Este estudio examina el impacto socioeconómico del COVID-19 en España y en el mundo, utilizando un modelo input-output desarrollado por Leontief. Este modelo, ampliamente utilizado en análisis económicos y de planificación, permite descomponer los cambios en la producción bruta en efectos relacionados con la oferta y la demanda final. La metodología se centra en un Análisis de Descomposición Estructural (SDA) que identifica los componentes que causan cambios en el output entre los años 2019 y 2020. Utilizando datos de EUROSTAT, específicamente las tablas input-output multirregionales conocidas como FIGARO, el análisis proporciona detalles sobre las relaciones económicas entre los sectores productivos de diferentes países y regiones. Los hallazgos revelan que la caída media de la producción bruta en España no difiere significativamente de la del resto del mundo, lo que indica una reducción similar en la producción en ambos contextos. Sin embargo, aunque no se encuentran diferencias significativas en el efecto de la oferta, se identifican diferencias notables en el impacto de la demanda final, siendo más pronunciado en los sectores españoles. Este efecto de la demanda es predominante en la variación de la producción bruta y contribuye significativamente más que el efecto de la oferta, lo que sugiere que los sectores españoles experimentaron una mayor disminución en la producción debido a cambios en la demanda final. Además, la varianza muestra una mayor dispersión en los sectores españoles en comparación con los del resto del mundo. Esto implica que, aunque la caída promedio fue similar, la amplitud de variación entre sectores fue más pronunciada en España, reflejando una mayor heterogeneidad en los impactos sectoriales. La alta correlación positiva entre la variación en la producción de los sectores de España y del resto del mundo sugiere que las tendencias de disminución o aumento en la producción en España fueron similares a las observadas globalmente. El análisis revela que la pandemia afectó de manera similar a la producción bruta en España y en el resto del mundo, sin diferencias significativas en el efecto de la oferta, pero con un impacto de la demanda más acentuado en España. La mayor varianza en los sectores españoles indica una dispersión más amplia en los efectos económicos a nivel sectorial, lo que sugiere una mayor heterogeneidad en los impactos de la pandemia dentro del país.

INFORMATION:

Author: Adrián Téllez Tena

Advisor: Miguel Ángel Almazán-Gómez

Title: Analysis of the Socioeconomic Impact of COVID-19 in Spain and the Rest of the World: A Multiregional Approach Based on the Input-Output Model

Grade: Grade on Finance and Accounting

ABSTRACT:

This study examines the socioeconomic impact of COVID-19 on Spain and the world, utilizing an input-output model developed by Leontief. This model, widely used in economic analysis and planning, allows for the decomposition of changes in gross production into supply and final demand effects. The methodology focuses on a Structural Decomposition Analysis (SDA) that identifies the components causing changes in output between 2019 and 2020. Using data from EUROSTAT, specifically the multiregional input-output tables known as FIGARO, the analysis provides detailed insights into economic relationships between productive sectors across different countries and regions. The findings reveal that the average decline in gross production in Spain is not significantly different from that of the rest of the world, indicating a similar reduction in production across both contexts. However, while no significant differences are found in the supply effect, notable differences are identified in the impact of final demand, which is more pronounced in Spanish sectors. This final demand effect is predominant in the variation of gross production, contributing significantly more than the supply effect. This suggests that Spanish sectors experienced a greater decrease in production due to changes in final demand. Additionally, the variance shows greater dispersion in Spanish sectors compared to the rest of the world. This indicates that, although the average decline was similar, the range of variation between sectors was more pronounced in Spain, reflecting greater heterogeneity in sectoral impacts. The high positive correlation between the production variations of sectors in Spain and globally suggests that trends of decline or increase in production in Spain were similar to those observed globally. The analysis reveals that the pandemic similarly affected gross production in Spain and globally, with no significant differences in the supply effect but a more pronounced impact of final demand in Spain. The greater variance in Spanish sectors indicates a wider dispersion in economic effects at the sectoral level, suggesting greater heterogeneity in the pandemic's impacts within the country.

Índice

Listado de Tablas.....	VI
Listado de Figuras.....	VI
1. Motivación.....	1
2. Introducción.....	1
3. Metodología y Datos.....	7
3.1. Metodología: El Marco Input-Output.....	8
3.1.1. Tablas input-output.....	8
3.1.2. El modelo input-output de Leontief.....	10
3.1.3. Análisis de descomposición estructural.....	12
3.2. Datos.....	13
3.2.1. Tablas Input-Output Inter-País (FIGARO – EUROSTAT):.....	13
4. Resultados y Discusión.....	15
5. Conclusiones.....	20
6. Referencias.....	21
Anexo.....	25
A.1. Tablas.....	25
A.2. Contrastes de hipótesis.....	28
A.2.1. Contrastes y estadísticos principales de Δx	28
A.2.2. Contrastes y estadísticos principales del efecto asociado a la demanda (EY).....	28
A.2.3. Contrastes y estadísticos principales del efecto asociado a la oferta (ET).....	29
A.3. Script de Matlab.....	30

Listado de Tablas

Tabla 1. Variación porcentual (%) en Δx , Efecto T y Efecto Y	16
Tabla A.1. Países de las tablas FIGARO.	25
Tabla A.2. Componentes de la Demanda tenidos en cuenta en FIGARO	25
Tabla A.3. Componentes de Valor Añadido y ajustes en tablas FIGARO.....	25
Tabla A.4. Industrias tenidas en cuenta en las tablas FIGARO.....	26
Tabla A.5 Resultados a nivel de sector.	27

Listado de Figuras

Figura 1. PIB (Índices de volumen encadenado)	2
Figura 2. Cotización del IBEX 35 desde el año 2001 hasta la actualidad.....	4
Figura 3. Esquema de una tabla Input-Output uniregional	9
Figura 4. Esquema de una tabla Input-Output multirregional.....	10

1. Motivación

El presente documento es un Trabajo de Fin de Grado (TFG) que tiene por objetivo analizar los impactos socioeconómicos del COVID-19 en España haciendo uso de los modelos input-output multirregionales. El TFG es una asignatura de carácter obligatorio que se cursa en el cuarto curso del Grado en Finanzas y Contabilidad de la Universidad de Zaragoza, y que tiene un carácter excepcional con respecto al resto de asignaturas.

De acuerdo con la guía docente de esta asignatura, el objetivo es profundizar en temas relacionados con los diferentes ámbitos de la titulación integrando los conocimientos, competencias específicas, competencias transversales y habilidades adquiridas a lo largo del plan de estudios y aplicándolos al tratamiento del modelo y tema del trabajo fin de grado.

Para superar la asignatura el estudiante debe demostrar un manejo apropiado de la terminología y un conocimiento suficiente de las cuestiones suscitadas en las disciplinas vinculadas con el estudio de Finanzas y Contabilidad, ser capaz de lograr la profundización y especialización en un área de interés con el uso eficaz de la bibliografía adecuada, y finalmente defender oralmente los argumentos del trabajo realizado.

Para la realización del presente TFG se ha usado software genérico y específico. El software más genérico usado es Microsoft Excel y Microsoft Word; además se usará Microsoft PowerPoint para la correspondiente presentación. Los productos de Microsoft se usan gracias a la licencia de "Microsoft 365 Educación" contratada por la Universidad de Zaragoza para sus estudiantes. Como software más específico se ha usado Matlab, Mendeley, y Gretl. La licencia de uso de Matlab es también una licencia corporativa de la Universidad de Zaragoza para sus estudiantes. El script de Matlab puede encontrarse en el anexo. Para la gestión bibliográfica se ha usado Mendeley Reference Manager y el plugin Mendeley Cite para insertar las citas en el presente documento. Gretl es software libre.

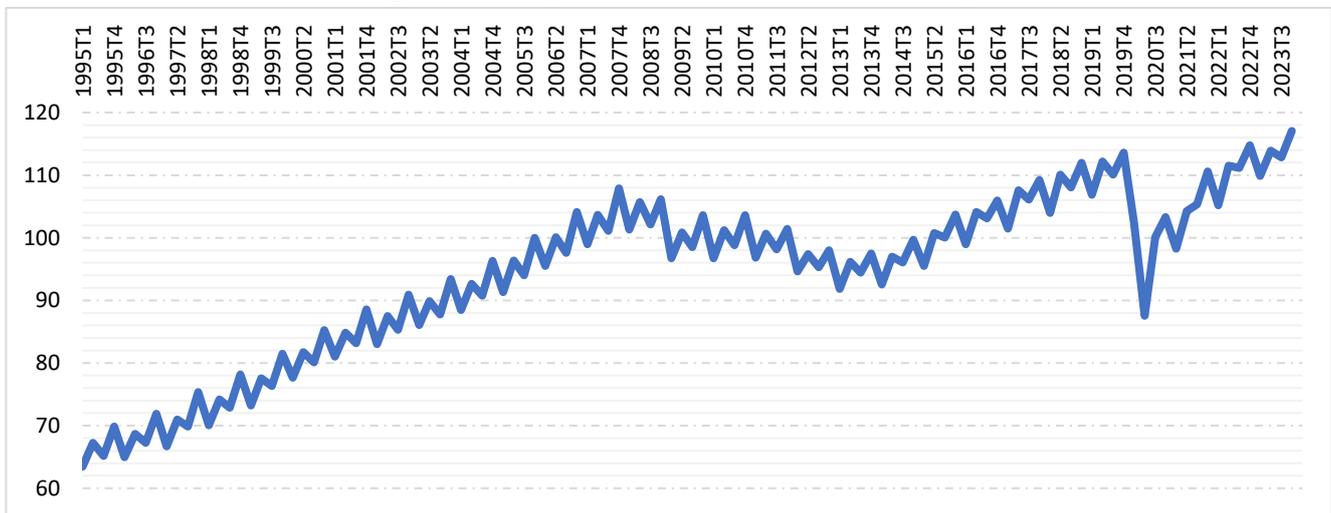
Con esto, se espera evidenciar el aprovechamiento académico y práctico de las competencias adquiridas a lo largo del Grado en Finanzas y Contabilidad.

2. Introducción

El COVID-19 ha supuesto una caída en la producción española y mundial sin precedentes. Otras crisis podrían resultar comparables, como la conocida como “*crack* del 29” o la de las hipotecas *subprime*. No obstante, la crisis del 29 se dio en un mundo todavía poco globalizado, y su repercusión en Europa, así como en otras regiones más allá de América, fue mínima. Por su parte, la crisis de confianza en el sistema bancario motivado por las hipotecas *subprime* que comenzó a finales de los años 2000 tuvo lugar en un mundo globalizado y se transmitió muy rápido debido a las particularidades del

sector causante de la crisis. Y es que, el sector bancario es un sector muy interconectado y fundamental para el sistema económico, que depende enormemente de la confianza que la sociedad en su conjunto tenga en dicho sector dado el carácter fiduciario de la economía. Esta crisis de las hipotecas *subprime*, en general, tuvo un impacto global que podríamos clasificar como agudo pero breve. No obstante, en el caso español, esta crisis de confianza terminó por “reventar” la burbuja inmobiliaria, lo que hizo que la crisis se transmitiera a la “economía real” haciéndola más aguda y duradera (desde 2008 a 2014, véase la Figura 1) de lo que fue para otros países europeos. En cualquier caso, al menos para España, la caída en el Producto Interior Bruto (PIB) provocada por las *subprime* está muy alejada del daño económico ocasionado por el COVID-19, véase la Figura 1. En el caso de la crisis provocada por el COVID-19 podemos ver que es muy aguda pero que se mostraron signos de recuperación a lo largo del tercer trimestre de 2020 y que a finales de 2022 se alcanzaron niveles de PIB precrisis.

