

Trabajo Fin de Grado

Modelo multirregional input-output para la
economía mundial. Escenarios de impacto de la
COVID-19 en la producción mundial.
Multiregional input-output model for the world
economy. Analysis of scenarios of COVID-19's
impact on world production.

Autor

Santiago Conde Lara

Directora

Rosa Duarte Pac

Facultad de Economía y Empresa
2020

RESUMEN

El modelo económico input-output constituye una herramienta de análisis descriptivo y predictivo muy valiosa de un sistema económico, permitiendo estudiar las relaciones intersectoriales directas e indirectas entre los agentes que lo componen. En el presente TFG se aplica el modelo expuesto a un contexto multirregional. La *World Input-Output Database* proporciona información en términos de exportaciones-importaciones a fecha de 2016 de un grupo de 44 países, que representan la economía mundial. Sobre la información facilitada, se procede a analizar la Tabla Input-Output, calcular la Inversa de Leontief, clasificando los países según su capacidad de impulso y/o arrastre de la economía, analizar el valor añadido directo e incorporado de los países y estudiar los efectos que un *shock* en la demanda puede generar en la producción mundial. En este sentido, la COVID-19 y las medidas de confinamiento constituyen una interrupción definida en la actividad comercial, de forma que se utiliza este *shock* de demanda como eje sobre el que proyectar diversos escenarios en el panorama internacional.

Palabras clave: Tablas Input-Output, Wasilly Leontief, *World Input-Output Database*, Inversa de Leontief, Arrastre, Impulso, Valor Añadido Directo, Valor Añadido Incorporado, *Shock* de Demanda, COVID-19.

ABSTRACT

The Input-Output model is a value-holding tool to analyze an economy. It allows the study of direct and indirect intersectoral relationships between the participating agents. In the current thesis, we apply the model to a multiregional context international trade relations. The *World Input-Output Database* provides exports-imports information on a group of 44 countries for 2016. Based on the provided information, we analyze the Input-Output table, calculate the Leontief Inverse classifying countries in terms of drag and impulse capabilities, analyze direct and embodied added values and study the effects of a shock in demand on global production. With this in mind, COVID-19 and the adopted confinement measures have interrupted international business and represent the ideal shock in demand for our predictions on variations of global production.

Key words: Input-Output Table, Wasilly Leontief, *World Input-Output Database*, Leontief Inverse, Drag, Impulse, Direct Added Value, Embodied Added Value, Shock in Demand, COVID-19.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	4
2. MODELO INPUT-OUTPUT, METODOLOGÍA Y BASE DE DATOS.....	6
2.1. MODELO INPUT-OUTPUT.....	6
2.2. METODOLOGÍA Y BASE DE DATOS.	12
3. ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LA TIO.....	13
4. ANÁLISIS DE LA INVERSA DE LEONTIEF.....	14
5. ANÁLISIS DEL VALOR AÑADIDO DIRECTO E INCORPORADO.	17
6. ANÁLISIS DE UN <i>SHOCK</i> DE DEMANDA.	19
6.1. Escenario 1. Shock de demanda en el G7.....	20
6.2. Escenario 2. <i>Shock</i> de demanda en los países europeos.	24
6.3. Escenario 3. <i>Shock</i> de demanda en Estados Unidos.....	28
6.4. Escenario 4. <i>Shock</i> de demanda en China.	30
6.5. Escenario 5. <i>Shock</i> de demanda en los países europeos, EEUU y China.....	34
6.6. Valoraciones generales.	37
7. CONCLUSIONES	38
8. BIBLIOGRAFÍA	40

1. INTRODUCCIÓN

La Academia de las Ciencias de Suecia denominó a Wassily Leontief como “el padre del análisis Input-Output” cuando, en 1973, le concedió el Premio de Ciencias Económicas del Banco de Suecia en memoria de Alfred Nobel -lo que popularmente se conoce como el Premio Nobel de Economía-. El galardón, que supone una de las distinciones más importantes en el campo de las ciencias económicas, fue adjudicado al economista estadounidense por “el desarrollo del método Input-Output y por su aplicación a importantes problemas económicos”, en palabras de la Academia. Es precisamente la aplicabilidad del modelo la que lo constituye como una herramienta de análisis de incalculable valor, utilizada hoy en día por economistas y gobiernos.

El modelo input-output (IO) proporciona una visión simplificada de los sistemas económicos, describiendo las relaciones directas e indirectas de interdependencia en términos de producción de todos los sectores considerados en dicho sistema. El fuerte carácter empírico y la flexibilidad del modelo permiten su aplicación en todos los niveles: una sola economía nacional, un grupo de países e incluso dentro de una empresa. Todo ello me ha llevado a basar mi TFG en el estudio del modelo IO y en la aplicación del mismo a un sistema.

A lo largo de los años, el comercio internacional ha servido para que los países puedan alcanzar niveles adecuados de crecimiento y desarrollo económico y social a través del intercambio comercial, financiero, político y cultural, entre otros. Las relaciones interestatales derivadas del comercio internacional conforman un sistema complejo en el que multitud de factores determinan la tendencia del comercio, fortifican la situación de un grupo de países o debilitan la de otros. En esta línea, la aplicación del modelo IO al panorama internacional del comercio supone una tarea de simplificación, comprensión y descubrimiento de las relaciones comerciales.

Entre los objetivos que me he marcado a la hora de realizar el presente TFG encontramos el de comprender relaciones productivas en un contexto multirregional, identificar los países que forman parte de las distintas cadenas globales de valor, analizando su capacidad de impulso y arrastre en la economía y su incidencia en la producción mundial, descubrir las relaciones y dependencias comerciales existentes, y predecir los efectos que se podrían dar en el comercio internacional derivados de una interrupción en la actividad económica y en los procesos productivos mundiales a raíz de las medidas de confinamiento adoptadas por la COVID-19.

El modelo IO se singulariza como el indicado para realizar el estudio de los objetivos planteados. Asimismo, su flexibilidad permite aplicarlo a una gran cantidad de escenarios. Es un método eficaz para el planeamiento y la predicción a corto y largo plazo, válido tanto para economías participadas en gran medida por el Estado como para las que están dominadas por el sector privado. En los últimos años, el modelo IO se ha aplicado también para calcular los efectos productivos sobre el medio ambiente, permitiendo identificar qué sectores o países son, por ejemplo, responsables de la emisión de gases efecto invernadero.

En este sentido, los modelos input-output extendidos al marco multirregional han sido ampliamente usados en la literatura reciente en el contexto de las llamadas cadenas globales de valor. La globalización de las estructuras productivas ha supuesto en las últimas décadas un claro motor del crecimiento de las economías, a la vez que ha incrementado el riesgo ante eventos internacionales no controlados dada la mayor interdependencia. La evolución de las cadenas globales de valor ha supuesto la fragmentación e internacionalización de la producción, aumentando la importancia de las exportaciones como fuerza generadora de ingresos para las economías nacionales. Paralelamente, este fenómeno ha dado lugar a un alto grado de concentración desde el punto de vista de los proveedores, es decir, la producción se externaliza a un reducido grupo de proveedores (países, empresas o industrias). De acuerdo con lo anterior, la aplicación del modelo IO a la economía mundial expone las relaciones y las dependencias existentes entre los países y nos permite comprobar la concentración de la producción en determinados países o grupos de países¹.

Desde un punto de vista universitario, el estudio del modelo IO complementa la formación teórica recibida y permite analizar de primera mano cómo los conceptos estudiados se trasladan a la realidad económica.

Para finalizar la introducción, expongo a continuación las partes que componen el presente TFG. Inicialmente, estudiamos la explicación teórica del modelo, es decir, la presentación del equilibrio general de la economía, presentando el sistema de ecuaciones sobre las que se asienta y su representación matricial, así como la plasmación empírica del equilibrio general en las llamadas Tablas Input-Output. Seguidamente, se aborda la

¹ Sobre la evolución de las cadenas globales de valor y los efectos en los procesos productivos, entre otros: WIENGARTEN, F., HUMPHREYS, P., GIMENEZ, C., & MCIVOR, R. (2016). Risk, risk management practices, and the success of supply chain integration. *International Journal of Production Economics*, 171, p.p. 361-370; ZI, Y. (2020). Trade costs, global value chains and economic development. *Journal of Economic Geography*, 20(1), p.p. 249-291.

metodología seguida para abordar el estudio de los objetivos planteados. El análisis cuantitativo se descompone en cuatro partes: En primer lugar, se realiza un análisis descriptivo de las principales relaciones entre los países de la TIO multirregional. Seguidamente, calculamos la Inversa de Leontief como representación de la tecnología en sentido amplio (es decir, teniendo en cuenta los sectores y países que intervienen en las cadenas productivas) y clasificamos los países según su capacidad de arrastre y/o impulso de la economía. En tercer lugar, medimos las ligazones y dependencias en términos de valor añadido directo e incorporado, realizando una nueva clasificación de países. Finalmente, realizamos un cálculo predictivo de cuatro escenarios, en los que proyectamos un *shock* en la demanda final de un país o grupo de países y analizamos qué países se han visto más afectados y cuáles menos, todo ello en términos de producción.

2. MODELO INPUT-OUTPUT, METODOLOGÍA Y BASE DE DATOS.

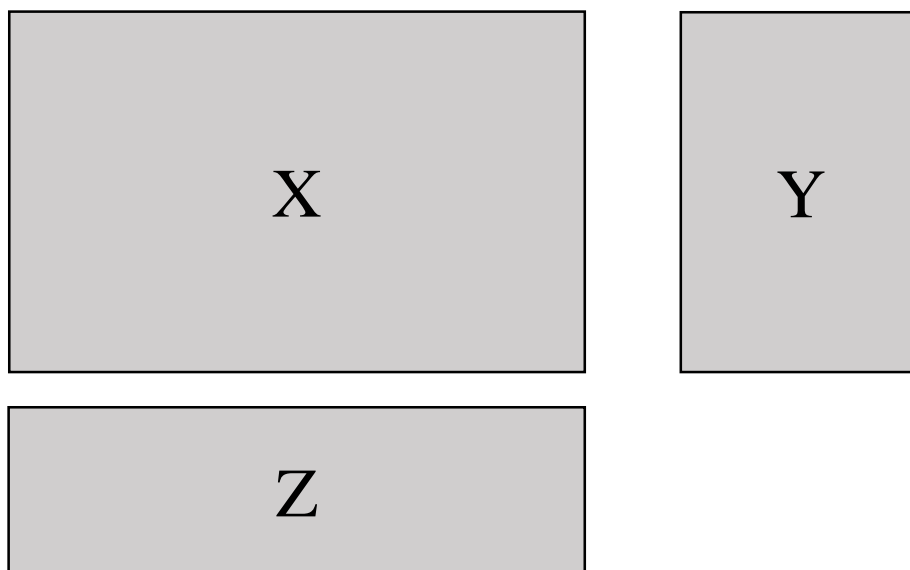
En primer lugar, vamos a explorar el funcionamiento y las bases del modelo de análisis utilizado en el presente TFG: el análisis económico input-output. El padre del sistema input-output fue Wassily Leontief, quien describía su modelo de la siguiente forma: “describe el flujo de bienes y servicios entre los distintos sectores de la economía nacional durante un período fijado de tiempo”². Las posteriores contribuciones al modelo de la mano de economistas como Theil, Stone o Klein permitieron superar las críticas que señalaban lo estático del modelo y lo dotaron de dinamismo, sirviendo como una herramienta fiable de proyección y simulación. Pues bien, el análisis input-output nos permite, a través de las tablas input-output, en adelante “TIO”, cuantificar las interrelaciones e interdependencias de los sectores de un sistema económico complejo, que puede englobar una región, un país o incluso el mundo entero.