Figura 1. PIB (Índices de volumen encadenado)



Nota: Figura elaborada a partir de las series de resultados detallados disponibles en la web del INE (2024).

Como puede verse en la Figura 1, las dos crisis han evolucionado de manera diferente. Ambas crisis tienen un motivo distinto, con lo que las políticas llevadas a cabo en pos de la recuperación también han sido distintas. Aunque la gran mayoría de las políticas económicas postcrisis tienen el objetivo de recuperar los niveles de producción y empleo, según Sánchez Galán (2024), de 2008 a 2014 la consigna desde Europa fue la austeridad, que condujo a recortes. Sin embargo, en la crisis del COVID-19 la consigna europea fue diferente, ya que se optó por políticas expansivas.

En respuesta a la crisis de las *subprime*, cuyas primeras señales llegaron a nuestro país en el año 2007, se implementaron diversas medidas para estabilizar el sistema financiero. Uno de los pasos más significativos fue la inyección monetaria para el rescate de Bankia en 2012, seguido por el rescate financiero de España, con una cifra de 62,000 millones de euros distribuidos entre las distintas entidades bancarias del país. Este proceso fue acompañado por una recapitalización del sector financiero, que

incluyó el rescate de varias entidades bancarias con problemas de solvencia y el fortalecimiento de la supervisión y regulación del sector para prevenir futuras crisis.

Las políticas fiscales contractivas también jugaron un papel crucial en la estabilización financiera. Estas políticas incluyeron un recorte del gasto público por valor de 15,000 millones de euros, una reducción del salario de los funcionarios y la subida del IVA en 2009, recogida en recogida en BOE (2009). La Reforma de las pensiones en enero de 2011, que supuso un incremento gradual de la edad de jubilación hasta los 67 años y un cálculo de la pensión basado en toda la vida laboral, también fue una medida significativa en este contexto. (BOE, 2011).

Finalmente, el Banco Central Europeo (BCE) también contribuyó a la estabilización financiera con su propuesta de bajar los tipos de interés durante el período de recuperación, facilitando así el crédito y generando una mayor demanda y consumo, elementos clave para la estabilidad económica y financiera del país.

Las reformas laborales incluyeron medidas como la reducción de la indemnización por despido y la promoción de la contratación temporal. Estas acciones, junto con el establecimiento de programas de ayuda y refinanciación para las empresas en dificultades, trataron de recuperar los sectores más afectados. Además, se llevaron a cabo reformas estructurales para mejorar la competitividad de la economía española a largo plazo, incentivando la innovación y el emprendimiento. (Pérez Infante, 2015)

Dentro del marco de políticas fiscales expansivas, el Plan Español para el Estímulo de la Economía y el Empleo (Plan E), presentado el 12 de enero de 2009, fue fundamental de acuerdo con Buesa (2010). Este proyecto inicial contaba con 82 medidas económicas destinadas a ayudar a las familias. A lo largo de los siguientes años, se observó un aumento en el gasto público, especialmente en áreas como educación, sanidad y pensiones, cuyo sistema también sufrió cambios para garantizar su sostenibilidad a largo plazo. En paralelo, durante el período de recuperación comprendido entre 2011 y 2014, el Banco Central Europeo (BCE) propuso una bajada de los tipos de interés. Esta medida facilitó el crédito y, por tanto, favoreció la inversión, generando una mayor demanda y un mayor consumo, lo que se tradujo en un aumento del bienestar de los hogares.

Durante el segundo trimestre de 2011, el Instituto Nacional de Estadística, encargado de la producción y difusión de las estadísticas oficiales del país, consideró que la economía española entraba en su segunda recesión (Instituto Nacional de Estadística, 2012). Como podemos observar en la Figura 1, la economía encadenó dos trimestres seguidos con crecimiento negativo del PIB.

Debido a la aversión al riesgo en los mercados y las difíciles condiciones económicas que atravesó el país durante la crisis de las subprime, sumado a la falta de transparencia de las entidades y la

interconexión entre entidades financieras y mercados, el 24 de julio de 2011 el IBEX 35 alcanzó su mínimo histórico desde 2004, cerrando la sesión a 5.956,30 puntos, como observamos en la Figura 2.

Figura 2. Cotización del IBEX 35 desde el año 2001 hasta la actualidad



Nota: Elaboración propia a través de los datos históricos de cotización del índice disponibles en (Yahoo! Finanzas, 2024).

Tras esta etapa de crecimiento y recuperación, llegaría una nueva crisis global causada por el COVID-19. El primer caso de COVID-19 en España se identificó el 31 de enero de 2020, se trató de un caso aislado. Nueve días después se detectó un nuevo caso, y tras este, se produjeron contagios generalizados de manera cada vez más frecuente. Esto llevó a decretar el estado de alarma y a un obligado y estricto confinamiento que comenzó el día 15 de marzo de 2020. Las normas de este estricto confinamiento fueron relajándose a medida que avanzaba el tiempo y la pandemia parecía estar más controlada hasta el 21 de junio de 2020 que decayó el estado de alarma; dejando lugar a lo que entonces se conoció como “nueva normalidad” (Gobierno de España, 2020).

Las restricciones tuvieron un gran impacto en la economía española, especialmente en términos de Producto Interior Bruto (PIB) y empleo. La disminución en la actividad económica del país tuvo un impacto directo en la contracción del PIB, ya que muchas empresas cerraron o disminuyeron su actividad. Este impacto se ve reflejado en la Figura 1.

Esta disminución de actividad en las empresas, sumado a la falta de suministro, conllevó restricciones de oferta, ya que la mayoría de los negocios no esenciales, como bares o gimnasios, tuvieron que cerrar sus puertas en algún momento a lo largo del año. Aquellos que pudieron mantener sus puertas abiertas se enfrentaron a restricciones en la capacidad de operación, ya que resultó difícil mantener el

distanciamiento social adecuado y se tuvieron que implantar medidas para limitar el número de clientes permitidos en los establecimientos.

Por otro lado, la demanda experimentó un fuerte shock debido, principalmente, al confinamiento en un primer momento y a las restricciones de movilidad, ya que los consumidores redujeron su consumo en áreas como turismo, restaurantes y otros bienes no esenciales, lo que impactó directamente a sectores clave de la economía. En distintos medios, como ABC (2021), se recoge que el sector hostelero disminuyó su facturación hasta un 50,1% en el año 2020, debido principalmente a los factores relacionados con las restricciones de movilidad. De igual manera, el sector servicios registró un descenso en su cifra de negocios del 19,9%. En INE (2022) se pueden consultar las principales magnitudes y variables económicas relacionadas con el sector servicios para el año 2020.

La caída del PIB español en el año de 2020 fue mayor al 10%, muy por encima del 7% de la zona euro. La contracción en España fue más pronunciada que en otros países, debido, entre otros, al mayor peso de las actividades sociales y de las pequeñas y medianas empresas (Arce, 2021).

La gran reducción del consumo en los sectores del turismo y la hostelería dio lugar a un impacto muy heterogéneo en términos de caída del PIB en función de la zona geográfica. En la costa mediterránea y regiones insulares, el PIB cayó más del 14%, mientras que zonas del interior y del norte de España registraron caídas inferiores al 6%.

Respecto al empleo, consultando los datos de población activa recogida en el documento del INE (2021) encontramos una tasa que refleja la variación interanual de la ocupación, que alcanzó el -6,05% en el segundo trimestre de 2020, el -3,51% en el tercer trimestre y el -3,12%. Es decir, a pesar de encontrar datos negativos, encontramos que no ha existido un descenso tan pronunciado en los datos de empleo respecto a los del PIB. Este hecho se debe principalmente a las medidas que se llevaron a cabo para evitar los despidos masivos a causa de la pandemia, como los ERTEs.

De acuerdo con el Servicio Público de Empleo Estatal (2020), los ERTEs pueden ser por causas económicas, técnicas, organizativas y de producción o por fuerza mayor. Las medidas que se pueden adoptar son la suspensión temporal del contrato de trabajo o la reducción de la jornada de las personas trabajadoras. Se implementaron con el objetivo de evitar despidos masivos y proporcionar un alivio financiero tanto a empresas como a los trabajadores implicados.

Estas medidas tomadas en España, como las restricciones en la movilidad o los ERTE, fueron similares a las que se tomaron en el resto de los países de su entorno. Y en lo que respecta al aspecto económico, la respuesta al COVID-19, dado su impacto global, ha tenido una respuesta unida por parte de la Unión Europea (UE). En este caso podemos ver como la Comisión Europea aprobó el Fondo de

Recuperación de la UE, también conocido como fondos *Next Generation EU*, que se centró en prestar apoyo financiero a los estados más afectados por la crisis (Christie et al., 2021).

Este fondo de recuperación consiste en un presupuesto a largo plazo con el objetivo de impulsar la economía europea y se trata del paquete de estímulo más grande de la historia de Europa, ascendiendo a 2,018 billones de euros a precios corrientes. Además de aspectos como la innovación y la transición ecológica, el paquete optó por la modernización de políticas tradicionales, como la política agrícola común, la igualdad de género y la cohesión entre los distintos estados de la Unión (Unión Europea, 2022).

Según la Comisión Europea (2021a) este plan de recuperación a largo plazo será financiado a través de los recursos del presupuesto de la Unión Europea, como son los derechos de aduana, las contribuciones de los Estados sobre el Impuesto sobre el Valor Añadido, y distintas contribuciones basadas en la Renta Nacional Bruta. Al tratarse, como se ha comentado, del paquete de estímulo más grande de la historia de Europa, serán necesarias nuevas fuentes de ingresos para poder reembolsar los préstamos de manera eficiente. Estas nuevas fuentes de ingresos están relacionadas con la neutralidad climática del continente y los derechos de emisión (Comisión Europea, 2021b). Por todo ello, se considera que el papel de la Unión Europea y del BCE han sido clave para la rápida recuperación de España, permitiendo a través de su financiación llevar a cabo un plan de política fiscal expansiva que hizo que en el año 2022 se alcanzaran niveles de PIB precrisis.

Tal y como se ha mencionado, la pandemia del COVID-19 ha supuesto un shock importante en la economía española y mundial, generando problemas de oferta y restricciones a los consumidores. Esto ha generado, en la mayoría de los sectores, una caída importante del output del año 2019 al 2020. De acuerdo con las tablas input-output multirregionales FIGARO, soportadas por EUROSTAT, en el caso de España la caída fue del 11,13%, mientras que en el resto del mundo fue de un 7,8%. En este sentido, el objetivo del presente trabajo es analizar la contribución de cada uno de los efectos (oferta y demanda) sobre el output de cada sector.

Para ello realizaremos un análisis de descomposición estructural (SDA por sus siglas en inglés). El SDA se enmarca en el marco input-output. El marco Input-Output, desarrollado por el economista Wassily Leontief en la década de 1930, ha sido ampliamente utilizado en análisis económicos, planificación y modelado. Además, introdujo novedades relevantes en el ámbito del análisis económico.

El modelo input-output de Leontief tiene en cuenta que la economía está compuesta por distintos sectores que producen bienes o servicios. Estos bienes o servicios son utilizados por los otros sectores en su proceso productivo (consumos intermedios), además de utilizarse para satisfacer la demanda final.

Dentro del campo del análisis económico encontramos que el modelo input-output ha sido utilizado ampliamente con el objetivo de analizar impactos en una economía.

Según Wiedmann (2009) y Tarancon & Del Río (2012), el modelo input-output se puede utilizar para estimar las emisiones basadas en el consumo. El enfoque de estos autores se basa en que las actividades económicas están interconectadas, y los flujos de producción y consumo en un sector pueden tener impactos directos e indirectos en las emisiones de CO₂ en toda la economía.

Como su propio nombre indica, el SDA nos permite descomponer el efecto total en diversos efectos. En nuestro caso descompondremos el efecto total (cambio en el output) en efecto vía oferta y efecto vía demanda. El SDA ha sido ampliamente usado para descomponer los cambios en variables económicas agregadas, como el crecimiento del PIB, las emisiones de gases de efecto invernadero, o el empleo, en sus componentes estructurales básicos.

Es un método ampliamente utilizado en trabajos como el de Cansino et al. (2016), cuyo objetivo principal consiste en hallar los principales efectos de los cambios en las emisiones en la economía española, y sus técnicas se explican en documentos como Dietzenbacher & Los (1998).

En el documento de Weiss de Abreu et al. (2021) se analizan las relaciones entre el aumento de los ingresos en los hogares en Brasil y el aumento en el consumo de energía. Se hace uso del SDA con el objetivo de identificar los factores clave de la variación en el consumo de energía en un país en vías de desarrollo. El trabajo también realiza una representación detallada de las relaciones intersectoriales y el comportamiento de los hogares en función de sus ingresos.

En Liu et al. (2023) se combinan el uso del SDA con el método del input-output para construir un modelo de descomposición de los factores que influyen el cambio de las emisiones de dióxido de carbono en China en los períodos de 2012 a 2018. En el artículo se concluye que el crecimiento económico es el factor principal en el aumento de las emisiones del país, y que sería necesario cambiar la estructura productiva para reducir las emisiones.

Este trabajo continúa como sigue. En la sección tres se describe la metodología y se presentan los datos utilizados, la sección cuarta muestra los resultados. Seguidamente, en la sección cinco se discuten los resultados y se muestran las conclusiones.

3. Metodología y Datos

En esta sección se describen las fuentes de datos usadas y la metodología aplicada para hallar los resultados.

3.1. Metodología: El Marco Input-Output

El marco input-output se basa en las tablas input-output. A partir de ellas se pueden desarrollar diversos modelos económicos. Uno de los modelos económicos más destacables dentro del marco input-output es el modelo de Leontief (1941). Este modelo es un modelo “*demand driven*”, es decir, que su fundamentación teórica dice que la demanda final determina la producción, dada una determinada tecnología de producción. Dentro del marco input-output también podemos encontrar modelos “*supply-side*”, donde debemos destacar el modelo de Ghosh (1958). Los modelos “*supply-side*” asumen que el valor añadido determina la producción y que son los productores los que inducen las ventas para alcanzar el nivel de ingresos deseados (Aroche Reyes & Marquez Mendoza, 2021). No obstante, este trabajo toma por base el modelo de Leontief, sobre el que aplicaremos un Análisis de descomposición estructural (SDA, por sus siglas en inglés). Por ello, en los siguientes apartados describimos las tablas input-output, el modelo de Leontief, y los pasos a seguir para desarrollar un SDA.

3.1.1. Tablas input-output

Para facilitar la comprensión, hablaremos primeramente de las tablas input-output que hacen referencia a una única región o país. En nuestro análisis utilizaremos una tabla input-output multirregional, por ello, después de describir una tabla input-output uniregional, indicaremos como se generalizan los conceptos en una tabla multirregional.

El esquema propio de una tabla input-output uniregional puede verse en la Figura 3. Los datos que se muestran en la tabla input-output son valores monetarios representativos de las transacciones económicas, es decir, las tablas input-output muestran las compras y ventas de todos los agentes de una sociedad durante el periodo de un año. De esta manera se representan: las interrelaciones entre los distintos sectores productivos (sombreado en color salmón en la Figura 3); la relación entre los sectores productivos con los consumidores finales (sombreado en azul en la Figura 3); y también se muestra la remuneración a los inputs primarios (sombreado en verde en la Figura 3). Es decir, una tabla input-output puede dividirse en tres bloques claramente diferenciados y susceptibles de una representación matricial.

Figura 3. Esquema de una tabla Input-Output uniregional

Sectores	1	...	j	...	n	Total Demanda intermedia	Hogares	Gobierno	Otros comp. Demanda final	Total Demanda final	Total empleos
1	z_{11}	...	z_{1j}	...	z_{1n}	$z_{1.}$	y_{1h}	y_{1g}	y_{1o}	$y_{1.}$	x_1
...
i	z_{i1}	...	z_{ij}	...	z_{in}	$z_{i.}$	y_{ih}	y_{ig}	y_{io}	$y_{i.}$	x_i
...
n	z_{n1}	...	z_{nj}	...	z_{nn}	$z_{n.}$	y_{nh}	y_{ng}	y_{no}	$y_{n.}$	x_n
Total consumos intermedios	$z_{.1}$	...	$z_{.j}$	...	$z_{.n}$	$z_{..}$	$y_{.h}$	$y_{.g}$	$y_{.o}$	$y_{..}$	$x_{.}$
Impuestos	t_1	...	t_j	...	t_n	$t_{.}$					
Salarios	v_{s1}	...	v_{sj}	...	v_{sn}	$v_{s.}$					
EBE	v_{e1}	...	v_{ej}	...	v_{en}	$v_{e.}$					
Valor añadido	$v_{.1}$	...	$v_{.j}$	...	$v_{.n}$	$v_{..}$					
Total recursos	x_1	...	x_j	...	x_n	$x_{.}$					

Nota: Elaboración propia. Esquema de una Tabla Input-Output uniregional de n sectores. Por simplicidad se agrupa en ‘otros componentes de demanda final’ la inversión, la variación de existencias y las exportaciones netas. También por simplicidad se han omitido los impuestos que forman parte del valor añadido.

Respecto de esta representación matricial, denominaremos Z a la matriz de inputs intermedios (naranja en Figura 3), Y será la matriz de demanda final (azul en Figura 3), y V será la matriz de valor añadido (verde en Figura 3).

Los elementos de la matriz de inputs intermedios (Z_{ij}) representan las ventas del sector i al sector j , o desde otro punto de vista, representa la cantidad que el sector j demanda del sector i , es decir, la necesidad que tiene el sector j del sector i para producir su output.

Los elementos de la matriz de demanda final (Y_{id}) representan la cantidad de bienes y servicios que no se utilizan como insumos intermedios para producir otros bienes, sino que satisfacen una necesidad del consumidor final. Por ejemplo, en Y_{12} se reflejaría la cantidad de bienes y servicios del sector 1 se utilizarían para satisfacer la necesidad del componente 2 de la demanda final.

Los elementos de la matriz de valor añadido (V_{kj}^s) representan la remuneración al factor k que hace el sector j de la región s . Los principales factores tenidos en cuenta son los Salarios y el Excedente Bruto de Explotación (EBE).

Las tablas input-output multirregionales son una generalización de las unirregionales. En la Figura 4 podemos observar un esquema de una tabla input-output multirregional. En el contexto multirregional, debemos tener en cuenta que se suman dos dimensiones, la región de origen y la región de destino de la producción. Por lo tanto, la matriz de inputs intermedios Z está compuesta por submatrices Z^{rs} , cuyos componentes Z_{ij}^{rs} representan las compras que hace el sector j de la región s al sector i de la región r . De

igual manera, la demanda final \mathbf{Y} también se compone de submatrices \mathbf{Y}^{rs} donde cada elemento \mathbf{Y}_{id}^{rs} identifica las compras que el componente de la demanda final d de la región s hace del sector i de la región r . Es decir, el superíndice r muestra el origen del producto/servicio mientras que el superíndice s muestra la región de destino.

Figura 4. Esquema de una tabla Input-Output multirregional

		Intermediate use		Final Demand					Output at basic prices
		Spain	ROW	Spain		ROW			
		Ind 1 ... Ind 64	Ind 1 ... Ind 64	P3_S13 P3_S14 P3_S15 P51G P5M	P3_S13 P3_S14 P3_S15 P51G P5M				
Spain	Industry 1 Industry 64	Z ₁₁	Z ₁₂	FD ₁₁	FD ₁₂				X ₁
ROW	Industry 1 Industry 64	Z ₂₁	Z ₂₂	FD ₂₁	FD ₂₂				X ₂
Taxes less subsidies on intermediate and final products		(TLS)		[TLS]	[TLS]				
Salaries		S ₁	S ₂						
Gross Operating Surplus (GOS)		GOS ₁	GOS ₂						
Output at basic prices		X ₁	X ₂						

Nota: Elaboración propia a partir de esquema recogido en la web de OECD (<https://www.oecd.org/sti/ind/inter-country-input-output-tables.htm>).

3.1.2. El modelo input-output de Leontief

El modelo input-output de Leontief tiene en cuenta que la economía está compuesta por distintos sectores que producen bienes o servicios. Estos bienes o servicios son utilizados por los otros sectores en su proceso productivo (consumos intermedios), además de utilizarse para satisfacer la demanda final (hogares, Gobierno, exportaciones, etc.). La ecuación (1.a) muestra como el output total de cada sector (\mathbf{x}_i) se reparte entre demanda intermedia ($\sum_j \mathbf{Z}_{ij}$) y demanda final ($\sum_d \mathbf{Y}_{id}$).

$$\mathbf{x}_i = \mathbf{Z}_{i1} + \dots + \mathbf{Z}_{ij} + \dots + \mathbf{Z}_{in} + \mathbf{Y}_{ih} + \mathbf{Y}_{ig} + \mathbf{Y}_{io} = \sum_j \mathbf{Z}_{ij} + \sum_d \mathbf{Y}_{id} \quad \forall i, j, d \quad (1.a)$$

La ecuación (1.a) puede expresarse también en formato matricial, tal y como se muestra en la ecuación (1.b).

$$\mathbf{x} = \mathbf{Z}\mathbf{e}_z + \mathbf{Y}\mathbf{e}_y = \mathbf{Z}\mathbf{e}_z + \mathbf{y} \quad (1.b)$$

Donde \mathbf{x} es un vector en el que cada elemento \mathbf{x}_i representa el output total del sector i , \mathbf{Z} es la matriz de inputs intermedios, \mathbf{e}_z es un vector columna de unos (vector agregador) de dimensión tal que pueda postmultiplicar a la matriz \mathbf{Z} ; \mathbf{Y} es la matriz de demanda final y \mathbf{e}_y es otro vector agregador, en este caso

de la dimensión necesaria para poder postmultiplicar a la matriz de demanda final (\mathbf{Y}). Por simplicidad trabajaremos con la demanda final agregada ($\mathbf{y} = \mathbf{Y}\mathbf{e}_y$).

Un elemento muy importante dentro del marco input-output es la matriz de coeficientes técnicos, que se obtiene dividiendo los insumos (matriz de inputs intermedios) entre el output total de cada sector, tal y como muestra la ecuación (2.a) y alternativamente en forma matricial en la ecuación (2.b) donde el gorro (^) indica vector diagonalizado.