2.1. MODELO INPUT-OUTPUT.

Las TIO constituyen un pilar básico de la contabilidad nacional y recogen de forma desagregada los flujos de bienes y servicios entre los sectores de la economía y por ramas de actividad. Una TIO se compone de tres matrices de valores: la matriz de compras y ventas intermedias (X), la matriz de demanda final (Y) y la matriz de inputs primarios(Z). Lo vemos:

² LEONTIEF, W., (1975), *Input-Output Analysis*, Enciclopedia Internacional de las Ciencias Sociales, Aguilar, p.70.

Gráfico 1. Matrices de una tabla input-output.



Fuente: elaboración propia.

A efectos positivos, consideremos, en primer lugar, una economía con n sectores. La matriz de transacciones intermedias “X” ($n \times n$) detalla, por filas, las ventas que cada sector o rama realiza a los demás y a sí mismo (intraconsumos) y, por columnas, las compras que hace cada sector a los demás y a sí mismo (intraconsumos).

La matriz de demanda final “Y” ($n \times m$) muestra las transacciones de las “ n ” ramas de actividad con las “ m ” componentes de la demanda final, que son el consumo (privado y público), la formación bruta de capital y las exportaciones e importaciones.

Finalmente, la matriz de inputs primarios “Z” ($p \times n$) muestra las compras de los sectores de actividad a los factores productivos primarios, que son los sueldos y salarios, cargas sociales de las empresas, excedente neto de explotación y el consumo de capital fijo³.

El estudio de la información contenida en estas matrices nos proporciona información descriptiva en $t = 0$, es decir, indica cuáles son las relaciones absolutas interseccionales y entre los sectores y la demanda final o los inputs primarios. Existen dos perspectivas desde las que analizar las TIO:

³ Un análisis más detallado del funcionamiento y los componentes del modelo input-output puede consultarse, entre otros, en TARANCÓN, M., (2003), *Técnicas de análisis económico input-output*, Editorial Club Universitario, Alicante.

- Perspectiva de mercado: obtiene la producción total (output total) para cada sector i , como suma de la demanda intermedia y la demanda final de ese sector i . Vemos la ecuación resultante:

$$W_i = X_i + Y$$

De forma desagregada, para cada sector:

$$w_1 = x_{11} + x_{12} + x_{13} + \dots + x_{1j} + y_1$$

... ..

$$w_i = x_{i1} + x_{i2} + x_{i3} + \dots + x_{ij} + y_i$$

con $i, j = (1, 2, \dots, n)$

- Perspectiva de la tecnología de producción: consiste en la producción total de cada sector j (input total) como resultado de añadir todas las compras que hace un sector j a los demás y a sí mismo, a las que hace a los factores productivos primarios. Vemos la ecuación resultante:

$$W_j = X_j + Z$$

De forma desagregada, para cada sector:

$$w_1 = x_{11} + x_{21} + x_{31} + \dots + x_{i1} + z_1$$

... ..

$$w_j = x_{1j} + x_{2j} + x_{3j} + \dots + x_{ij} + z_j$$

con $i, j = (1, 2, \dots, n)$

Adicionalmente, las matrices contenidas en las TIO admiten cálculos que enriquecen el análisis de los datos, aportando nuevas técnicas como la Inversa de Leontief.

En primer lugar, se ha de definir la matriz “A”, esta es la matriz de coeficientes técnicos directos y refleja la estructura productiva del sistema económico. La matriz recoge los coeficientes técnicos directos, en adelante “ a_{ij} ”, resultado de dividir cada elemento de la matriz de transacciones intermedias para la producción efectiva de cada sector:

$$a_{ij} = \frac{x_{ij}}{w_j}$$

con $i, j = (1, 2, \dots, n)$

La matriz A queda de la siguiente manera:

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1j} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2j} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{i1} & a_{i2} & \dots & a_{ij} \end{pmatrix}$$

con $i, j = (1, 2, \dots, n)$

“A” recoge la tecnología de producción del sistema sometido a análisis. Interpretada por columnas, la columna j –iésima nos indica la función de producción de j , en el sentido de que recoge la cantidad de cada factor necesaria para producir una unidad de producto del sector j .

Seguidamente, obtenemos la inversa de Leontief a través del siguiente proceso de operaciones matriciales:

$$W_j = AW_j + Y \quad (1)$$

$$W_j - AW_j = Y \quad (2)$$

$$W_j = (I - A)^{-1} * Y \quad (3)$$

La matriz Inversa de Leontief, también conocida como matriz tecnológica, es $(I - A)^{-1}$ y cuantifica los requerimientos directos e indirectos necesarios para satisfacer un incremento unitario en la demanda final de cada sector. En este sentido, la Inversa de Leontief recoge toda la cantidad de inputs que se emplean en cada uno de los sectores del sistema económico por unidad de producción y en cada etapa productiva. Lo comprobamos en su desarrollo:

$$W_j = (I - A)^{-1} * Y = (I + A + A^2 + A^3 + \dots + A^n) * Y \quad (4)$$

$$W_j = Y + AY + A^2Y + A^3Y + \dots + A^nY \quad (5)$$

De manera que, si A recoge el uso de inputs de todos los sectores por unidad de producción, A^2 expresa los inputs que se necesitan para producir los inputs que van en una unidad de producción, y así, sucesivamente.

Además, la Inversa de Leontief nos proporciona información de gran valor en cuanto a los sectores del sistema que estudiamos, pues podemos clasificarlos según arrastren o impulsen a los demás. Esta clasificación se construye a través de los indicadores *forward* y *backward*. Los indicadores *forward* resultan de sumar los

elementos de la Inversa de Leontief por filas y los *backward* por columnas. La interpretación que hacemos de los indicadores es la siguiente:

- El indicador *forward* o de impulso nos indica cuánto varía la producción de un sector específico ante una variación unitaria de todos los demás sectores. En otras palabras, nos indica cuánto venderá de más o menos a los demás sectores, debido a una variación en la demanda de estos últimos. Muestra, por tanto, la dependencia que toda la economía tiene de cada sector individual, o, en otras palabras, la capacidad de difusión de los sectores a través de sus relaciones directas e indirectas.
- El indicador *backward* o de arrastre determina cuánto varía la producción total de la economía ante una variación unitaria de un sector específico, es decir, nos mide el cambio en la cantidad que demanda de los demás sectores ante una variación unitaria en la demanda del sector en cuestión. En este sentido, el indicador de *backward* muestra la capacidad de cada sector para movilizar los recursos de toda la economía cuando éste modifica su demanda final.

En base a estos indicadores podemos establecer una clasificación sectorial atendiendo al valor de los mismos en relación al promedio sectorial. En consecuencia, un sector cuyos *backward* y *forward* superen el promedio será un sector clave en la economía, pues tiene capacidad de arrastre y de impulso. Si sólo un indicador supera el promedio, será un sector de arrastre o de impulso (en función de si el indicador de valor alto es el *forward* o el *backward*). Finalmente, un sector cuyos indicadores se encuentren por debajo del promedio será un sector irrelevante, con escasa influencia en el sistema estudiado.

Adicionalmente, en base a la (3) podemos relacionar las variaciones en la demanda -los shocks de demanda- con las variaciones que se producirán en la producción total, a través de las cadenas productivas. Concretamente:

$$\Delta W_j = (I - A)^{-1} * \Delta Y \quad (6)$$

Con: ΔW_j : incremento en la producción total.

$(I - A)^{-1}$: situación productiva representada por la Inversa de Leontief.

ΔY : shock en la demanda final.

Con el fin de entender mejor los mecanismos intersectoriales que vinculan las modificaciones en la demanda de los sectores con las respuestas productivas a través de

toda la economía, estudiaremos la producción verticalmente integrada, es decir, la producción incorporada por cada sector en las distintas etapas productivas hasta la obtención de las demandas finales. Analíticamente, post-multiplicando la inversa de Leontief por el vector que agrupa las demandas finales diagonalizado, obtenemos

$$\Omega = (I - A)^{-1} \hat{y} \quad (7)$$

De esta forma, la matriz resultante expresa, por filas, los valores de la producción efectiva de cada sector (cuánto produce para sí y para los demás), es decir, $W = \Omega i$ (siendo i un vector de unos de dimensión apropiada) y, por columnas, la producción verticalmente integrada, producción “*embodied*”, que indica qué cantidad de la producción total está ligada, directa o indirectamente, a la demanda final de ese sector $\tilde{W} = i' \Omega$. Puede comprobarse que $i' W = \tilde{W} i$, es decir, la producción directa y la producción *embodied* son dos visiones de la misma realidad, el origen de la producción y la asignación de la misma a las demandas finales de los sectores. Puede verse también que la matriz Ω se obtiene ponderando la inversa de Leontief por las demandas finales, por lo que en base a ella podemos también analizar la capacidad de arrastre e impulso de los sectores. Todo ello, nos permite realizar una nueva clasificación de los sectores en función de si su producción efectiva y/o producción incorporada están por encima del promedio, de manera que se pueden identificar sectores claves, sectores de suministro u origen (si su producción está por encima de la media y es superior a su producción incorporada, estamos ante un sector que produce más para los demás sectores de lo que consume de ellos) y sectores finalistas o de destino (si la producción incorporada del sector supera la media y está por encima de la producción efectiva, estamos ante un sector cuyo consumo de los demás sectores es superior de lo que ese sector produce y vende). Asimismo, es posible introducir multiplicadores a la ecuación (3) con el objetivo de medir variables distintas a la producción, como por ejemplo el valor añadido. La nueva expresión queda de la siguiente manera:

$$VA = \widehat{va} * (I - A)^{-1} * \hat{y} \quad (8)$$

La matriz resultante expresa la distribución de los sectores en función del valor añadido directo y del valor añadido incorporado. De manera que, por filas, tendremos el valor añadido que produce cada sector en el sistema y, por columnas, el valor añadido incorporado, entendido como la parte del valor añadido total que hay incorporado en la demanda de un sector determinado. Todo ello nos permite, de nuevo, realizar una

clasificación de los sectores, en función de si sus valores añadidos directos e incorporados superan o no el promedio, obteniendo sectores claves, de impulso, de arrastre e irrelevantes.