Cada elemento A_{ij} de la matriz de coeficientes técnicos representa la cantidad de insumos del sector j necesarios para alcanzar una unidad adicional de producción en el sector i . En otros términos, cada elemento representaría la cantidad de insumo que el sector j le tiene que proporcionar al sector i para que aumente su producción en una unidad.

$$A_{ij} = \frac{Z_{ij}}{x_j} \quad (2.a)$$

$$\mathbf{A} = \mathbf{Z}\hat{\mathbf{x}}^{-1} \quad (2.b)$$

Partiendo de (1) y (2) podemos escribir (3):

$$x_i - \sum_j A_{ij} x_j = y_i \quad (3.a)$$

$$\mathbf{x} - \mathbf{A}\mathbf{x} = \mathbf{y} \quad (3.b)$$

Sacando factor común en (3) podemos llegar a (4), que reescribiremos como (5).

$$(\mathbf{I} - \mathbf{A})\mathbf{x} = \mathbf{y} \quad (4)$$

$$\mathbf{x} = (\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1}\mathbf{y} = \mathbf{L}\mathbf{y} \quad (5)$$

Donde $(\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1}$, comúnmente denominada como \mathbf{L} , representa la matriz inversa de Leontief, donde L_{ij} indica el incremento en producción que se darían en el sector i tras el aumento de una unidad en la demanda final del sector j . Es decir, que \mathbf{L} es una matriz de multiplicadores que permite identificar cómo varía la producción al variar la demanda final, tal y como se muestra en (6).

$$\Delta\mathbf{x} = \mathbf{L}\Delta\mathbf{y} \quad (6)$$

3.1.3. Análisis de descomposición estructural

Un Análisis de Descomposición Estructural (SDA, por sus siglas en inglés) nos permite identificar los componentes que causan los cambios en el output, de un período a otro, y en qué medida contribuyen a los mismos. Aunque hay distintos factores que pueden analizar con el SDA, como por ejemplo el empleo o variaciones en el valor añadido, este trabajo se centra en el cambio que existe en la producción entre dos años consecutivos. Para ello, el SDA que usaremos es una de las versiones más sencillas, que a su vez facilita la interpretación. En concreto, planteamos un SDA que divide la variación total del output de cada sector en tan sólo dos elementos o efectos: cambio tecnológico, que atribuiremos a problemas de suministro y por tanto problemas de oferta, y cambio en la demanda final.

En lo que sigue se usan los superíndices 0 y 1 para hacer referencia al año 2019 y 2020 respectivamente. El punto de partida es por tanto las ecuaciones en (7), que son la ecuación (5) con sus respectivos superíndices.

$$\mathbf{x}^0 = \mathbf{L}^0 \mathbf{y}^0, \quad \mathbf{x}^1 = \mathbf{L}^1 \mathbf{y}^1 \quad (7)$$

\mathbf{x}^0 representará la producción bruta de la región durante el año 2019. \mathbf{L}^0 representará la inversa de Leontief durante el año 2019, e \mathbf{y}^0 representará el vector de demanda final agregada de la región en el año 2019. Del mismo modo, \mathbf{x}^1 representa la producción bruta de la región en el año 2020, \mathbf{L}^1 hace referencia a la inversa de Leontief durante el año 2020, e \mathbf{y}^1 representa el vector de demanda final agregada de la región en el año 2020. A partir de (7), podemos definir el cambio en el output como se muestra en la ecuación (8):

$$\Delta \mathbf{x} = \mathbf{x}^1 - \mathbf{x}^0 = \mathbf{L}^1 \mathbf{y}^1 - \mathbf{L}^0 \mathbf{y}^0 \quad (8)$$

La variación que experimenta la inversa de Leontief entre el año 2019 y el 2020 se puede definir como (9). Del mismo modo, el cambio que experimenta la demanda final agregada entre el año 2019 y el 2020 se define en (10).

$$\Delta \mathbf{L} = \mathbf{L}^1 - \mathbf{L}^0 \quad (9)$$

$$\Delta \mathbf{y} = \mathbf{y}^1 - \mathbf{y}^0 \quad (10)$$

Para poder descomponer el efecto que tienen los cambios en la tecnología y la demanda final, debemos separar ambos efectos. Si despejamos \mathbf{L}^0 en (9), obtenemos que $\mathbf{L}^0 = \mathbf{L}^1 - \Delta \mathbf{L}$. En (10), despejando \mathbf{y}^1 , obtenemos que $\mathbf{y}^1 = \mathbf{y}^0 + \Delta \mathbf{y}$. De esta manera, podemos reescribir (8) como (11):

$$\Delta \mathbf{x} = \mathbf{L}^1(\mathbf{y}^0 + \Delta \mathbf{y}) - (\mathbf{L}^1 - \Delta \mathbf{L})\mathbf{y}^0 = (\Delta \mathbf{L})\mathbf{y}^0 + \mathbf{L}^1(\Delta \mathbf{y}) \quad (11)$$

Esta desagregación nos permite contar con una parte que refleja el cambio atribuible a la tecnología ($\Delta \mathbf{L}$), y una parte que refleja el cambio de la demanda final ($\Delta \mathbf{y}$). En este caso, se nos permite determinar la parte de los cambios atribuibles a la tecnología teniendo en cuenta la demanda final del año 0, y la parte de los cambios de la demanda final teniendo en cuenta la tecnología del año 1. Del mismo modo, en (11) podemos despejar \mathbf{y}^0 y \mathbf{L}^1 , obteniendo la siguiente expresión:

$$\Delta \mathbf{x} = (\mathbf{L}^0 + \Delta \mathbf{L})\mathbf{y}^1 - \mathbf{L}^0(\mathbf{y}^1 - \Delta \mathbf{y}) = (\Delta \mathbf{L})\mathbf{y}^1 + \mathbf{L}^0(\Delta \mathbf{y}) \quad (12)$$

Al contrario que en la expresión (12), podemos hallar la parte del cambio de la tecnología teniendo en cuenta la demanda final del año 1, y la parte del cambio de la demanda teniendo en cuenta la tecnología del año 0. Aunque hay multitud de alternativas que se pueden utilizar a partir de estas dos expresiones, se concluye que la agregación de las ecuaciones (11) y (12) es a menudo la más utilizada (Dietzenbacher & Los, 1998).

$$2\Delta \mathbf{x} = (\Delta \mathbf{L})\mathbf{y}^0 + \mathbf{L}^1(\Delta \mathbf{y}) + (\Delta \mathbf{L})\mathbf{y}^1 + \mathbf{L}^0(\Delta \mathbf{y}) \quad (13)$$

Sacando factor común en (13), podemos llegar a la expresión (14):

$$\Delta \mathbf{x} = \frac{1}{2}(\Delta \mathbf{L})(\mathbf{y}^0 + \mathbf{y}^1) + \frac{1}{2}(\mathbf{L}^0 + \mathbf{L}^1)(\Delta \mathbf{y}) \quad (14)$$

Con esta expresión, podemos observar el efecto atribuible a la tecnología a través de $(\Delta \mathbf{L})(\mathbf{y}^0 + \mathbf{y}^1)$ y la parte de la demanda final en $(\mathbf{L}^0 + \mathbf{L}^1)(\Delta \mathbf{y})$.

3.2. Datos

La fuente de datos principal utilizada en el análisis es EUROSTAT, y más concretamente las tablas input-output multirregionales a nivel país, denominadas FIGARO¹ y que se describen a continuación.

3.2.1. Tablas Input-Output Inter-País (FIGARO – EUROSTAT):

Las tablas input-output multirregionales se utilizan en análisis económico para estudiar las interacciones existentes entre distintas regiones. Estas tablas nos ofrecen detalles sobre las relaciones entre los distintos sectores económicos de un país y, a su vez, las que tienen estos sectores con los sectores de otras áreas geográficas.

¹ Disponibles en: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/esa-supply-use-input-tables/database>

Eurostat, como oficina de estadísticas de la Unión Europea, es responsable de recopilar, analizar y compartir datos estadísticos para toda la Unión. Estos datos ayudan a los usuarios a comprender las condiciones económicas, sociales y ambientales actuales de los países miembros de la UE. Los datos de Eurostat cubren una amplia variedad de asuntos, entre los que se encuentran las cuentas económicas, y más concretamente los datos de FIGARO (*Full International and Global Accounts for Research in input-Output analysis*). FIGARO es un proyecto colaborativo entre Eurostat y el Centro Común de Investigación de la Unión Europea.

Dado nuestro objetivo, usaremos las tablas de industria por industria, sobre las que realizamos un trabajo previo de agregación, que nos permitirá interpretar la tabla y los resultados de una manera más sencilla.

Las tablas FIGARO nos ofrecen información acerca de las interdependencias económicas entre los agentes de 27 países de la Unión Europea, y 18 de los principales socios comerciales de la UE y una región que hace referencia a los países del resto del mundo (Es decir, 46 países). El listado completo de países puede verse en la Tabla A.1 (en el anexo). En concreto, para cada uno de estos países, encontraremos datos acerca de los 64 sectores productivos (Tabla A.4 del anexo) y de cinco componentes de la demanda final (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** del anexo). La tabla input-output multirregional se completa con los componentes de valor añadido y los ajustes (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** del anexo).

Como hemos comentado anteriormente, trabajaremos con una tabla input-output multirregional formada por tres grupos de elementos diferenciados.

Como se ha mencionado anteriormente, la matriz de inputs intermedios, denominada \mathbf{Z} , en un contexto multirregional está formada por elementos \mathbf{Z}_{ij}^{rs} que representan las compras que el sector j de la región s hace del sector i de la región r . Por tanto, la dimensión de la matriz \mathbf{Z} es de dimensión N por R por N por R , representando N el número de sectores y R el número de regiones. En el caso concreto de FIGARO tenemos 64 sectores para 46 países, con lo que la matriz \mathbf{Z} contará con una dimensión de 2,944 por 2,944.

La matriz de demanda final \mathbf{Y} , donde cada elemento \mathbf{Y}_{id}^{rs} identifica las compras que el componente de la demanda final d de la región s hace del sector i de la región r , tiene una dimensión de N por R por R por D , siendo D el número de componentes de la demanda final (recordemos que son 5, véase **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** del anexo), es decir, la dimensión de esta matriz es de 2,944 por 228.

Por último, la matriz de valor añadido \mathbf{V} , de dimensión 6 por 2,944. Hace referencia al valor añadido que genera cada sector utilizando en su producción los bienes y servicios proporcionados por los otros

sectores (consumos intermedios), con una dimensión de M por N por R , representando M el número de componentes del valor añadido tenidos en cuenta, N el número de sectores y R el número de regiones. Cada elemento V_{mj}^s hace referencia a la remuneración al factor m que hace el sector j de la región s .

Para facilitar los cálculos y la interpretación de los resultados hemos seguido el siguiente proceso de agregación sobre la matriz de inputs intermedios. El resto de matrices (\mathbf{V} y \mathbf{Y}) han sido agregadas siguiendo la misma lógica.

$$\dot{Z}_{ij}^{ES,ES} = Z_{ij}^{ES,ES} \quad (15)$$

$$\dot{Z}_{ij}^{ES,ROW} = \sum_s Z_{ij}^{ES,s} \quad (16)$$

$$\dot{Z}_{ij}^{ROW,ES} = \sum_r Z_{ij}^{r,ES} \quad (17)$$

$$\dot{Z}_{ij}^{ROW,ROW} = \sum_r \sum_s Z_{ij}^{r,s} - \dot{Z}_{ij}^{ES,ES} - \dot{Z}_{ij}^{ES,ROW} - \dot{Z}_{ij}^{ROW,ES} \quad (18)$$

El resultado obtenido es un multirregional con tan sólo dos regiones, España (ES) y el resto del mundo (ROW) compuesto de una matriz \mathbf{Z} de 128x128 en el que aparecen los consumos intermedios entre las industrias de España (ES) y las industrias del resto del mundo (ROW). También obtendremos una matriz \mathbf{Y} de 128x10 y una matriz \mathbf{V} de 6x128.

4. Resultados y Discusión

Los resultados del SDA se muestran a nivel de sector para España y para el resto del mundo en la Tabla A.5. La Tabla 1 recoge los estadísticos principales de los resultados mostrados en la Tabla A.5. Fijándonos en los descriptivos, vemos que el comportamiento de España y el resto del mundo es bastante similar, ya que se ha experimentado una variación negativa en la producción a nivel mundial. De acuerdo con la Tabla 1, podemos decir que, según la media, los sectores de España han visto un descenso mayor en su producción que los sectores del resto del mundo.

El efecto en la variación de la producción bruta se compone por el efecto tecnológico, el cual hemos asimilado al efecto de la oferta, y el efecto asociado a la demanda final.

El efecto predominante en la variación en la producción bruta tanto en España como a nivel mundial es el efecto asociado a la demanda final (efecto \mathbf{Y}). Por regla general, el impacto asociado a la demanda final es mucho mayor que en el resto del mundo, como podemos observar en la primera fila de la Tabla 1.

En la Tabla 1 también podemos identificar que el efecto asociado a la oferta es mucho más pequeño que el efecto de la demanda final, por lo que los resultados del efecto asociado a la demanda final serán muy similares a los resultados totales de la variación en la producción bruta. Por ejemplo, en el caso de España, el descenso del output es del -11,13%. Observamos que el resultado es muy similar al del efecto asociado a la demanda final, que es de -10,18%.

En los máximos y mínimos, podemos observar que los datos en el caso del resto del mundo son más comedidos y están menos alejados de la media que en el caso de España. Por ejemplo, en la variación en la producción, el mínimo en España es del -73,59%, mientras que en el resto del mundo estamos más cerca de la media, con un -50,34%. En el caso de los máximos, en España es del 9,93%, mientras que en el resto del mundo es del 3,21%.

Tabla 1. Variación porcentual (%) en Δx , Efecto T y Efecto Y

	ESP			ROW		
	Δx	Efect_Tec	Efecto_Y	Δx	Efect_Tec	Efecto_Y
Media	-11,13%	-0,78%	-10,18%	-7,81%	-1,59%	-6,10%
Mediana	-9,11%	-0,14%	-8,67%	-5,31%	-0,58%	-4,49%
Desv. Típica	14,83%	6,21%	10,24%	10,42%	4,77%	6,33%
Mínimo	-73,59%	-25,99%	-62,49%	-50,34%	-19,83%	-32,83%
Máximo	9,93%	10,68%	5,51%	3,21%	4,44%	2,70%

Nota: trabajo propio. Cálculos realizados con el software Gretl.

A través de un contraste de medias, véase el anexo, observamos que la caída media de los sectores es similar en España y en el resto del mundo. En este contraste podemos observar un p-valor de 0,148, que no nos permite rechazar la hipótesis nula de que ambas medias son iguales. Aunque esta caída sectorial fue similar en media, los sectores españoles muestran una mayor varianza que los sectores del resto del mundo, como podemos observar a través de la realización del contraste de varianzas disponible en el anexo, que nos permite rechazar la hipótesis nula de que las varianzas son iguales. Esto significa que, en el caso de España, las observaciones de los distintos sectores se alejan más de la media del conjunto que en el caso del resto del mundo.

En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** también podemos obtener información acerca de la correlación entre ambos conjuntos de datos. La correlación entre la variación en el output de los sectores de España y del resto del mundo es positiva y elevada, en concreto de 0,9250, indicando que, si un sector ha experimentado un descenso en la producción en España, es probable que este descenso en la producción en el mismo sector también haya ocurrido en el resto del mundo, y viceversa. Lo mismo sucederá en el caso de los aumentos.

Cabe destacar que, tanto en España como en el resto del mundo, el sector que más variación negativa experimentó fue el de servicios de agencias de viajes, operadores turísticos y otros servicios de reservas.

Este descenso estuvo ampliamente influenciado por las restricciones de viaje establecidas durante el año 2020, que fueron aplicadas tanto a nivel internacional como dentro de los propios países en respuesta a brotes específicos que pudieran aparecer. En concreto, la producción de este sector disminuyó en un 73,59% en España, mientras que a nivel mundial disminuyó en un 50,34%.

En el caso de España, el sector que aumentó su producción en mayor medida fue el de servicios de seguros, reaseguros y planes de pensiones, creciendo un 9,93%, mientras que en el resto del mundo el sector que más creció fue el de los productos farmacéuticos de base y sus preparados, con un 3,21%. El auge en el sector de los seguros en España pudo venir explicado por la consciencia del riesgo que fue adquirida por las personas, principalmente en el ámbito de la salud, pero también en el ámbito financiero. La pandemia del COVID-19 hizo que la demanda de seguros de vida, accidentes y salud aumentase en gran medida, ya que las personas buscaban protegerse a sí mismas y a sus familias (Dirección General de Seguros y Fondos de Pensiones, 2021).

La pandemia propició un aumento en la inversión en investigación y desarrollo de tratamientos y vacunas del virus, lo que impactó positivamente en el sector farmacéutico, principalmente desde la oferta. Además, ante las restricciones y los estados de alarma, surgió la necesidad de invertir en la creación de servicios de salud en línea que pudieran permitir que los medicamentos se recetasen en línea y fueran suministrados directamente al hogar de los pacientes, otro efecto relacionado con la oferta. Por la parte de la demanda, consecuentemente, la pandemia generó una gran demanda de medicamentos y vacunas para combatir la enfermedad (Ministerio de Salud, 2022). Los efectos de oferta y demanda unidos han provocado que estos sectores sean los que más crecieron en 2020.

También podemos observar los resultados obtenidos respecto a la variable que recoge el efecto asociado a la demanda final. El p-valor de 0,007668 nos indica que debemos rechazar la hipótesis nula, con lo que el efecto de la demanda final es claramente diferente en España y en el resto del mundo. Los contrastes se pueden consultar en el Anexo.

De acuerdo con los datos, el efecto de la demanda final en España fue significativamente mayor, o más negativo, con un -10,18%, mientras que en el resto del mundo el efecto fue de un -6,1%.

Con el contraste de misma varianza realizado obtenemos que debemos rechazar la hipótesis nula de que las varianzas son iguales. La varianza en la caída del efecto asociado a la demanda final es mayor en los sectores de España respecto a los sectores del resto del mundo. En el caso de España, la varianza es de 0,01049, mientras que en el caso del resto del mundo es de 0,004. Esto implicará que los valores se alejarán más de la media en el caso de España.

En el caso del efecto asociado a la demanda final, también encontramos una correlación cercana a 1, como podemos observar en el Anexo, lo que representa una correlación muy alta entre el efecto asociado a la demanda final en España y en resto del mundo.

Analizando el efecto en el output motivado por los cambios en la demanda final del año 2019 al 2020, observamos que el sector tuvo más impacto negativo en España fue el de servicios de agencias de viajes, operadores turísticos y otros servicios de reservas, con un impacto negativo del -62,49%. Lo mismo ocurrió con el resto del mundo, que registró un impacto negativo del -32,82%. Este descenso de la demanda final va asociado a las restricciones de movilidad comentadas anteriormente, ya que los cierres de fronteras, entre otras medidas, dificultaron en gran medida o imposibilitaron la capacidad del consumidor de realizar desplazamientos.

Respecto a los sectores con mayor efecto motivado por el aumento en la demanda final, en España debemos destacar el aumento del sector de servicios de investigación y desarrollo científico, con un impacto del 5,52%. Por parte del resto del mundo, el sector que experimentó un mayor efecto positivo fue el de servicios de administración pública y defensa, con un impacto del 2,7%. El efecto sobre el output de la demanda final del sector de investigación y desarrollo científico aumentó en gran parte debido al aumento de la inversión en investigación sobre el COVID-19, ya que la pandemia generó una necesidad de entender el virus y desarrollar nuevos tratamientos para contenerlo. Tanto el gobierno como distintas empresas aumentaron la financiación del sector, lo que le permitió al mismo expandir sus operaciones con el objetivo de satisfacer la demanda.

En el caso del resto del mundo, el efecto sobre el output de la demanda final del sector de la administración pública pudo deberse principalmente a los esfuerzos requeridos para lograr una gestión coordinada de la crisis sanitaria, ya que una crisis de este calibre requiere una coordinación entre distintos organismos y fuerzas de seguridad. Además, debido a las restricciones en movilidad y fronteras, los gobiernos tuvieron que implementar medidas para garantizar la seguridad ciudadana y protección de fronteras.

En la Tabla 1 vemos el resultado del análisis de la variable relacionada con el efecto asociado a la tecnología. En este trabajo asimilaremos este efecto al asociado a los problemas de oferta para llevar a cabo nuestro análisis.

De nuevo nos encontramos valores similares en lo que respecta a la media del descenso de la oferta, aunque la media del descenso de esta en el resto del mundo es algo mayor que en España. En el caso de España, sería de -0,78%, mientras que en el resto del mundo es de -1,59%. El p-valor a dos colas en el contraste de medias es de 0,4118, lo que nos indica que la probabilidad de encontrar un valor más alejado de la media teniendo en cuenta que la hipótesis nula es cierta es del 41,18%. A través de un contraste de

misma varianza, volvemos a encontrar que la desviación típica en España es mayor que en el resto del mundo.

Respecto a la correlación entre el efecto asociado a la oferta final entre España y el resto del mundo, como observamos en el Anexo, obtenemos un valor cercano al 0,8, con lo que el comportamiento de las dos variables no está tan relacionado como en el caso del efecto asociado a la demanda final.

Analizando el efecto en el output motivado por los problemas en la oferta desde el año 2019 al 2020, podemos ver que el sector que tuvo un impacto más negativo en España fue el del transporte aéreo, con un -25,99%. En el resto del mundo, el sector con el impacto más negativo fue el de los productos relacionados con el petróleo, con un -19,83%. El efecto en el sector del transporte aéreo se vio motivado principalmente por la obligación por parte de las aerolíneas de cancelar un gran número de vuelos nacionales e internacionales, debido en gran medida a las restricciones en la movilidad y al descenso de la demanda en el sector del turismo, que provocó que muchas rutas aéreas fueran suspendidas por no contar con el número suficiente de pasajeros (OACI, 2021).

Por parte del sector del petróleo, el efecto negativo puede deberse al desplome en los precios de petróleo que llevó a un acuerdo en el que la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP) y sus aliados realizaron recortes históricos en la producción, con lo que la oferta descendió (Departamento de Seguridad Nacional, 2020).

Por otro lado, el sector que tuvo el impacto positivo mayor en España (por motivos de oferta) fue el de los servicios de correos y mensajería, con un impacto del 10,68%, mientras que, en el resto del mundo, el sector con un impacto más positivo fue el de los servicios auxiliares a los servicios financieros y de seguros, alcanzando un 4,44%. El efecto positivo en el output provocado por el aumento de la oferta en el sector de los servicios de correos y mensajería se vio motivado principalmente por el auge del comercio electrónico durante la pandemia, lo que llevó a un aumento masivo en el volumen de envíos gestionados por los servicios de correos. Las empresas del sector incrementaron su capacidad operativa a través de la ampliación de sus instalaciones de distribución y la modernización de sus centros logísticos, con lo que pudieron satisfacer la creciente demanda (Correos, 2021).