Finalmente, todo el análisis planteado hasta el momento puede trasladarse a un marco multirregional (MRIO), es decir, a una economía con m países y n sectores, siendo válidos los indicadores anteriores, que ahora informarán sobre la capacidad de los sectores y países para movilizar producción a lo largo de las cadenas productivas globales (*upstream relationships*) así como para incorporar su producción de forma directa e indirecta en la producción de los demás sectores y países (*downstream relationships*). Referencias fundamentales para este marco multirregional son Isard (1951)⁴ o Miller y Blair (2009)⁵. Desde el punto de vista empírico puede verse Lenzen (2012), entre otros⁶.

2.2. METODOLOGÍA Y BASE DE DATOS.

La base de datos utilizada en el marco del presente TFG es World Input-Output Database (WIOD)⁷. WIOD forma parte de un proyecto europeo que tiene entre sus objetivos el intercambio de información y el desarrollo de bases de datos que permitan estudiar fenómenos como el aumento de la integración económica mundial y las interrelaciones entre países e industrias. En este sentido, hemos utilizado las tablas TIO mundiales correspondientes al año 2014 publicadas por WIOD en 2016. Para este trabajo hemos considerado un nivel de agregación por países. La tabla TIO recoge las transacciones intermedias, demanda final y consumos de inputs primarios de un grupo de 44 países que componen la economía mundial. En cuanto a la unidad monetaria, los datos originales están expresados en dólares EEUU y se han transformado a euros usando la tasa de cambio correspondiente al año 2014 (1,3285 dólares por euro).

Una vez expuesto el modelo input-output y la metodología de las principales técnicas de análisis, realizamos un estudio en los siguientes epígrafes de las TIO de la economía mundial para un grupo de 44 países, en el que aplicamos las técnicas de análisis

⁴ ISARD, W., (1951) "Interregional and Regional Input-Output Analysis: A Model of a Space-Economy", *The Review of Economics and Statistics*, 33(4), p.p. 318-328.

⁵ MILLER, R.; BLAIR, P., (2009) *Input-Output Analysis. Foundations and Extensions*. 2nd edition, Cambridge University Press, Cambridge.

⁶ LENZEN, M.; KEIICHIRO, K.; MORAN, D.; GESCHKE, A., (2012) "Mapping the structure of the world economy", *Environmental Science & Technology* 46(15), p.p. 8374-8381.

⁷ TIMMER, M. P., DIETZENBACHER, E., LOS, B., STEHRER, R., DE VRIES, G. J. (2015), "An Illustrated User Guide to the World Input-Output Database: The Case of Global Automotive Production", *Review of International Economics*, 23, p.p. 575-605. Disponible en: <http://www.wiod.org/database/wiots16> (fecha de última consulta: 23/4/2020).

explicadas en el presente epígrafe. Además, prestamos especial atención a la incidencia de España en el plano del comercio internacional.

3. ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LA TIO

La tabla utilizada, que se adjunta en los anexos, recoge las transacciones entre un grupo de 44 países y está elaborada gracias a la información que publica la World Input-Output Database (WIOD, 2016 Release) siendo 2014 el último periodo disponible. De la observación de dicha tabla podemos realizar un análisis inicial que nos permite identificar qué países interactúan entre sí en términos absolutos.

Fijándonos inicialmente en el caso español, identificaremos qué países son los principales destinos y orígenes comerciales de España, atendiendo al volumen de exportaciones e importaciones. En lo que a exportaciones se refiere, es decir, qué países son los que compran bienes y servicios españoles, destacan en términos absolutos Alemania, Francia y Portugal. Por otra parte, los principales países de los que España importa productos son Italia y, de nuevo, Alemania y Francia.

Parece claro que la mayor actividad comercial entre estos países está presidida por la cercanía territorial, que facilita el intercambio y disminuye los costes de transporte, y por compartir similares sistemas de valores, lo que propicia la negociación y la actividad empresarial. Lo vemos en una tabla simplificada en la que incorporamos los datos extraídos de la tabla global 44x44 correspondientes a las relaciones comerciales entre estas naciones:

Tabla 1. Valor de las transacciones de inputs intermedios entre España, Alemania, Francia, Italia y Portugal en 2014 (miles de millones de euros).

	ESPAÑA	FRANCIA	ALEMANIA	PORTUGAL	ITALIA
ESPAÑA	764,03	21,52	12,97	10,15	9,44
FRANCIA	25,7	1409	41,53	2,73	22,12
ALEMANIA	21,27	60,01	1971	4,07	41
PORTUGAL	6	3,18	2,5	111	1,1
ITALIA	12,14	30,9	34,32	1,63	1303

Fuente: elaboración propia en base a WIOD.

Un primer hecho a destacar es, para todos los países, la importancia del componente doméstico, es decir, la parte de la producción que se genera dentro del país. Además, como podemos comprobar, la lectura en horizontal, por filas, nos expone el

destino de las exportaciones españolas a estos países, siendo Francia el principal, seguido por Alemania, Portugal e Italia, en ese orden. Por otro lado, la lectura en vertical, por columnas, nos muestra el origen de las importaciones españolas, siendo de nuevo Francia el principal socio de España, seguido por Alemania, Italia y Portugal.

Dada la relevancia en el mercado mundial de China y Estados Unidos, y su capacidad para concentrar partes importantes de la producción mundial, puede resultar interesante comprobar las relaciones comerciales entre ambos países. Lo vemos:

Tabla 2. Valor de las transacciones de inputs intermedios entre China y Estados Unidos en 2014 (miles de millones de euros).

	EEUU	CHINA
EEUU	9.156,27	50,02
CHINA	98,03	15.033

Fuente: elaboración propia en base a WIOD.

De la observación de la tabla comprobamos que el valor de los inputs intermedios exportados por Estados Unidos a China, fue de 50.020 millones de euros de 2014, mientras que la cantidad exportada por China a Estados Unidos fue de 98.038 millones de euros. Podríamos decir que la dependencia comercial estadounidense con respecto a China es mayor que viceversa, pues la cantidad de productos chinos importados por el país estadounidense es superior a la cantidad de productos norteamericanos importados por China.

Una vez realizada esta primera interpretación de la tabla TIO, pasamos en el siguiente subepígrafe al cálculo y análisis de la matriz de coeficientes técnicos y de la inversa de Leontief, con el objetivo de examinar cuál es la incidencia de los países en el comercio internacional.

4. ANÁLISIS DE LA INVERSA DE LEONTIEF

Nos remitimos a la explicación teórica (vid. supra p.p. 8-10) sobre el cálculo de la matriz de coeficientes técnicos directos, A, y de la Inversa de Leontief.

Situados en el marco multirregional, una vez calculada la matriz inversa de Leontief, podemos determinar qué países son aquellos que impulsan o aquellos que arrastran a la economía mundial. Lo haremos aplicando los conceptos del *backward linkage* (suma de todos los elementos de la Inversa de Leontief por columnas) y del *forward linkage* (suma de los elementos por filas) analizados en el epígrafe 2.

De acuerdo con la interpretación de los indicadores, la clasificación de los países según su capacidad de arrastrar o impulsar nos permite establecer 4 categorías de países:

1. Países claves: aquellos cuyos *forward* y *backward linkages* están por encima del promedio mundial. Muestran, por tanto, una elevada capacidad para movilizar la producción mundial para atender su demanda final, a la vez que suministran inputs a un elevado número de países y/o sectores.
2. Países de arrastre: aquellos cuyos *backwards* están por encima del promedio mundial, destacando por tanto su capacidad de arrastre (capacidad del país determinado de movilizar la producción mundial para atender la variación en la demanda final de este país).
3. Países de impulso: aquellos cuyos *forwards* están por encima del promedio mundial, destacando por tanto su capacidad de impulso, (capacidad de suministro de inputs del país determinado a un elevado número de países y/o sectores conforme varía la demanda de los últimos).
4. Países no relevantes: son países que no tienen gran capacidad para impulsar o arrastrar la economía mundial.

La clasificación queda de la siguiente forma:

1. Países clave: China, Corea del Sur y Polonia.
2. Países de arrastre: Bélgica, Bulgaria, República Checa, Estonia, Hungría, República de Irlanda, Luxemburgo, Letonia, Malta, Rumanía, Eslovaquia, Eslovenia y Taiwán.
3. Países de impulso: Alemania, Francia, Reino Unido, Italia, Países Bajos, Japón, Rusia, Estados Unidos.
4. Países no relevantes: Austria, Chipre, Dinamarca, España, Finlandia, Grecia, Croacia, Lituania, Portugal, Suecia, Australia, Brasil, Canadá, Suiza, Indonesia, India, México, Noruega y Turquía.

Las conclusiones que podemos extraer de indicadores unitarios (por unidad de demanda final) de este análisis es que hay 3 países que son capaces de impulsar y de arrastrar a la economía mundial al mismo tiempo, siendo China el más importante, seguido por Corea del Sur y Polonia. China tiene un *forward* relativo de 1,4 y un *backward* relativo de 2,19. En términos absolutos su *forward* es de 2,95 y su *backward* de 4,58, lo que quiere decir que, ante un aumento unitario de la demanda final china, la

economía mundial producirá 4,58 más y ante un aumento unitario de la demanda de los otros países, China producirá 2,95. En cuanto a la capacidad de impulso, debemos destacar a los países de la Europa Occidental, como Alemania o Francia, entre otros, que, junto con Estados Unidos, tienen un gran peso en la exportación de bienes y servicios, ya que su capacidad de impulso es muy alta. En este sentido, ante un crecimiento de la demanda mundial, estos son los países que se encargan de cubrir ese crecimiento, aumentando su producción y exportando sus productos. Dentro de todos los países incluidos en esta categoría, Alemania⁸ es el que más capacidad de impulso tiene, seguida por Estados Unidos⁹ y Reino Unido¹⁰. En cuanto a los países que se encargan de arrastrar la economía, es decir, que, ante un crecimiento de su demanda, la producción mundial aumenta, debemos fijarnos en Europa del Este. Sin embargo, no son los países situados en esta zona (aunque sí son la mayoría dentro de la categoría) los que más capacidad de arrastre tienen, pues primero encontramos a Luxemburgo¹¹, seguido por Malta¹² y República Checa¹³.

Hemos venido analizando la participación española en el plano internacional, así que nos detenemos en los indicadores *forward* y *backward* de España. Como hemos visto, España cae dentro de la categoría de los países no relevantes, pues ninguno de sus indicadores *forward* y *backward* están por encima del promedio mundial. Cabe resaltar que la capacidad de impulso española es ligeramente mayor que la de arrastre, pues el valor de *forward* es 2,067 y el de su *backward* 1,99. Esto quiere decir que, ante un incremento de mil millones de euros de la demanda mundial, España producirá 2,067 miles de millones para satisfacer esta demanda adicional y ante un incremento unitario de la demanda española, la producción mundial crecerá en 1,99 miles de millones de euros. Por otra parte, también resulta interesante analizar la situación española dentro de la Unión Europea. Para ello, consideramos exclusivamente los valores *forward* y *backward* de los países miembro de la UE y calculamos nuevos promedios. En este caso, el *forward* promedio de los países de la UE es 1,85 y el *backward* promedio 2,09. Desde una perspectiva comparada, España deja de ser un país irrelevante en el plano europeo, pues su indicador *forward* está por encima del promedio de los países de la UE,

⁸ Su *forward* absoluto es de 3,83 y su *forward* relativo de 1,83

⁹ Su *forward* absoluto es de 3,37 y su *forward* relativo de 1,61.

¹⁰ Su *forward* absoluto es de 2,72 y su *forward* relativo de 1,3.

¹¹ Su *backward* absoluto 2,59 es de y su *backward* relativo de 1,24.

¹² Su *backward* absoluto es de 2,52 y su *backward* relativo de 1,21.

¹³ Su *backward* absoluto es de 2,36 y su *backward* relativo de 1,13.

posicionándose de esta manera como un país de impulso. En este nuevo escenario, una variación unitaria en la demanda de los demás países, genera una variación en la producción española superior a la media europea, por lo que cabría calificar a España como un país de suministro, que satisface la demanda de los demás países con su producción.

Una vez estudiada la matriz A y la matriz Inversa de Leontief, identificando y clasificando los 44 países objeto del presente estudio según su capacidad de arrastre y/o impulso de la economía mundial, pasamos en el siguiente epígrafe a analizar la situación incorporando la demanda final y el valor añadido.

5. ANÁLISIS DEL VALOR AÑADIDO DIRECTO E INCORPORADO.

El siguiente paso en nuestro análisis es el estudio de la distribución según valores añadidos directos e incorporados para el grupo de 44 países. Recordemos que la matriz que recoge dicha información proviene de la siguiente operación:

$$VA = \hat{v}\hat{a} * (I - A)^{-1} * \hat{y} \quad (8)$$

Donde “ $\hat{v}\hat{a}$ ” es la matriz diagonalizada de los valores añadidos de cada uno de los 44 países e “ \hat{y} ” la matriz diagonalizada de la demanda final de los correspondientes países. Todo ello con datos de 2014.

La interpretación por filas nos indica para cada país el destino del valor añadido, es decir, en qué sectores y países cristaliza la producción y la renta de dicho país. De forma que, si los países destino de las exportaciones tuvieran problemas y su demanda cayese, la producción y renta del país de origen caería.

Por otra parte, la lectura de la tabla por columnas nos expone el valor añadido *embodied*, es decir, la renta mundial que hay incorporada en la demanda de un país determinado. En conclusión, la distribución del valor añadido incorporado nos indica qué países son los que se verían perjudicados ante una disminución de la demanda final del país de referencia.

La comparación de los valores de valor añadido directo e incorporado para un país nos determina si ese país incorpora más renta en sus exportaciones que la renta mundial que incluyen sus importaciones o viceversa. De esta forma, nos aporta una medida de las dependencias comerciales entre economías, y sus impactos sobre la renta.

Sobre la base de la información suministrada por la WIOD, el valor añadido mundial fue de 55.556,580 miles de millones de euros en 2014. La distribución de valores añadidos directos y valores incorporados posiciona a 5 países como los principales en lo referido a estos indicadores: Estados Unidos, China, Japón, Alemania y Reino Unido. Lo vemos en la siguiente tabla:

Tabla 3. Distribución de valores añadidos directos e incorporados de los 5 países principales en esta categoría (miles de millones de euros).

	VA directo	VA incorporado
Estados Unidos	13.058	13.140
China	7.741	7.853
Japón	3.340	3.429
Alemania	2.623	2.524
Reino Unido	2.006	1.955

Fuente: elaboración propia en base a WIOD.

Podemos observar que los mismos países copan las posiciones más altas en ambos indicadores, significando esto que son los países que más producen y más demandan en el plano internacional. Los tres primeros, Estados Unidos, China y Japón, tienen un valor incorporado superior al directo, lo que quiere decir que una caída en su demanda produciría una mayor caída en la renta de los demás, comparado con los efectos que una caída en la demanda de los demás países generaría en su renta. Así vistas las cosas, los países restantes dependen más de Estados Unidos, China y Japón que estos tres últimos de los demás. La situación alemana y británica es la contraria, sus valores directos son superiores a los incorporados, por lo que la interpretación es diferente. Estos países dependen más de la demanda del resto de países que de ellos mismos, pues los efectos en la producción alemana o británica serían más grandes si la demanda mundial cayera que los efectos en los demás países provocados por una caída en la demanda británica o alemana.

Analizamos la situación española: el valor añadido directo de España es de 948,309 miles de millones de euros y el incorporado de 975,682, ambos por debajo de la media mundial¹⁴. Comprobamos que el valor añadido incorporado es ligeramente superior al directo, por lo que los efectos en las economías mundiales de una caída de la

¹⁴ Su valor añadido directo relativo es de 0,75 y su valor añadido incorporado relativo es de 0,77.

demanda española serían superiores a los efectos en la economía española derivados de una caída de la demanda mundial, es decir, el plano internacional depende un poco más de España que España de los demás países; teniendo siempre en cuenta la poca incidencia comentada inicialmente.

Resulta también interesante comprobar la situación de los países claves según sus indicadores *forward* y *backward* de la matriz Inversa de Leontief en la nueva clasificación. China se encuentra dentro de los países principales en valor añadido directo e incorporado, como ya hemos comentado. Sin embargo, Polonia y Corea del Sur apenas tienen incidencia en este nuevo escenario, pues sus valores añadidos directos e incorporados se encuentran por debajo de la media mundial. El valor añadido incorporado relativo de Polonia es de 0,289, mientras que el directo relativo de 0,288, y el valor añadido incorporado relativo de Corea del Sur es de 0,78, mientras que el directo relativo de 0,76. Como podemos observar, son valores muy similares, por lo que no podemos afirmar que exista una diferencia grande en las relaciones de dependencia, sino que los efectos de una caída en la demanda coreana o polaca provocarían una disminución ligeramente mayor en la demanda mundial que los efectos de una caída en la demanda mundial pudieran provocar en la renta polaca o coreana.

6. ANÁLISIS DE UN *SHOCK* DE DEMANDA.

Una de las características del modelo input-output es su funcionalidad predictiva, de forma que podemos plantear diferentes escenarios y compararlos. Una de las fórmulas de predicción es la que mide la variación en la producción provocada por un cambio en la demanda final, ya expuesta en el epígrafe 2 (vid. supra p.10):

$$\Delta W_j = (I - A)^{-1} * \Delta Y \quad (6)$$

En el presente epígrafe vamos a introducir un *shock* —un cambio exógeno— en la demanda final de un grupo de países, con el objetivo de analizar cuál es el impacto en la producción mundial. De esta manera, podemos analizar varios factores, como por ejemplo qué países se han visto afectados más por el *shock* y cuáles menos, en términos de producción total. Todo ello complementa el análisis de las relaciones comerciales entre países realizado hasta ahora y nos permite ver de primera mano cómo se traslada el análisis de *linkages forward* y *backward* a un supuesto real.

En este sentido, la pandemia mundial provocada por la COVID-19 constituye un claro ejemplo de *shock* de demanda exógeno. Numerosas instituciones¹⁵ prevén una contracción sin precedentes en la economía mundial debido a la paralización de prácticamente todos los sectores de actividad. Sin embargo, resulta complejo cuantificar el impacto directo e indirecto que el confinamiento total internacional va a causar en las economías del mundo. Entre los diferentes esfuerzos predictivos realizados, tomaremos como referencia el de la *Organisation for Economic Co-operation and Development*, en adelante “OECD”. El informe¹⁶ de la OECD cifra en 1/3¹⁷ la reducción en la demanda final provocada por las medidas de confinamiento, admitiendo que el impacto real variará en función de factores como las diferentes medidas de confinamiento adoptadas por los países, pudiendo ser éstas más o menos restrictivas. Los diferentes escenarios sobre los que vamos a proyectar el *shock* de demanda son los siguientes:

1. Shock en el G7 (Canadá, Francia, Italia, Reino Unido, Estados Unidos, Alemania y Japón).
2. Shock en Europa.
3. Shock en Estados Unidos.
4. Shock en China.
5. Shock en China, Estados Unidos y Europa.

6.1. Escenario 1. Shock de demanda en el G7.

En este primer escenario hemos proyectado el *shock* de demanda sobre el grupo de países que constituye el G7, estos son Canadá, Francia, Italia, Reino Unido, Estados Unidos, Alemania y Japón. El propio informe de la OECD también se fija en estos países, pues su peso político, económico y militar tiene gran influencia en el plano internacional. De hecho, el G7 acumula el 58% de toda la riqueza mundial (317 trillones de dólares) y representa el 46% de todo el PIB mundial.

En cuanto a los resultados del análisis, resulta interesante ver cuál es la reducción mundial de la producción cuando la demanda del G7 se reduce en 1/3:

¹⁵ Entre las instituciones que auguran una recesión sin precedentes: CaixaBank Research, CaixaBank, 2020, *Crisis COVID-19: Un shock sin precedentes*; Recuperado de: https://www.caixabankresearch.com/sites/default/files/documents/im04_20_07_economia_mundial_es_0.pdf (Fecha de última consulta: 2/5/2020).

¹⁶ OECD, 2020, *Evaluating the initial impact of COVID-19 containment measures on economic activity*; Recuperado de: https://read.oecd-ilibrary.org/view/?ref=126_126496-evgsi2gmqj&title=Evaluating_the_initial_impact_of_COVID-19_containment_measures_on_economic_activity (Fecha de última consulta: 2/5/2020).

¹⁷ *Ibidem*, p. 5.

Tabla 4. Variación de la producción mundial ante un shock de demanda del 1/3 en el G7 (miles de millones de euros).

t_0 (sin <i>shock</i> de demanda)	t_1 (con <i>shock</i> de demanda)	Variación en términos absolutos	Variación porcentual mundial
121.187,20	104.746,14	-16.441,058	13,57%

Fuente: elaboración propia en base a WIOD.