En el resto del mundo, el efecto positivo en el output provocado por el aumento de la oferta en el sector de los servicios auxiliares a los servicios financieros y de seguros se debió, principalmente, a la digitalización acelerada en el sector debido a los efectos de la pandemia. Esta digitalización llevó a las empresas a invertir en el desarrollo e implementación de nuevas tecnologías, como plataformas digitales y soluciones basadas en la nube. Las empresas comenzaron a ofrecer servicios más personalizados, utilizando análisis de datos para ofrecer recomendaciones financieras y de seguros adaptadas a las necesidades específicas de los clientes (Tigua Moreira et al., 2021).

5. Conclusiones

Este trabajo analiza el impacto socioeconómico del COVID-19 en España y a nivel mundial, utilizando un enfoque basado en el modelo input-output desarrollado por Leontief. Este modelo, ampliamente aplicado en análisis económicos y de planificación, permite descomponer los cambios en la producción bruta en efectos relacionados con la oferta y la demanda final. La metodología se centra en un Análisis de Descomposición Estructural (SDA, por sus siglas en inglés) que identifica los componentes que causan el cambio en el output entre los años 2019 y 2020.

El estudio utiliza datos de EUROSTAT, específicamente las tablas input-output multirregionales conocidas como FIGARO, para realizar el análisis. Estas tablas proporcionan detalles sobre las relaciones económicas entre los sectores productivos de diferentes países y regiones.

Se observa que la caída media de la producción bruta en España y en el resto del mundo no presenta diferencias significativas, lo que indica que la reducción en la producción fue similar en ambos contextos. Sin embargo, aunque no se encuentran diferencias significativas en el efecto de la oferta, sí se identifican diferencias notables en el impacto de la demanda final, siendo mayor en los sectores españoles. Este efecto de la demanda es predominante en la variación de la producción bruta y contribuye significativamente más que el efecto de la oferta, lo que señala que los sectores en España experimentaron una mayor disminución en la producción debido a cambios en la demanda final.

Además, la varianza en todos los casos muestra una mayor dispersión en los sectores españoles en comparación con los del resto del mundo. Esto implica que, aunque la caída promedio fue similar, la amplitud de variación entre sectores fue más pronunciada en España, reflejando una mayor heterogeneidad en los impactos sectoriales. La correlación positiva y elevada entre la variación en la producción de los sectores de España y del resto del mundo sugiere que las tendencias de disminución o aumento en la producción en España fueron similares a las observadas globalmente.

En conclusión, el análisis revela que la pandemia afectó de manera similar a la producción bruta en España y en el resto del mundo, sin diferencias significativas en el efecto de la oferta, pero con un impacto de la demanda más acentuado en España. La mayor varianza en los sectores españoles indica una dispersión más amplia en los efectos económicos a nivel sectorial, lo que sugiere una mayor heterogeneidad en los impactos de la pandemia dentro del país.

6. Referencias

- ABC. (2021). *La hostelería recortó un 50,1% su facturación en 2020 por el impacto de la pandemia*. https://www.abc.es/economia/abci-hosteleria-recorto-501-por-ciento-facturacion-2020-impacto-pandemia-202102221333_noticia.html#
- Arce, Ó. (2021). *LA ECONOMÍA ESPAÑOLA: IMPACTO DE LA PANDEMIA Y PERSPECTIVAS*.
- Aroche Reyes, F., & Marquez Mendoza, M. A. (2021). Demand-Driven and Supply-Sided Input–Output Models. *Journal of Quantitative Economics*, 19(2), 251-267. <https://doi.org/10.1007/s40953-020-00229-5>
- Banco de España. (2018). *Nota informativa sobre ayudas financieras en el proceso de reestructuración del sistema bancario español (2009-2017)*.
- Buesa, M. (2010). *La crisis de la España fragmentada: Economía política de la era de Zapatero*. Ediciones Encuentro.
- Cansino, J. M., Román, R., & Ordóñez, M. (2016). Main drivers of changes in CO2 emissions in the Spanish economy: A structural decomposition analysis. *Energy Policy*, 89, 150-159. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2015.11.020>
- Christie, R., Claeys, G., Weil, P., & Christie, R. (2021). Next Generation EU borrowing: a first assessment. En *Policy Contribution* (Vol. 22, Número November).
- Comisión Europea. (2021a). *Plan de recuperación para Europa*. [https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/recovery-plan-europe_es#:~:text=Puede%20consultarlas%20aqu%C3%AD,-Financiaci%C3%B3n%20del%20presupuesto%20a%20largo%20plazo%20de%20la%20UE%20y,sobre%20el%20Valor%20A%C3%B1adido%20\(IVA\)](https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/recovery-plan-europe_es#:~:text=Puede%20consultarlas%20aqu%C3%AD,-Financiaci%C3%B3n%20del%20presupuesto%20a%20largo%20plazo%20de%20la%20UE%20y,sobre%20el%20Valor%20A%C3%B1adido%20(IVA))
- Comisión Europea. (2021b). *Plan de recuperación para Europa*. https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/recovery-plan-europe_es#introducci%C3%B3n
- Correos. (2021). *Correos gestionó 209 millones de envíos durante 2020, un 8,4% más que el año anterior*. <https://www.correos.com/sala-prensa/correos-gestiono-209-millones-de-envios-durante-2020-un-84-mas-que-el-ano-anterior/#>
- Departamento de Seguridad Nacional. (2020). *OPEP - SEGURIDAD ENERGÉTICA*. <https://www.dsn.gob.es/es/actualidad/seguridad-nacional-ultima-hora/opec-%E2%80%93-seguridad-energ%C3%A9tica-1>
- Dietzenbacher, E., & Los, B. (1998). Structural decomposition techniques: Sense and sensitivity. *Economic Systems Research*, 10(4), 307-324. <https://doi.org/10.1080/09535319800000023>

- Dirección General de Seguros y Fondos de Pensiones. (2021). *Informe 2020 Seguros y Fondos de Pensiones*.
<https://dgsfp.mineco.gob.es/gl/Publicaciones/DocumentosPublicaciones/Informe%20del%20Sector%202020.pdf>
- ERTE (artículo 47 del Estatuto de los Trabajadores) (2020). <https://www.sepe.es/HomeSepe/erte-red.html>
- Fernández-Sánchez, J. L., & Sastre, T. (2011). *EL AJUSTE DEL CONSUMO DURADERO Y NO DURADERO EN ESPAÑA*.
- Gámir, L. (2013). *Política económica de España*. Alianza Editorial.
- Ghosh, A. (1958). Input-Output Approach in an Allocation System. *Economica*, 25(97), 58.
<https://doi.org/10.2307/2550694>
- Giljum, S., & Hubacek, K. (2004). Alternative Approaches of Physical Input–Output Analysis to Estimate Primary Material Inputs of Production and Consumption Activities. *Economic Systems Research*, 16(3), 301-310. <https://doi.org/10.1080/0953531042000239383>
- Gobierno de España. (2020). Plan de desescalada. *La Moncloa*.
<https://www.lamoncloa.gob.es/consejodem Ministros/Paginas/enlaces/280420-enlace-desescalada.aspx>
- INE - Instituto Nacional de Estadística. (2021). *Encuesta de Población Activa (EPA) Cuarto trimestre de 2020*.
- INE - Instituto Nacional de Estadística. (2022). *Estadística Estructural de Empresas: Sector Servicios Año 2020. Resultados definitivos* .
- INE - Instituto Nacional de Estadística. (2023). *Resultados detallados. Valor Añadido Bruto*.
<https://www.ine.es/jaxiT3/Tabla.htm?t=32450&L=0>
- INE - Instituto Nacional de Estadística. (2024). *PIB pm Oferta (Índices de volumen encadenado)*.
<https://www.ine.es/jaxiT3/Tabla.htm?t=30679&L=0>
- Instituto Nacional de Estadística. (2012). *Estimación avance de la Contabilidad Nacional Trimestral-Base 2008*. www.ine.es/infoine
- Leontief, W. (1941). The structure of American economy 1919-1929: An empirical application of equilibrium analysis. *Cambridge, Massachusetts. Harvard University Press*.

- Ley 22/2009, de 18 de diciembre, por la que se regula el sistema de financiación de las Comunidades Autónomas de régimen común y Ciudades con Estatuto de Autonomía y se modifican determinadas normas tributarias. (2009). <https://www.boe.es/eli/es/l/2009/12/18/22/con>
- Ley 27/2011, de 1 de agosto, sobre actualización, adecuación y modernización del sistema de Seguridad Social. (2011). <https://www.boe.es/eli/es/l/2011/08/01/27>
- Liu, M., Yang, X., Wen, J., Wang, H., Feng, Y., Lu, J., Chen, H., Wu, J., & Wang, J. (2023). Drivers of China's carbon dioxide emissions: Based on the combination model of structural decomposition analysis and input-output subsystem method. *Environmental Impact Assessment Review*, 100, 107043. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2023.107043>
- Ministerio de Salud. (2022). *Informe Anual del Sistema Nacional de Salud 2020-2021*. https://www.sanidad.gob.es/estadEstudios/estadisticas/sisInfSanSNS/tablasEstadisticas/InfAnualSNS2020_21/INFORME_ANUAL_2020_21.pdf
- OACI. (2021). *El volumen total de pasajeros en 2020 se redujo un 60 % y el asalto de la COVID-19 a la movilidad internacional no se detiene*. <https://www.icao.int/newsroom/newsdoc2021fix/com.02.21.sp.pdf>
- Pérez Infante, J. (2015). Dialnet-LasReformasLaboralesEnLaCrisisEconomic-5124136. *Las Reformas Laborales en la Crisis Económica*.
- Remond-Tiendrez, I., & Rueda-Cantuche, J. M. (2019). EU inter-country supply, use and input-output tables — Full international and global accounts for research in input-output analysis (FIGARO). En *Statistical Working Papers (EUROSTAT)*. <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/energy-outlook/bp-energy-outlook-2019.pdf>
- Sánchez Galán, J. (2024). *¿Qué es la política económica?* <https://economipedia.com/definiciones/politica-economica.html>
- Tarancon, M. A., & Del Río, P. (2012). Assessing energy-related CO2 emissions with sensitivity analysis and input-output techniques. *Energy*, 37(1), 161-170. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2011.07.026>
- Tigua Moreira, S., Cruz Navarrete, E., & Cordova Perez, G. (2021). Big Data: paradigm in construction in the face of the challenges and challenges of the financial sector in the 21st century. *Universidad Ciencia y Tecnología*, 25(110), 127-137. <https://doi.org/10.47460/uct.v25i110.485>
- Unión Europea. (2022). *NextGenerationEU*. https://next-generation-eu.europa.eu/index_es
- Weiss de Abreu, M., Ferreira, D. V., Pereira, A. O., Cabral, J., & Cohen, C. (2021). Household energy consumption behaviors in developing countries: A structural decomposition analysis for Brazil. *Energy for Sustainable Development*, 62, 1-15. <https://doi.org/10.1016/j.esd.2021.03.001>

Wiedmann, T. (2009). A review of recent multi-region input–output models used for consumption-based emission and resource accounting. *Ecological Economics*, 69(2), 211-222.
<https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2009.08.026>

Yahoo! Finanzas. (2024). *Datos históricos de cotización del Ibex-35*.
<https://es.finance.yahoo.com/quote/%5EIBEX/history/>

Anexo

A.1. Tablas

Tabla A.1. Países de las tablas FIGARO.