Como podemos comprobar, la contracción en la demanda de los países del G7 provocada por las medidas de confinamiento generaría una reducción en la producción mundial de 16.441,058 miles de millones de euros. En términos relativos, una caída del 33% en la demanda de estos países generaría una reducción en la producción real mundial del 13,57%. Este dato es revelador, pues refleja la importancia de este grupo de países en el plano internacional, en concreto, nos indica la incidencia de estos países sobre la producción real mundial, es decir, cuantificamos la reducción en la producción de todos los países cuando la demanda se contrae en Canadá, Francia, Italia, Reino Unido, Estados Unidos, Alemania y Japón. En este sentido, los datos expresados en términos relativos son especialmente útiles, pues nos permitirán comparar los resultados de los distintos escenarios, clasificando los grupos de países según el impacto causado en la producción mundial. A continuación, desmenuzamos los resultados obtenidos, identificando qué países reducen más su producción, lo que indicaría una mayor integración e interdependencia de estos con los países del G7 y/o mayor capacidad de impulso según el análisis de la Inversa de Leontief.

En cuanto a la lista de países que se han visto más afectados por el *shock*, debemos hacer una observación que se repetirá en todos los escenarios: los países donde se introduce el shock siempre son los más afectados en términos de producción, dada la importancia que el componente interno tiene en las economías. Sin embargo, lo que nos interesa analizar es qué países de los no afectados originariamente se ven más y menos afectados en función de sus ventas de inputs indirectas y directas, es decir, a través de las cadenas productivas globales. En esta línea, los países más afectados por la reducción de la demanda final de los países de G7 los encontramos la siguiente tabla:

Tabla 5. Lista de países más afectados por el *shock* de demanda en el G7, en términos de producción (miles de millones de euros).

País	X en t_0 (sin <i>shock</i>)	X en t_1 (con <i>shock</i>)	Variación en términos absolutos	Variación porcentual
China	23.895,45	23.647,61	-247,84	1,04%
Holanda	1.257,94	1.177,54	-80,39	6,39%
México	1.603,68	1.551,59	-52,08	3,25%
República de Corea	2.562,18	2.511,15	-51,03	1,99%
Rusia	2.545,03	2.495,62	-49,42	1,94%

Fuente: elaboración propia en base a WIOD.

Para interpretar la información contenida en la tabla, hemos de tener en cuenta la relación entre la reducción en la producción provocada por el *shock* de demanda y los indicadores *forward*. Recordemos que un indicador *forward* cuantifica la sensibilidad de la producción de un país ante un cambio en la demanda final del resto de países. Por lo tanto, aquellos países con indicadores *forward* altos deberían ser aquellos cuya producción se vea reducida mayormente ante un *shock* de demanda como el planteado. Este es el caso de países como China, Holanda, Corea y Rusia, cuyos forwards son los más altos de los países contemplados¹⁸. Sin embargo, la variación en la producción no se ha producido tal y como los indicadores unitarios de *forward* sugieren, puesto que, pese a que Holanda tiene el *forward* más bajo de los cuatro países (2,13), su reducción absoluta ha sido la segunda mayor (80,39 miles de millones de euros) y la primera en términos relativos (6,39%). Por otra parte, el indicador *forward* de Rusia es el segundo mayor (2,63), pero su producción no se ha reducido todo lo esperado (49,42) -por lo menos se ha reducido en menor medida que la de Holanda y Corea, cuyos forwards son menores (2,13 y 2,3 respectivamente)-. Todo ello advierte la existencia de otros factores que influyen en la variación de la producción, fundamentalmente la participación en la demanda mundial. El orden descendente¹⁹ de *forwards* es el siguiente: China, Rusia, Corea y Holanda. Vistas las cosas, lo esperable es que los países que en el análisis de la matriz Inversa de Leontief se posicionan como países clave o de impulso, se vean

¹⁸ Obviamos los países del G7, puesto que sobre ellos se ha practicado el *shock*.

¹⁹ De mayor a menor valor.

mayormente afectados ante un *shock* de demanda. En nuestro caso, sucede de esa manera: Por un lado, China y Corea son países clave y, por otro, Rusia y Holanda son de impulso.

Más sorprendente resulta la situación de México. El país mexicano tiene el cuarto indicador forward más bajo de todos los países contemplados (1,5) y es un país no relevante, en lo referido al análisis de la Inversa de Leontief. Todo ello indicaría que, una variación en la demanda final del resto de países no debería afectar en gran medida a su producción. Sin embargo, comprobamos que su producción se reduce en 52,08 miles de millones de euros ante una reducción de 1/3 en la demanda de los países del G7, por encima de las reducciones coreana y rusa. Dicho de otra forma, los resultados muestran la estrecha integración de la economía mexicana en las cadenas productivas de otros países, fundamentalmente en la de EEUU.

La situación polaca también resulta reseñable, pues la reducción experimentada por el país es de 28,27 miles de millones de euros. Esta reducción es menor de lo que su forward sugiere (2,17, superior al de Holanda), de manera que, una vez más, intuimos que hay factores externos que influyen en la variación de la producción y, en este caso, suavizan la reducción de la producción polaca.

En cuanto a la lista de países que se han visto menos afectados por el *shock* de demanda, en términos de producción, observamos la siguiente tabla:

Tabla 6. Lista de países menos afectados por el *shock* de demanda en el G7, en términos de producción (miles de millones de euros).

País	X en t_0 (sin <i>shock</i>)	X en t_1 (con <i>shock</i>)	Variación en términos absolutos	Variación porcentual
Chipre	29,69	29,26	- 0,44	1,48%
Estonia	41,01	40,12	-0,89	2,17%
Malta	21,77	20,81	-0,95	4,36%
Letonia	48,72	47,76	-0,96	1,97%
Croacia	73,33	71,76	-1,57	2,14%

Fuente: elaboración propia en base a WIOD.

En este sentido, los cinco países menos afectados por el *shock* deberían ser aquellos con indicadores *forward* bajos y que, por tanto, se caractericen por ser países de arrastre o no relevantes en términos del análisis de la Inversa de Leontief. Esto se cumple en nuestro caso, puesto que Letonia, Estonia y Malta son países de arrastre y Chipre y

Croacia no relevantes. Además, estos países se caracterizan por ser generalmente de reducida dimensión y cuyas demandas no tienen mucha incidencia en el escenario internacional. De acuerdo con lo anterior, los países menos afectados no están integrados en las cadenas globales de producción y, por lo tanto, su producción no se ve afectada ante un cambio en la demanda de otros países.

6.2. Escenario 2. *Shock* de demanda en los países europeos.

El siguiente escenario que vamos a proyectar se centra en el viejo continente, Europa, de manera que, manteniendo el impacto de 1/3 sobre la demanda final cuantificado por la OECD, calculamos los efectos en la producción mundial de una reducción en la demanda de los siguientes países: Austria, Bélgica, Bulgaria, Chipre, República Checa, Alemania, Dinamarca, España, Estonia, Finlandia, Francia, Reino Unido, Grecia, Croacia, Hungría, Irlanda, Italia, Lituania, Luxemburgo, Letonia, Malta, Holanda, Polonia, Portugal, Rumanía, Eslovaquia, Eslovenia y Suecia. Ha de advertirse que se incluyen países, que por su localización no podrían identificarse dentro de Europa, como por ejemplo, Chipre, pero que por razones de conexión especial con entidades europeas como la Unión Europea se aconseja englobar dentro del objeto de estudio.

En cuanto a los resultados análisis, nos fijamos en primer lugar en la variación total de la producción mundial cuando la demanda final de los países europeos se reduce en 1/3:

Tabla 7. Variación de la producción mundial ante un shock de demanda del 1/3 en los países europeos (miles de millones de euros).

t_0 (sin <i>shock</i> de demanda)	t_1 (con <i>shock</i> de demanda)	Variación en términos absolutos	Variación porcentual mundial
121.187,20	112.567,24	-8.619,97	7,11%

Fuente: elaboración propia en base a WIOD.

De la observación de la tabla se puede comprobar que la contracción en la demanda final de los países europeos provoca una caída de 8.619,87 miles de millones de euros en la producción mundial.

A continuación, exploramos los países cuya producción se ha visto afectada en mayor medida por el *shock*. Recordemos que nos interesa analizar los países afectados como consecuencia de la reducción de la demanda final de los europeos, puesto estos

últimos son los más afectados por su propia reducción debido al fuerte componente interno de su demanda. En cuanto a los países más afectados, observamos la siguiente tabla:

Tabla 8. Lista de países más afectados por el *shock* de demanda en los países europeos, en términos de producción (miles de millones de euros).

País	X en t_0 (sin <i>shock</i>)	X en t_1 (con <i>shock</i>)	Variación en términos absolutos	Variación porcentual
China	23.895,45	23.758,87	-136,58	0,57%
Estados Unidos	23.312,78	23.185,93	-126,85	0,54%
Rusia	2.545,04	2.487,93	-57,1	2,24%
Suiza	1.052,82	1.015,7	-37,11	3,52%
Noruega	628,59	596,22	-32,36	5,15%

Fuente: elaboración propia en base a WIOD.

De nuevo, el análisis de los cinco países más afectados debe poner en relación la reducción sufrida con el indicador *forward* del país y su clasificación como país clave o de impulso según la Inversa de Leontief. China, cuyo indicador *forward* es el más alto de todos los países considerados en nuestro estudio (4,58), es, de la misma forma que ocurría en el escenario del G7, el país más afectado. Este es uno de los efectos previsibles, pues China es un país clave de acuerdo con el análisis de la matriz Inversa de Leontief y su alto valor de *forward* nos indica que la reducción de la demanda final del resto de países debería afectarle en gran medida al país asiático. Así se ha producido, pues China ha experimentado la mayor reducción de producción directa de todos los países: 136,58 miles de millones de euros. En esta línea, Estados Unidos, que no es un país clave, pero sí de impulso, y como tal, tiene una sensibilidad alta ante un cambio en la demanda final del resto de países, también se ha visto afectado fuertemente por el *shock*. El *forward* del país americano es el segundo más alto de todos los países considerados (3,37) y, en consecuencia, la reducción de su producción ante la contracción de la demanda final de los países europeos es también la segunda mayor, alcanzando un valor de 126,85 miles de millones de euros. Seguidamente, la situación rusa tampoco ha de sorprendernos, pues Rusia es otro país de impulso, cuyo *forward* (2,63) es el tercer más alto de todos los países considerados en nuestro estudio. Como consecuencia, la producción rusa se ha visto reducida en 57,1 miles de millones de euros, siendo la tercera reducción más importante.

Los resultados obtenidos para Suiza y Noruega sí son llamativos, en tanto en cuanto el impacto sufrido por estos países es mayor que lo que el análisis de la Inversa de Leontief sugiere. Tanto Suiza como Noruega son países no relevantes, cuyos indicadores *forward* y *backward* están por debajo del promedio mundial. Esto quiere decir que la reducción en la demanda final de un país o grupo de países no debería afectar en gran medida a la producción suiza y noruega. Sin embargo, la reducción de la producción directa suiza es de 37,11 miles de millones de euros y la de la noruega de 32,36 miles de millones de euros, siendo las cuarta y quinta reducciones más importantes respectivamente experimentadas con el *shock*. Esto resulta más sorprendente cuando comparamos el impacto sufrido por Suiza y Noruega con el impacto sufrido por otros países como Corea del Sur y Japón, que no han entrado en la lista de los 5 países más afectados por el *shock*. En este sentido, Corea es un país clave y Japón es un país de impulso en términos de la Inversa de Leontief, cuyos *forwards* son 2,37 y 2,11, respectivamente. La interpretación de la capacidad de impulso²⁰ de estos cuatro países nos indicaría que los más afectados por un *shock* de demanda serían: Primero, Corea. Segundo, Japón. Tercero, Suiza. Cuarto, Noruega; es decir, que aquellos con *forward* más altos deberían sufrir más las consecuencias del *shock*. Sin embargo, las reducciones de producción de los países asiáticos²¹ son menores que aquellas sufridas por Suiza y Noruega. De nuevo, advertimos que hay factores que escapan al modelo TIO y que influyen en la economía mundial. En este caso, parece claro que la localización territorial de Suiza y Noruega es determinante, pues la vecindad de estos países con los europeos sobre los que proyectamos el *shock* daña fuertemente las relaciones comerciales, independientemente de los indicadores *forward*. En consecuencia, el impacto que sufren las economías noruega y suiza es mayor al predecible debido a la interdependencia entre estos países y los países sobre los que proyectamos el *shock*.

En cuanto a los países que se ven menos afectados por el *shock* de demanda, los encontramos en la siguiente tabla:

²⁰ La capacidad de impulso la medimos en términos de *forward*, de manera que el orden de afectación del *shock* debería venir dado por el orden descendente de los *forwards*.

²¹ La reducción de la producción japonesa fue de 21,66 miles de millones de euros y la coreana de 19,93 miles de millones de euros.

Tabla 9. Lista de países menos afectados por el *shock* de demanda en los países europeos, en términos de producción (miles de millones de euros).

País	X en t_0 (sin <i>shock</i>)	X en t_1 (con <i>shock</i>)	Variación en términos absolutos	Variación porcentual
México	1.603,68	1.597,65	-6,02	0,38%
Australia	2.050,23	2.044,05	-6,18	0,3%
Indonesia	1.290,44	1.283,99	-6,45	0,5%
Taiwán	918,8	908,57	-10,21	1,11%
Canadá	3.088,82	3.074,46	-14,04	0,45%

Fuente: elaboración propia en base a WIOD.

En la línea de lo que advertíamos anteriormente, los cinco países a los que menos les ha afectado el shock de demanda son aquellos territorialmente más alejados de los países que sufren la contracción, pues la interdependencia entre estos es menor. Todos los países menos afectados se encuentran en un continente distinto al europeo: Australia, Indonesia, Taiwán, Canadá y México. Además, los resultados están en concordancia con los que el análisis de la Inversa de Leontief nos sugiere, pues todos los países son no relevantes, es decir que no destacan ni por su capacidad de impulso ni de arrastre; con la excepción de Taiwán, que es un país de arrastre, es decir que destaca por su capacidad de incrementar la producción mundial ante un incremento de su demanda, pero no por su capacidad de impulso.

La influencia del factor territorial y la dependencia comercial entre países vecinos queda reflejada por la comparación de los valores *forward* de Australia y de Suiza. El *forward* australiano es de 1,92 y el suizo de 1,94, lo que nos indicaría que la reducción la producción de ambos países debería ser similar ante un *shock* de demanda. Sin embargo, la proyección arroja una realidad bien distinta, pues Suiza está entre los cinco países más afectados por el *shock* y Australia entre los cinco que menos; y todo ello sin tener en cuenta factores como la extensión del país y su producción, que aconsejarían que un país más grande como Australia vería reducida su producción en mayor medida en términos absolutos.

Una vez analizado este escenario que contemplaba los efectos en la producción mundial de una contracción en la demanda final de los países europeos, pasamos a analizar un nuevo escenario, en el que nos fijaremos en otro continente.

6.3. Escenario 3. *Shock* de demanda en Estados Unidos.

En el siguiente escenario proyectaremos el shock de demanda de 1/3 sobre Estados Unidos, uno de los países más influyentes del mundo en términos económicos. De forma que resulta interesante comprobar cómo se traslada a la economía mundial una reducción de la demanda estadounidense, qué países sufren más y qué menos.

En primer lugar, cuantificamos en la siguiente tabla la reducción de la producción total derivada del *shock*:

Tabla 10. Variación de la producción mundial ante un *shock* de demanda del 1/3 en Estados Unidos (miles de millones de euros).

t_0 (sin <i>shock</i> de demanda)	t_1 (con <i>shock</i> de demanda)	Variación en términos absolutos	Variación porcentual mundial
121.187,20	113.232,42	-7.954,78	6,56%

Fuente: elaboración propia en base a WIOD.

Como podemos comprobar, la reducción de la demanda de un país tan importante como Estados Unidos genera un impacto extraordinario en la producción mundial, en concreto, la producción mundial se reduce en 7.954,78 miles de millones de euros.

Continuamos con el análisis de los cinco países más afectados por la caída de demanda estadounidense, lo que, además de validar nuestro análisis de la Inversa de Leontief, nos permitirá comprobar quiénes son los socios comerciales más importantes de EEUU. Lo vemos en la siguiente tabla:

Tabla 11. Lista de países más afectados por el *shock* de demanda en Estados Unidos, en términos de producción (miles de millones de euros).

País	X en t_0 (sin <i>shock</i>)	X en t_1 (con <i>shock</i>)	Variación en términos absolutos	Variación porcentual
China	23.895,45	23.793,15	-102,3	0,43%
Canadá	2.448,01	2.353,61	-94,4	3,86%
México	1.603,68	1.558,37	-45,31	2,83%
Alemania	5.319,34	5.287,54	-31,8	0,6%
Japón	6.525,2	6.495,9	-29,31	0,45%

Fuente: elaboración propia en base a WIOD.

Los cinco países más afectados son, en primer lugar, China, con una reducción de 102,3 miles de millones de euros, en segundo, Canadá, con una reducción de 94,4, en tercer lugar, México, con una de 45,31, en cuarto, Alemania, con una reducción de 31,8 y, en quinto y último lugar, Japón, cuya producción se ha reducido en 29,31 miles de millones de euros. China es, por tanto, el país más afectado por el shock en la demanda final estadounidense. En este sentido, podemos comprobar lo que apuntábamos en anteriores epígrafes (vid. supra p. 14) sobre las relaciones y dependencia comerciales entre EEUU y China. Además, en la línea de las conclusiones extraídas del análisis de la Inversa de Leontief, China es un país clave, con el indicador forward más alto de todos los países objeto del presente estudio. Por todo lo anterior, China es el país más afectado en términos de producción cuando la demanda de EEUU se reduce.

En términos de capacidad de impulso, el impacto del *shock* en países como Canadá y México no era tan previsible, pues la capacidad de impulso de ambos países no es especialmente relevante en el plano internacional. Los países que les suceden en impacto, como Alemania y Japón, e incluso, países que no han entrado en la lista de los cinco más afectados, como Reino Unido, Corea y Francia, tienen indicadores *forward* que superan los del país canadiense y mexicano. De hecho, tanto Canadá como México son países no relevantes en términos del análisis de la Inversa de Leontief, lo que significa que su producción no debería haberse visto tan reducida ante el *shock* y, mucho menos, reducida por encima de la de países como Alemania, Japón, Reino Unido, Corea y Francia. De nuevo, debemos tener en cuenta la importancia de factores como la cercanía territorial y las fuertes interdependencias entre países vecinos. En este sentido, Estados Unidos, Canadá y México son los países firmantes del NAFTA, tratado en virtud del cual se establece el libre comercio entre los países norteamericanos. De acuerdo con lo anterior, las relaciones comerciales y dependencias entre los países del NAFTA son muy importantes, lo que justifica el gran impacto en la producción canadiense y mexicana ante una reducción de la demanda estadounidense.

En cuanto a Alemania y Japón, nos limitamos a reproducir los argumentos expuestos en el párrafo anterior. Su capacidad de impulso justifica el gran impacto que ha sufrido su producción ante el *shock* en la demanda de EEUU, y por ello se encuentran en la lista de los cinco países más afectados. Sin embargo, desde el punto de vista del análisis de la matriz Inversa de Leontief, es reseñable que este impacto no ha sido mayor que el de países como Canadá y México, cuyos *forwards* se encuentran muy por debajo que el alemán y el japonés.

Seguidamente, analizamos en la próxima tabla la lista de los cinco países menos afectados por el *shock*:

Tabla 12. Lista de países menos afectados por el *shock* de demanda en Estados Unidos, en términos de producción (miles de millones de euros).

País	X en t_0 (sin <i>shock</i>)	X en t_1 (con <i>shock</i>)	Variación en términos absolutos	Variación porcentual
Malta	21,77	21,7	-0,06	0,28%
Chipre	29,7	29,62	-0,07	0,24%
Letonia	48,72	48,6	-0,12	0,25%
Croacia	73,33	73,15	-0,18	0,25%
Estonia	41,01	40,83	-0,19	0,46%

Fuente: elaboración propia en base a WIOD.

Los cinco países, cuya producción se ha reducido menos debido al shock de demanda, son: Malta (0,06 miles de millones de euros), Chipre (0,07 miles de millones de euros), Letonia (0,12), Croacia (0,18), Estonia (0,19). Del análisis de la Inversa de Leontief esperamos que los países menos afectados sean aquellos cuyos forwards sean los más bajos y, por lo tanto, se caractericen por ser países de arrastre o no relevantes. Esto se cumple en el presente escenario, pues todos los países de la lista son o no relevantes o de arrastre.

Una vez analizados los efectos que un *shock* en la demanda de EEUU causaría en el plano internacional, parece natural explorar cuáles serían estos efectos para el supuesto de que el otro gigante estatal, China, sufriera una contracción de su demanda final.

6.4. Escenario 4. *Shock* de demanda en China.

En este escenario hemos proyectado una reducción de 1/3 en la demanda final de China y vamos a analizar cómo se reduce la producción mundial, qué países les afecta más el *shock* y qué países menos.

Tras reducir 1/3 la demanda final china, los efectos sobre la producción mundial se pueden comprobar en la siguiente tabla:

Tabla 13. Variación de la producción mundial ante un *shock* de demanda del 1/3 en China (miles de millones de euros).

t_0 (sin <i>shock</i> de demanda)	t_1 (con <i>shock</i> de demanda)	Variación en términos absolutos	Variación porcentual mundial
121.187,20	11.3357,98	-7.829,22	6,46%

Fuente: elaboración propia en base a WIOD.

Como podemos observar, la producción mundial se vería reducida, en este escenario un 6,46%. Si comparamos el impacto que tienen las reducciones china y estadounidense en la demanda final en la producción mundial, concluimos que Estados Unidos tiene un mayor efecto pues la producción mundial se reduce 125,56 miles de millones de euros más con respecto a la reducción que se produce cuando es la demanda final china la que experimenta el *shock*.