EU27		Third countries	
Code	Country name	Code	Country name
BE	Belgium	AR	Argentina
BG	Bulgaria	AU	Australia
CZ	Czech Republic	BR	Brazil
DK	Denmark	CA	Canada
DE	Germany	CH	Switzerland
EE	Estonia	CN	China
IE	Ireland	ID	Indonesia
EL	Greece	IN	India
ES	Spain	JP	Japan
FR	France	KR	South Korea
HR	Croatia	MX	Mexico
IT	Italy	NO	Norway
CY	Cyprus	RU	Russia
LV	Latvia	SA	Saudi Arabia
LT	Lithuania	TR	Turkey
LU	Luxembourg	UK	United Kingdom
HU	Hungary	US	United States
MT	Malta	ZA	South Africa
NL	Netherlands	FIGW1	Rest of the world
AT	Austria		
PL	Poland		
PT	Portugal		
RO	Romania		
SI	Slovenia		
SK	Slovakia		
FI	Finland		
SE	Sweden		

Nota: Fuente (Remond-Tiendrez & Rueda-Cantuche, 2019).

Tabla A.2. Componentes de la Demanda tenidos en cuenta en FIGARO

Code	Description
P3 S13	Final consumption expenditure of general government
P3 S14	Final consumption expenditure of households
P3 S15	Final consumption expenditure of non-profit institutions serving households
P51G	Gross fixed capital formation
P5M	Changes in inventories and acquisition less disposals of valuables

Nota: Fuente (Remond-Tiendrez & Rueda-Cantuche, 2019).

Tabla A.3. Componentes de Valor Añadido y ajustes en tablas FIGARO

Code	Description
D21X31	Taxes less subsidies on products
OP NRES	Purchases of non-residents in the domestic territory
OP RES	Direct purchase abroad by residents
D1	Compensation of employees
D29X39	Other net taxes on production
B2A3G	Gross operating surplus

Nota: Fuente (Remond-Tiendrez & Rueda-Cantuche, 2019).

Tabla A.4. Industrias tenidas en cuenta en las tablas FIGARO.

Code	Description
A01	Crop and animal production, hunting and related service activities
A02	Forestry and logging
A03	Fishing and aquaculture
B	Mining and quarrying
C10T12	Manufacture of food products; beverages and tobacco products
C13T15	Manufacture of textiles, wearing apparel, leather and related products
C16	Manufacture of wood and of products of wood and cork, except furniture; manufacture of articles of straw and plaiting materials
C17	Manufacture of paper and paper products
C18	Printing and reproduction of recorded media
C19	Manufacture of coke and refined petroleum products
C20	Manufacture of chemicals and chemical products
C21	Manufacture of basic pharmaceutical products and pharmaceutical preparations
C22	Manufacture of rubber and plastic products
C23	Manufacture of other non-metallic mineral products
C24	Manufacture of basic metals
C25	Manufacture of fabricated metal products, except machinery and equipment
C26	Manufacture of computer, electronic and optical products
C27	Manufacture of electrical equipment
C28	Manufacture of machinery and equipment n.e.c.
C29	Manufacture of motor vehicles, trailers and semi-trailers
C30	Manufacture of other transport equipment
C31 32	Manufacture of furniture; other manufacturing
C33	Repair and installation of machinery and equipment
D35	Electricity, gas, steam and air conditioning supply
E36	Water collection, treatment and supply
E37T39	Sewerage, waste management, remediation activities
F	Construction
G45	Wholesale and retail trade and repair of motor vehicles and motorcycles
G46	Wholesale trade, except of motor vehicles and motorcycles
G47	Retail trade, except of motor vehicles and motorcycles
H49	Land transport and transport via pipelines
H50	Water transport
H51	Air transport
H52	Warehousing and support activities for transportation
H53	Postal and courier activities
I	Accommodation and food service activities
J58	Publishing activities
J59 60	Motion picture, video, television programme production; programming and broadcasting activities
J61	Telecommunications
J62 63	Computer programming, consultancy, and information service activities
K64	Financial service activities, except insurance and pension funding
K65	Insurance, reinsurance and pension funding, except compulsory social security
K66	Activities auxiliary to financial services and insurance activities
L	Real estate activities
M69 70	Legal and accounting activities; activities of head offices; management consultancy activities
M71	Architectural and engineering activities; technical testing and analysis
M72	Scientific research and development
M73	Advertising and market research
M74 75	Other professional, scientific and technical activities; veterinary activities
N77	Rental and leasing activities
N78	Employment activities
N79	Travel agency, tour operator and other reservation service and related activities
N80T82	Security and investigation, service and landscape, office administrative and support activities
O84	Public administration and defence; compulsory social security
P85	Education
Q86	Human health activities
Q87 88	Residential care activities and social work activities without accommodation
R90T92	Creative, arts and entertainment activities; libraries, archives, museums and other cultural activities; gambling and betting activities
R93	Sports activities and amusement and recreation activities
S94	Activities of membership organisations
S95	Repair of computers and personal and household goods
S96	Other personal service activities
T	Activities of households as employers; undifferentiated goods- and services-producing activities of households for own use
U	Activities of extraterritorial organisations and bodies

Nota: Fuente (Remond-Tiendrez & Rueda-Cantuche, 2019).

Tabla A.5 Resultados a nivel de sector.

Sector code	ESP_Δx	ESP_ΔL	ESP_Δy	ROW_Δx	ROW_ΔL	ROW_Δy
A01	3,99%	9,42%	-5,43%	0,28%	2,69%	-2,41%
A02	-1,89%	4,82%	-6,71%	-1,75%	2,91%	-4,66%
A03	-9,78%	1,04%	-10,82%	2,08%	4,43%	-2,35%
B	-12,66%	-0,47%	-12,18%	-19,59%	-9,60%	-10,00%
C10T12	-2,46%	7,62%	-10,08%	-1,95%	0,82%	-2,77%
C13T15	-13,71%	-2,47%	-11,24%	-13,97%	-5,55%	-8,42%
C16	-8,26%	1,28%	-9,54%	-2,93%	0,69%	-3,62%
C17	-6,83%	0,58%	-7,40%	-8,44%	-3,86%	-4,58%
C18	-15,02%	-5,90%	-9,12%	-9,25%	-4,47%	-4,78%
C19	-45,78%	-18,96%	-26,82%	-31,84%	-19,83%	-12,01%
C20	-9,11%	-1,55%	-7,57%	-6,78%	-1,71%	-5,07%
C21	5,22%	6,60%	-1,38%	3,21%	3,82%	-0,61%
C22	-10,22%	-1,60%	-8,62%	-6,83%	-1,64%	-5,19%
C23	-8,07%	-0,39%	-7,68%	-4,85%	-1,81%	-3,05%
C24	-16,22%	-7,17%	-9,06%	-8,79%	-3,19%	-5,60%
C25	-10,91%	-1,63%	-9,28%	-8,71%	-3,18%	-5,53%
C26	-8,30%	0,31%	-8,61%	-1,78%	1,47%	-3,25%
C27	-10,18%	-1,19%	-8,99%	-4,44%	0,40%	-4,84%
C28	-7,84%	0,87%	-8,71%	-7,75%	-0,64%	-7,11%
C29	-13,25%	-1,52%	-11,72%	-11,42%	-1,73%	-9,69%
C30	-11,81%	-1,07%	-10,75%	-14,41%	-3,12%	-11,29%
C31 32	-9,33%	0,28%	-9,61%	-4,07%	-0,52%	-3,55%
C33	-9,25%	0,24%	-9,49%	-11,21%	-3,47%	-7,74%
D35	-13,66%	-2,99%	-10,68%	-5,90%	-0,95%	-4,96%
E36	0,92%	6,05%	-5,13%	-4,58%	-0,85%	-3,73%
E37T39	-0,64%	1,69%	-2,32%	-4,40%	-0,39%	-4,02%
F	-8,71%	0,03%	-8,74%	-1,46%	-0,15%	-1,30%
G45	-14,01%	-1,24%	-12,77%	-10,61%	-1,95%	-8,66%
G46	-2,45%	4,74%	-7,19%	-4,66%	-0,26%	-4,40%
G47	-5,24%	1,76%	-6,99%	-1,90%	0,06%	-1,97%
H49	-15,03%	-4,41%	-10,62%	-9,34%	-2,38%	-6,96%
H50	-23,26%	-9,66%	-13,60%	-10,73%	-0,86%	-9,87%
H51	-59,50%	-25,99%	-33,51%	-45,25%	-18,59%	-26,66%
H52	-12,74%	-4,34%	-8,40%	-7,73%	-1,09%	-6,64%
H53	2,19%	10,68%	-8,49%	-0,04%	4,16%	-4,20%
I	-48,68%	-5,18%	-43,51%	-32,42%	-9,62%	-22,80%
J58	-9,29%	-0,06%	-9,22%	-0,81%	-0,21%	-0,60%
J59 60	-13,79%	-2,72%	-11,06%	-9,88%	-1,26%	-8,62%
J61	2,14%	6,01%	-3,87%	-1,63%	1,20%	-2,83%
J62 63	-6,52%	-0,22%	-6,30%	3,13%	3,03%	0,10%
K64	0,86%	7,74%	-6,88%	-1,80%	1,57%	-3,36%
K65	9,93%	10,05%	-0,12%	0,68%	1,88%	-1,20%
K66	2,19%	7,27%	-5,08%	1,92%	4,44%	-2,52%
L	-1,02%	3,44%	-4,46%	-0,28%	0,08%	-0,36%
M69 70	-1,09%	7,27%	-8,37%	-2,01%	2,30%	-4,31%
M71	-10,38%	-1,86%	-8,51%	-1,57%	1,53%	-3,10%
M72	6,47%	0,96%	5,51%	0,92%	1,16%	-0,24%
M73	-19,11%	-10,39%	-8,72%	-5,85%	-0,48%	-5,38%
M74 75	-9,08%	1,74%	-10,82%	-2,84%	0,94%	-3,78%
N77	-22,95%	-9,13%	-13,82%	-11,08%	-5,55%	-5,53%
N78	-12,43%	-2,95%	-9,48%	-9,52%	-5,22%	-4,30%
N79	-73,59%	-11,10%	-62,49%	-50,34%	-17,51%	-32,82%
N80T82	-11,36%	-3,66%	-7,70%	-6,17%	-2,37%	-3,80%
O84	0,16%	0,23%	-0,08%	3,15%	0,45%	2,70%
P85	-1,77%	-0,27%	-1,50%	-5,81%	-0,28%	-5,52%
Q86	4,89%	0,27%	4,63%	0,04%	0,75%	-0,72%
Q87 88	-0,87%	0,05%	-0,92%	1,25%	0,29%	0,96%
R90T92	-30,06%	-6,02%	-24,04%	-18,93%	-2,40%	-16,53%
R93	-27,61%	-5,86%	-21,76%	-25,27%	-4,74%	-20,53%
S94	-8,30%	-2,04%	-6,26%	-3,58%	-1,17%	-2,41%
S95	-0,89%	3,90%	-4,79%	-11,20%	-2,23%	-8,97%
S96	-26,72%	-2,74%	-23,97%	-14,69%	-1,26%	-13,43%
T	-8,40%	0,00%	-8,40%	-5,31%	3,57%	-8,88%

Nota: Elaboración propia. Sector U excluido, todos sus valores son cero.