En cuanto a los países que se ven más afectados por la contracción de la demanda final china, resulta interesante comprobar cuáles son a efectos de identificar los principales socios comerciales de China, las dependencias comerciales de estos con el gigante asiático y la aplicabilidad de los resultados del análisis de la Inversa de Leontief. Los cinco países más afectados por la reducción de demanda final china:

Tabla 14. Lista de países más afectados por el *shock* de demanda en China, en términos de producción (miles de millones de euros).

País	X en t_0 (sin <i>shock</i>)	X en t_1 (con <i>shock</i>)	Variación en términos absolutos	Variación porcentual
Corea	2.562,18	2.507,96	-54,22	2,12%
Japón	6.525,21	6.485,72	-39,49	0,61%
Estados Unidos	23.312,78	23.275,7	-37,07	0,16%
Taiwán	918,8	882,3	-36,51	3,97%
Australia	2.050,24	2.019,07	-31,17	1,52%

Fuente: elaboración propia en base a WIOD.

La primera conclusión que podemos extraer de los resultados obtenidos es que, de la misma manera que lo señalábamos en el análisis descriptivo (vid. supra p. 14), la dependencia comercial estadounidense con respecto a China es menor que viceversa.

Comprobamos que, a diferencia de lo que ocurría en el escenario 3 (vid. supra p.p. 28-30), EEUU no es el país más afectado en términos de producción ante la contracción de la demanda final china. De hecho, es el tercer país más afectado, mientras que China era el país más afectado por una reducción en la demanda final estadounidense. También podemos verlo comparando los valores de las reducciones: la producción china ante un *shock* en la demanda final de EEUU se reduce en 102,3 miles de millones de euros, mientras que la producción estadounidense se reduce en 37,07 miles de millones de euros ante un *shock* en la demanda final china.

En cuanto a los demás países afectados, se trata de Corea, Japón, Taiwán y Australia. Pasamos a analizar los factores que justifican el mayor impacto en sus producciones. Entre ellos el estudio de la Inversa de Leontief. En este sentido, Corea es un país Clave, Japón de impulso, Taiwán de arrastre y Australia no relevante. El modelo TIO es, por tanto, capaz de explicar por qué una reducción en la demanda final china afecta fuertemente a las producciones coreana y japonesa, pues a estos países se les presupone una capacidad de impulso por encima del promedio, es decir, que ante una variación en la demanda final de un país, su producción variará en mayor proporción. Sin embargo, un análisis en profundidad requiere considerar los valores *forward* de cada país, de forma que, según nuestro modelo, las reducciones en las producciones deberían ordenarse en función de los forwards, cuanto mayor forward, mayor reducción. Esto no es lo que sucede en nuestro caso, pues los forwards de Corea (2,31) y Japón (2,11) son inferiores a las de países que ni siquiera están entre los cinco más afectados por el *shock* como Alemania (3,83), cuya producción se ha visto reducida en 26,82 miles de millones de euros y Rusia (2,63), cuya producción se ha reducido en 18,01 miles de millones de euros.

El caso de países como Taiwán y Australia es reseñable debido a que sus resultados chocan con las previsiones que podíamos hacer con el análisis de la matriz Inversa de Leontief. En este sentido, ni Taiwán ni Australia destacan por tener una alta capacidad de impulso, pues como hemos comentado, son países un país de arrastre y no relevante, respectivamente. En vista de lo anterior, sus producciones no deberían verse afectadas en gran medida por un *shock* en la demanda final de otro país. A pesar de ello, sus producciones se reducen en 36,51 miles de millones de euros (en el caso taiwanés) y en 31,17 miles de millones de euros (en el caso australiano) y son el cuarto y el quinto país más afectados por el *shock*, por delante de países como Alemania y Rusia. En atención a lo comentado en previo escenarios, debemos advertir que los países que más

les ha afectado la caída de la demanda china son, a excepción de EEUU, aquellos que se encuentran en su mismo continente o en el inmediatamente contiguo (en el caso de Oceanía para Australia). Es decir, el factor de proximidad territorial parece que puede explicar el mayor impacto en las producciones de estos países, pues son vecinos de China y, por motivos de cercanía, el comercio internacional entre ellos es más rápido, fácil y cuantioso. Por todo lo anterior, cuando sucede un *shock* como el proyectado, el comercio entre estos países es el que más se resiente y las producciones de países como Taiwán²² o Australia se reducen en mayor medida de lo que sus *forward linkages* sugieren.

En cuanto a la lista de los cinco países menos afectados por *shock*, comprobamos la siguiente tabla:

Tabla 15. Lista de países menos afectados por el *shock* de demanda en China, en términos de producción (miles de millones de euros).

País	X en t_0 (sin <i>shock</i>)	X en t_1 (con <i>shock</i>)	Variación en términos absolutos	Variación porcentual
Malta	21,77	21,72	-0,05	0,23%
Chipre	29,7	29,63	-0,06	0,2%
Letonia	48,72	48,6	-0,12	0,25%
Estonia	41,01	40,89	-0,13	0,32%
Croacia	73,33	73,16	-0,17	0,23%

Fuente: elaboración propia en base a WIOD.

El análisis de los resultados obtenidos para los países menos afectados por el *shock* de demanda en este escenario es muy similar que la del escenario 3, pues coinciden los mismos países: Malta (0,05), Chipre (0,06), Letonia (0,12), Estonia (0,13), Croacia (0,17). Las particularidades que han de destacarse son que, en el presente caso, las reducciones son ligeramente menores, es decir, que la contracción en la demanda final china ha afectado menos a estos países que el de la demanda estadounidense. Por otro lado, en este caso el cuarto y quinto país se intercambian el puesto, de manera que el cuarto menos afectado es Estonia y el quinto Croacia. Sin embargo, estos resultados encajan con las previsiones que se pueden hacer del estudio del análisis de la Inversa de Leontief, pues ninguno de los países destaca especialmente por su capacidad de impulso.

²² Existe un acuerdo internacional para facilitar el comercio entre China y Taiwán: Acuerdo Marco para la estrecha Cooperación Económica con Taiwán.

Además, desde el punto de vista de las cadenas globales de valor, el resultado obtenido también es previsible, ya que estos países pequeños apenas tienen incidencia internacional y no están integrados en las cadenas globales. En este sentido, su interdependencia con el resto de países es baja y, en consecuencia, su producción no se ve afectada por el *shock*.

En el siguiente subepígrafe abordamos el último escenario, en el que proyectaremos el *shock* de demanda más pesimista de todos los que hemos considerado.

6.5. Escenario 5. Shock de demanda en los países europeos, EEUU y China.

Este último escenario es el más pesimista de todos y el que, según informes como el de la OECD, se parecerá más a la realidad que enfrentaremos tras las medidas de confinamiento impuestas por los gobiernos estatales. La crisis que sucederá a la pandemia de la COVID-19 no conoce de fronteras y, debido a que la pandemia ha supuesto el cierre de la actividad comercial en la mayoría de países del plano internacional, resulta procedente aplicar el *shock* de demanda a una cantidad alta de países. En este escenario reducimos la demanda final en 1/3 de todos los países europeos, China y Estados Unidos.

La reducción en la producción mundial la podemos comprobar en la siguiente tabla:

Tabla 16. Variación de la producción mundial ante un *shock* de demanda del 1/3 en los países europeos, China y Estados Unidos (miles de millones de euros).

t_0 (sin <i>shock</i> de demanda)	t_1 (con <i>shock</i> de demanda)	Variación en términos absolutos	Variación porcentual mundial
121.187,20	96.783,23	-24.403,97	20,14%

Fuente: elaboración propia en base a WIOD.

Como cabe esperar, esta reducción de 24.403,97 miles de millones de euros es la mayor de todos los escenarios planteados y nos permite cuantificar la severidad de los efectos sobre la producción mundial que podrían tener las medidas de confinamiento decretadas.

Hasta ahora, en el análisis de los países que más se veían afectados por el *shock* no contábamos, a efectos de confeccionar la lista, a los que lo experimentaban de forma directa, es decir, aquellos cuya demanda final se veía reducida, puesto que éstos siempre son los que reducen mayormente su producción, lo que nos imposibilitaría fijarnos en los efectos directos e indirectos de otros países. Sin embargo, con el objetivo de enriquecer

el análisis y motivado por la cantidad de países sobre los que proyectamos el shock, en el presente escenario consideraremos ambos grupos países.

En primer lugar, analizamos los países que más han reducido su producción debido al *shock* y que, además, forman parte del grupo sobre los que se ha proyectado este *shock*:

Tabla 17. Lista de países más afectados por el *shock* de demanda dentro del grupo de países europeos, Estados Unidos y China, en términos de producción (miles de millones de euros).

País	X en t_0 (sin <i>shock</i>)	X en t_1 (con <i>shock</i>)	Variación en términos absolutos	Variación porcentual
Estados Unidos	23.312,77	15.875,98	-7.436,8	31,9%
China	23.895,45	16.483,35	-7.412,09	31,02%
Alemania	5.319,34	3.673,38	-1.645,96	30,94%
Reino Unido	3.977,01	2.739,69	-1.238,32	31,14%
Francia	3.778,8	2.580,46	-1.198,34	31,71%

Fuente: elaboración propia en base a WIOD.

Los países que más sufren los efectos del *shock* son aquellos sobre los que se proyecta el mismo, y dentro de ese grupo, en este orden: EEUU, China, Alemania, Reino Unido y Francia. Además, los resultados obtenidos se alinean con los esperables por el estudio de la matriz Inversa de Leontief (todos los países destacan por su capacidad de impulso en términos de *forward*, por lo que las variaciones en su producción son mayores que la variación en la demanda). No obstante, el traslado de los *forwards* a los valores de producción no es perfecto, ya que países cuyo *forward* es menor sufren un mayor impacto en términos de producción que otros. Este es el caso de Estados Unidos y China, cuyos forwards son de 3,37 y 4,48 respectivamente.

Pasamos a analizar los países más afectados por el *shock* de demanda y que no forman parte del grupo de países sobre los que el *shock* se proyecta:

Tabla 18. Lista de países más afectados por el *shock* de demanda en los países europeos, China y Estados Unidos en términos de producción (miles de millones de euros).

País	X en t_0 (sin <i>shock</i>)	X en t_1 (con <i>shock</i>)	Variación en términos absolutos	Variación porcentual
Canadá	2.448,01	2.332,44	-115,57	4,72%
Corea	2.562,18	2.464,29	-97,89	3,82%
Japón	6.525,21	6.434,75	-90,45	1,39%
Rusia	2.545,04	2.460,02	-85,02	3,34%
Taiwán	918,8	860,57	-58,23	6,34%

Fuente: elaboración propia en base a WIOD.