A.2. Contrastes de hipótesis

A.2.1. Contrastes y estadísticos principales de Δx

```
resultado gretl para atell 2024-05-01 11:09 página 1 de 1
Media Mediana D. T. Mín Máx
SPAIN -0.1113 -0.09111 0.1483 -0.7359 0.09930
ROW -0.07805 -0.05310 0.1042 -0.5034 0.03209
```

```
resultado gretl para atell 2024-05-01 11:53 página 1 de 1
```

Hipótesis nula: [Diferencia de medias = 0]

Muestra 1:

n = 63, media = -0.11128, d.t. = 0.148253
Desviación típica de la media = 0.0186782
Intervalo de confianza 95% para la media: -0.148617 a -0.073943

Muestra 2:

n = 63, media = -0.0780466, d.t. = 0.104171
Desviación típica de la media = 0.0131243
Intervalo de confianza 95% para la media: -0.104282 a -0.0518115
Estadístico de contraste: $t(124) = (-0.11128 - -0.0780466)/0.0228281 = -1.45582$

Valor p a dos colas = 0.148

(a una cola = 0.07399)

```
resultado gretl para atell 2024-05-01 12:08 página 1 de 1
```

Hipótesis nula: [Las varianzas poblacionales son iguales]

Muestra 1:

n = 63, varianza = 0.0219791

Muestra 2:

n = 63, varianza = 0.0108516
Estadístico de contraste: $F(62, 62) = 2.02542$

Valor p a dos colas = 0.006151

(a una cola = 0.003075)

```
resultado gretl para atell 2024-05-01 12:07 página 1 de 1
```

corr(SPAIN, ROW) = 0.92501473

Bajo la hipótesis nula de no correlación:

$t(61) = 19.0155$, con valor p a dos colas 0.0000

Nota: Elaboración propia a través de los resultados obtenidos en Matlab.

A.2.2. Contrastes y estadísticos principales del efecto asociado a la demanda (EY)

```
resultado gretl para atell 2024-05-01 12:17 página 1 de 1
```

Media Mediana Mínimo Máximo

SPAIN -0.10176 -0.086650 -0.62492 0.055093

ROW -0.060978 -0.044903 -0.32825 0.026998

Desv. Típica. C.V. Asimetría Exc. de curtosis

SPAIN 0.10241 1.0065 -2.8352 10.719

ROW 0.063271 1.0376 -2.1743 5.5213

Perc. 5% Perc. 95% Rango IQ Observaciones ausentes

SPAIN -0.31838 -0.00019466 0.045323 0

```
resultado gretl para atell 2024-05-01 12:17 página 1 de 1
```

Hipótesis nula: [Diferencia de medias = 0]

Muestra 1:

n = 64, media = -0.101756, d.t. = 0.102414
Desviación típica de la media = 0.0128017
Intervalo de confianza 95% para la media: -0.127338 a -0.0761734

Muestra 2:

n = 64, media = -0.0609779, d.t. = 0.0632709
Desviación típica de la media = 0.00790886
Intervalo de confianza 95% para la media: -0.0767826 a -0.0451733
Estadístico de contraste: $t(126) = (-0.101756 - -0.0609779)/0.0150477 = -2.70989$

Valor p a dos colas = 0.007668

(a una cola = 0.003834)

resultado gretl para atell 2024-05-01 12:17 página 1 de 1

Hipótesis nula: [Las varianzas poblacionales son iguales]

Muestra 1:

n = 64, varianza = 0.0104885

Muestra 2:

n = 64, varianza = 0.00400321

Estadístico de contraste: $F(63, 63) = 2.62003$

Valor p a dos colas = 0.0001857

(a una cola = 9.286e-005)

resultado gretl para atell 2024-05-01 12:23 página 1 de 1

corr(SPAIN, ROW) = 0.90493909

Bajo la hipótesis nula de no correlación:

$t(62) = 16.7446$, con valor p a dos colas 0.0000

Nota: Elaboración propia a través de los resultados obtenidos en Matlab.

A.2.3. Contrastes y estadísticos principales del efecto asociado a la oferta (ET)

resultado gretl para atell 2024-05-01 12:12 página 1 de 1

Media Mediana D. T. Mín Máx

SPAIN -0.007786 -0.001422 0.06211 -0.2599 0.1068

ROW -0.01585 -0.005815 0.04773 -0.1983 0.04441

resultado gretl para atell 2024-05-01 12:14 página 1 de 1

Hipótesis nula: [Diferencia de medias = 0]

Muestra 1:

n = 64, media = -0.00778583, d.t. = 0.0621149

Desviación típica de la media = 0.00776436

Intervalo de confianza 95% para la media: -0.0233017 a 0.00772999

Muestra 2:

n = 64, media = -0.0158492, d.t. = 0.0477292

Desviación típica de la media = 0.00596615

Intervalo de confianza 95% para la media: -0.0277716 a -0.00392679

Estadístico de contraste: $t(126) = (-0.00778583 - -0.0158492)/0.00979184 = 0.823477$

Valor p a dos colas = 0.4118

(a una cola = 0.2059)

resultado gretl para atell 2024-05-01 12:15 página 1 de 1

Hipótesis nula: [Las varianzas poblacionales son iguales]

Muestra 1:

n = 64, varianza = 0.00385826

Muestra 2:

n = 64, varianza = 0.00227808

Estadístico de contraste: $F(63, 63) = 1.69365$

Valor p a dos colas = 0.03837

(a una cola = 0.01918)

resultado gretl para atell 2024-05-01 12:14 página 1 de 1

corr(SPAIN, ROW) = 0.78028395

Bajo la hipótesis nula de no correlación:

$t(62) = 9.82365$, con valor p a dos colas 0.0000

Nota: Elaboración propia a través de los resultados obtenidos en Matlab.

A.3. Script de Matlab

```
%% Title: Input-Output y SDA.

%% Description
% El código comienza leyendo los datos de FIGARO de 2019 y 2020 agregados
% en formato Excel.

% Tras la lectura, se comprueba que la suma de filas y columnas de x sea
% equivalente a través de un chequeo.

% En la siguiente sección, se realiza el cálculo de A a través de x.

% Posteriormente, se calculará la matriz inversa de Leontief, con la que
% trabajaremos para obtener los coeficientes backward y forward.

% En el apartado de SDA, calcularemos las variaciones necesarias para poder
% realizar el análisis de descomposición, tras realizar los chequeos
% correspondientes. También hallaremos el efecto atribuible a la
% tecnología y la parte de la demanda final.

% Finalmente, exportaremos los resultados a una hoja de cálculo.

%% Section 1: Read data

% Subíndices 0 y 1 hacen referencia al año 2019 y al año 2020
% respectivamente
Z_0 = readmatrix("FIGARO_2019_agg.xlsx", "Sheet", "Z_AGG_2019", "Range", "C4");
Y_0 = readmatrix("FIGARO_2019_agg.xlsx", "Sheet", "Y_AGG_2019", "Range", "C4");
V_0 = readmatrix("FIGARO_2019_agg.xlsx", "Sheet", "V_AGG_2019", "Range", "C2");

Z_1 = readmatrix("FIGARO_2020_agg.xlsx", "Sheet", "Z_AGG_2020", "Range", "C4");
Y_1 = readmatrix("FIGARO_2020_agg.xlsx", "Sheet", "Y_AGG_2020", "Range", "C4");
V_1 = readmatrix("FIGARO_2020_agg.xlsx", "Sheet", "V_AGG_2020", "Range", "C2");

%% Section 2: Checking totals

% Se programa un chequeo que compruebe que la suma por filas y la suma
% por columnas coincide.

% x_row = % suma de los elementos de Z en i más valor añadido

% comenzamos con el periodo 0

x_row_0 = sum(Z_0,1)' + sum(V_0, 2);
x_row_1 = sum(Z_1,1)' + sum(V_1, 2);

% x_col = % suma de los elementos de Z en j más suma de Y también en j.

% en el periodo 0

x_col_0 = (sum(Z_0,2) + sum(Y_0,2));

% en el periodo 1

x_col_1 = sum(Z_1,2) + sum(Y_1,2);

% Se comprueba que los elementos x_row y x_col son iguales uno a uno.
% puede haber pequeñas diferencias (decimales) que son perfectamente
% asumibles.

check_0 = sum(round(abs(x_row_0 - x_col_0),3));
check_1 = sum(round(abs(x_row_1 - x_col_1),3));
```

```

% La compilación se detiene si los elementos x_row y x_col no coinciden, ya
% sea en el periodo 0, en el periodo 1, o ambos.

if check_0 ~= 0 || check_1 ~= 0
    error('El resultado no es el esperado. Deteniendo la compilación.');
```

end

```

%% Section 3: Amendments

% No es necesario usar _row o _col para diferenciarlo, por lo que,
% llamaremos simplemente 'x' al
% vector. x = x_col.

x_0 = x_col_0;
x_1 = x_col_1;

% Sustituimos 0 en los vectores por el valor más cercano a 0, que es "eps".

indices = find(x_0 == 0);
x_0(indices) = 0.0001;

indices = find(x_1 == 0);
x_1(indices) = 0.0001;

% Cálculo de la matriz A en el periodo 0

A_0 = Z_0 / diag(x_0);

% y en el periodo 1

A_1 = Z_1 / diag(x_1);

%% Section 4: Preliminar calcs

% Calcular la inversa de Leontief L en periodo 0

L_0 = inv(eye(size(A_0, 1)) - A_0);

% y en periodo 1

L_1 = inv(eye(size(A_1, 1)) - A_1);

% Hallaremos los coeficientes de arrastre, b_j (backward), que se calculan
% como la suma de las columnas de L

bj_0 = sum(L_0,2);
bj_1 = sum(L_1,2);

% Hallamos la diferencia entre periodos para ver el cambio del coeficiente

delta_bj = bj_1 - bj_0;

% Hallaremos los coeficientes de impulso, f_i (forward), que se calcula
% como la suma de las filas de L

fi_0 = sum(L_0,1);
fi_1 = sum(L_1,1);

% Hallamos la diferencia entre periodos para ver el cambio del coeficiente

delta_fi = fi_1 - fi_0;
```

```
%% Section 5: SDA

% Ya tenemos calculados L_0 y L_1 en Section 4.
% Debemos calcular y_0, y_1 para hacer el SDA. Lo podemos recuperar de
% cuando calculamos x_0, x_1.

y_0 = sum(Y_0,2);
y_1 = sum(Y_1,2);

% Realización de un chequeo para ver si coincide con x
% recordemos que x_0 = L^0 * y^0 , x_1 = L^1 * y^1

check2_0 = sum(round((L_0 * y_0) - x_0));
check2_1 = sum(round((L_1 * y_1) - x_1));

% Se procede a calcular las deltas como la diferencia entre el
% periodo 0 y el 1.

delta_x = x_1 - x_0;
delta_L = L_1 - L_0;
delta_y = y_1 - y_0;

% Realizando la agregación de ecuaciones (10) y (11) llegamos a (12)
% tenemos presente el efecto atribuible a la tecnología (efecto T) y la
% parte de la demanda final (efecto Y)

efecto_T = delta_L * (y_0 + y_1);
efecto_Y = (L_0 + L_1) * delta_y;

% Con estos dos efectos podemos hallar delta_x en la ecuación (12)

delta_x_11 = efecto_T/2 + efecto_Y/2;

%% Section 6: Exporting results

writematrix(delta_x_11,"Resultados.xlsx","Sheet","delta_x_11","Range","C4");
writematrix(efecto_T,"Resultados.xlsx","Sheet","efecto_T","Range","C4");
writematrix(efecto_Y,"Resultados.xlsx","Sheet","efecto_Y","Range","C4");
writematrix(x_0,"Resultados.xlsx","Sheet","x_0","Range","C4");
writematrix(x_1,"Resultados.xlsx","Sheet","x_1","Range","C4");
```