Lo que resulta especialmente interesante de los resultados obtenidos es que, en el listado global, estos países ocupan las posiciones 17 (Canadá), 20 (Corea), Japón (22), Rusia (23) y Taiwán (26) en términos de reducción de producción a causa del *shock* de demanda proyectado. De esta manera, se refleja de forma clara que los países que más sufren el impacto de la contracción de demanda son precisamente aquellos cuya demanda se contrae. En consecuencia, no hay una reducción de la Tabla 18 que merezca comentar en profundidad.

A continuación, observamos los países que menos han visto reducida su producción a causa del *shock* de demanda:

Tabla 19. Lista de países menos afectados por el *shock* de demanda en los países europeos, China y Estados Unidos, en términos de producción (miles de millones de euros).

País	X en t_0 (sin <i>shock</i>)	X en t_1 (con <i>shock</i>)	Variación en términos absolutos	Variación porcentual
Malta	21,77	15,28	-6,48	29,77%
Chipre	29,7	20,8	-8,89	29,93%
Estonia	41,01	29,13	-11,88	28,97%
Letonia	48,72	34,37	-14,34	29,43%
Lituania	73,33	46,08	-18,4	25,1%

Fuente: elaboración propia en base a WIOD.

En cuanto a los países menos afectados, damos cuenta de unas reducciones considerables: Malta reduce su producción en 6,48 miles de millones de euros, Chipre en 8,89, Estonia en 11,88, Letonia en 14,34 y Lituania en 18,4. No obstante, lo que resulta más llamativo es que todos estos países, si bien es cierto que sus indicadores *forward* son los más bajos de los países considerados, forman parte del grupo en el que proyectamos el *shock* de demanda. Esto nos indicaría que estos países deberían sufrir importantemente en términos de producción. A pesar de ello, sus producciones son las menos afectadas, validando los resultados obtenidos en términos de indicadores *forwards* y del análisis de la Inversa de Leontief. Por otro lado, dentro del grupo de países en el que excluimos a los estados sobre los que hemos proyectado el *shock*, Indonesia sería el país cuya producción se ha reducido menos debido al mismo, con una reducción de 19,4 miles de millones de euros, seguido por Turquía, cuya reducción es de 26,3 e India, cuya reducción es de 31,84.

6.6. Valoraciones generales.

Una vez estudiados los diferentes escenarios de variación en las producciones mundiales provocados por las medidas de confinamiento adoptadas por la pandemia de la COVID-19 y comprobado cómo se traslada el análisis del modelo TIO a un supuesto real, conviene recoger de forma agrupada los resultados obtenidos y destacar las tendencias principales.

En este sentido, comprobamos en la siguiente tabla las disminuciones en las producciones mundiales en cada escenario:

Tabla 20. Reducciones de las producciones mundiales en cada escenario de *shock* (miles de millones de euros).

	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3	Escenario 4	Escenario 5
Reducción en términos absolutos	-16.441,058	-8.619,97	-7.954,78	-7.829,22	-24.403,97
Reducción porcentual mundial	13,57 %	7,11%	6,56%	6,46%	20,14%

Fuente: elaboración propia en base a WIOD.

De la observación de la tabla, es posible identificar los países que tienen más incidencia en el plano internacional. En este sentido, es lógico que la reducción de la

producción mundial sea mayor en función del número de países sobre los que proyectamos el *shock*, y los escenarios 1 y 5 son la prueba de ello (la reducción es mayor en estos escenarios más pesimistas). Asimismo, podemos comparar los efectos de una reducción de la demanda en los países europeos (escenario 2), con los de la china (escenario 4) y con los de la estadounidense (escenario 3). La conclusión a la que llegamos es que el impacto que genera la reducción de la demanda estadounidense en la producción mundial es superior al impacto de la china. Por otro lado, los impactos chino y estadounidense son equiparables al europeo. Teniendo en cuenta que los países sobre los que se proyecta el *shock* en el escenario 2 son todos los países localizados en Europa, podemos comprobar la pérdida de peso europea en el mercado internacional, pues tan solo la contracción de la demanda un país (tanto China como EEUU) genera una reducción en la producción mundial casi igual a la que genera la contracción en la demanda de todos los países europeos.

El análisis realizado nos ha servido para identificar aquellos países más implicados en las cadenas mundiales de valor, es decir, aquellos cuya producción se ve mayormente afectada en los escenarios contemplados. Los clasificamos en función de cuántas veces entran en la lista de los cinco más afectados y obtenemos:

- Trascendencia muy alta en las cadenas globales de valor²³: China y Estados Unidos.
- Trascendencia alta en las cadenas globales de valor²⁴: Alemania.
- Trascendencia media en las cadenas globales de valor²⁵: México, Rusia, Japón y República de Corea.

Tras realizar un análisis en conjunto de todos los escenarios estudiados, paso a dar unas breves conclusiones de mi TFG.

7. CONCLUSIONES

- I. El modelo input-output desarrollado por Wassily Leontief se caracteriza por la complejidad en cuanto a la abundancia de datos que contempla y las diferentes técnicas de análisis que pueden utilizarse. En este sentido, en el presente TFG se ha explicado el funcionamiento general del modelo, cubriendo las matrices

²³ Estos países siempre están en la lista de los cinco países más afectados por el *shock*.

²⁴ Estos países se encuentran en la lista de los cinco más afectados por el *shock* en un 50% de los escenarios, como mínimo.

²⁵ Estos países se encuentran en la lista de los cinco más afectados por el *shock* en un 40% de los escenarios, como mínimo.

principales: matriz de compras y ventas intermedias (X), matriz de demanda final (Y) y matriz de inputs primarios(Z). Asimismo, se ha abordado el cálculo e interpretación de la matriz Inversa de Leontief, la ecuación que relaciona la demanda con la producción total, y el cálculo de multiplicadores, de forma que podemos interpretar los datos no sólo en términos de producción, sino, por ejemplo, en términos de valor añadido.

- II. El sistema con el que se ha trabajado ha sido un modelo input-output multirregional de la economía mundial, que contempla las relaciones comerciales de un grupo de 44 países. El análisis realizado nos ha permitido clasificar los países en función de su capacidad de impulso de la economía mundial, es decir, si la función del país en el plano internacional es de suministrar a los demás, o en función de su capacidad de arrastre, es decir, si estamos ante un país que moviliza la economía mundial. Países que destacan por su capacidad en ambas categorías son China, Polonia y Corea. Por otro lado, el análisis en términos de valor añadido nos permite identificar las relaciones de dependencia, comprobando qué países son capaces de generar demanda en el mercado internacional o de generar producción. En este marco, destacan países como Estados Unidos, Japón, China, Alemania o Reino Unido.
- III. La COVID-19, junto con las medidas de confinamiento y paralización económica adoptadas por los gobiernos internacionales para frenar la pandemia, representa un ejemplo claro de *shock* de demanda. De la mano de organizaciones como la OECD, que cuantifican el *shock* de demanda en 1/3, hemos analizado en diferentes escenarios los efectos en la producción mundial de esta contracción. De esta manera, hemos identificado para cada escenario los países que más se ven afectados y los que menos, descubriendo en la práctica los países más importantes en el comercio internacional.
- IV. La aplicación práctica del modelo revela la existencia de factores que escapan al análisis teórico. Nos referimos a aquellos países cuya producción se ve afectada en mayor medida de lo que sus *forward* y *backward linkages* sugieren. Esto viene motivado por la proximidad territorial de los países, es decir, que las relaciones comerciales y de interdependencia entre países cercanos son más importantes y, cuando un país experimenta un *shock* de demanda, son sus vecinos los que sufrirán más gravemente las consecuencias.

- V. Para finalizar, el proceso de globalización ha contribuido a la deslocalización de los procesos productivos y ha favorecido la internacionalización del comercio como nunca antes en la Historia. Este proceso cristaliza en la creación de las cadenas globales de valor, cuyos efectos no siempre son positivos. Bien es cierto que la globalización supone una oportunidad para aprovechar ventajas competitivas y lograr la eficiencia en los procesos, pero trae consigo riesgos como la mayor dependencia de suministradores situados a miles de kilómetros de distancia o de eventos internacionales que no pueden ser controlados, además de la concentración de la producción en determinadas zonas geográficas. Es por ello que los objetivos del presente TFG giraban en torno a conocer el plano internacional, detectar las relaciones comerciales entre países e indagar en las posibles dependencias a través de la aplicación del modelo input-output. Habiendo cuenta de las limitaciones del estudio, se debe, sin embargo, llegar a la conclusión de que los países y empresas deben adaptarse a la competencia internacional, con sus ventajas y desventajas.

8. BIBLIOGRAFÍA

CaixaBank Research, CaixaBank, (2020), *Crisis COVID-19: Un shock sin precedentes*; Recuperado de: https://www.caixabankresearch.com/sites/default/files/documents/im04_20_07_economia_mundial_es_0.pdf (Fecha de última consulta: 2/5/2020).

ISARD, W., (1951) "Interregional and Regional Input-Output Analysis: A Model of a Space-Economy", *The Review of Economics and Statistics*, 33(4), p.p. 318-328.

LENZEN, M.; KEIICHIRO, K.; MORAN, D.; GESCHKE, A., (2012) "Mapping the structure of the world economy", *Environmental Science & Technology* 46(15), p.p. 8374-8381.

LEONTIEF, W., (1975), *Input-Output Analysis*, Enciclopedia Internacional de las Ciencias Sociales, Aguilar, p.70.

MILLER, R.; BLAIR, P., (2009) *Input-Output Analysis. Foundations and Extensions*. 2nd edition, Cambridge University Press, Cambridge.

OECD, (2020), *Evaluating the initial impact of COVID-19 containment measures on economic activity*; Recuperado de: [https://read.oecd-ilibrary.org/view/?ref=126_126496-evgsi2gmqj&title=Evaluating the initial impact of COVID-19 containment measures on economic activity](https://read.oecd-ilibrary.org/view/?ref=126_126496-evgsi2gmqj&title=Evaluating%20the%20initial%20impact%20of%20COVID-19%20containment%20measures%20on%20economic%20activity) (Fecha de última consulta: 2/5/2020).

TARANCÓN, M., (2003), *Técnicas de análisis económico input-output*, Editorial Club Universitario, Alicante.

TIMMER, M. P., DIETZENBACHER, E., LOS, B., STEHRER, R., DE VRIES, G. J. (2015), "An Illustrated User Guide to the World Input–Output Database: The Case of Global Automotive Production", *Review of International Economics.*, 23; p.p. 575–605. Disponible en: <http://www.wiod.org/database/wiots16> (fecha de última consulta: 23/4/2020).

WIENGARTEN, F., HUMPHREYS, P., GIMENEZ, C., & MCIVOR, R. (2016). Risk, risk management practices, and the success of supply chain integration. *International Journal of Production Economics*, 171, p.p. 361-370.

ZI, Y. (2020). Trade costs, global value chains and economic development. *Journal of Economic Geography*, 20(1), p.p. 249-291.