

# Trabajo Fin de Grado

Estimación de una función de demanda de  
exportaciones españolas a Francia.

Autora

Alicia Casasús Coronas

Directora

María Isabel Ayuda Bosque

Facultad de Economía y Empresa

2016

# **FUNCIÓN DE DEMANDA DE EXPORTACIONES ESPAÑOLAS A FRANCIA**

Autora: Alicia Casasús Coronas

Directora: María Isabel Ayuda Bosque

Titulación: Grado en Economía.

Modalidad: Modelización de variables con series temporales.

## **Resumen:**

*Este trabajo presenta el comportamiento de las exportaciones de la economía española a Francia a través de un modelo basado en la estimación de ecuaciones de demanda, dentro del período comprendido entre 2005 y 2015. Planteado el marco teórico propiciado por las teorías de demanda de exportaciones de la literatura económica, se establecen las variables que determinan la evolución de las exportaciones. Posteriormente se estudian sus características con el fin de establecer una batería de modelos de los cuales se seleccionan aquellos que son potencialmente admisibles.*

*Una vez alcanzado el modelo que mejor determina la variable objeto de estudio, su evidencia empírica permite destacar la sensibilidad de las exportaciones ante la evolución de la renta del área importadora, así como la relevancia de los factores de competitividad incorporados en los precios relativos.*

## **Abstract:**

*This paper presents the export performance of the Spanish economy to France by an economic model based on the estimated demand equations within the period of 2005-2015. Raised the theoretical framework provided by the theories of demand for exports from the economic literature, the variables that determine the evolution of exports are set, and its characteristics are studied in order to establish a battery models of which those that are selected they are potentially eligible.*

*Selected the model that determines the variable under study, the empirical evidence allows us to highlight the sensitivity of exports to the evolution of income from the importing area, as well as the relevance of competitiveness factors incorporated in relative prices.*

Palabras clave: exportaciones, series temporales, cointegración.

# Índice

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS.....	1
2. JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO.....	2
3. MARCO TEÓRICO.....	3
4. PLANTEAMIENTO DEL MODELO DE DEMANDA.....	8
5. MARCO ANALÍTICO.....	9
6. OBTENCIÓN DE DATOS.....	13
7. ANÁLISIS ECONOMETRICO.....	14
7.1 FASE DE ESPECIFICACIÓN.....	15
7.1.1 Análisis gráfico de las series.....	15
7.1.2 Estudio del orden de integración de las series a través del contraste aumentado de Dickey-Fuller.....	20
7.1.3 Resumen de la fase de especificación.....	23
7.1.4 Análisis de cointegración.....	24
7.2 ESPECIFICACIÓN Y ESTIMACIÓN DE LOS MODELOS.....	27
7.2.1 Especificación, estimación y chequeo de los modelos suponiendo que las variables no están cointegradas.....	29
7.2.2 Especificación, estimación y chequeo de los modelos suponiendo que las variables están cointegradas.....	30
7.2.3 Selección del modelo óptimo.....	32
7.2.4 Interpretación económica del modelo seleccionado.....	33
7.3 CAPACIDAD PREDICTIVA DEL MODELO.....	34
8. CONCLUSIONES.....	35
9. BIBLIOGRAFÍA Y WEBGRAFÍA.....	36
ANEXO I.....	40
ANEXO II.....	41
ANEXO III.....	41
ANEXO IV.....	45
ANEXO V.....	49

## **1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS.**

La apertura e interdependencia de los sistemas políticos y económicos mundiales, se ha ido desarrollando de manera progresiva con el paso de los años dando lugar a la globalización de la economía.

Esta globalización de las economías mundiales se debe entre otras causas, a las expansiones de los intercambios comerciales que se han registrado entre diferentes países del mundo en las últimas décadas. Todas estas expansiones de los intercambios comerciales, han estado acompañadas de un profundo cambio en los patrones comerciales, desde su composición geográfica, hasta su composición sectorial.

En el caso español, los cambios en los patrones comerciales fueron debidos en un primer momento a la integración de la economía española en los mercados europeos. Recientemente, se han debido al proceso de la globalización mundial.

Debido a la globalización mundial, el objetivo de la política comercial española en estos últimos años ha sido la diversificación geográfica de sus exportaciones. Sin embargo, a pesar de los cambios en la evolución del comercio exterior, persisten países con los cuales España continúa manteniendo una estrecha relación en materia económica, este es el caso de Francia.

Hace unos años, España era un país muy atractivo para los inversores franceses por la buena cualificación y buena mano de obra, el crecimiento económico, o la posición geográfica. Actualmente, ambos países son aliados objetivos en los sectores más importantes de sus economías, desde el agrícola hasta el automovilístico. Francia es el primer socio comercial de España y España es uno de los principales socios comerciales de Francia, más de mil millones de euros son intercambiados semanalmente entre ambos países. Los bienes que Francia importa mayoritariamente de España son productos de la industria de la automoción, seguida por los bienes intermedios y los bienes de consumo.

El objetivo de este trabajo es presentar los resultados obtenidos de la estimación de la función de demanda de exportaciones de bienes y servicios de la economía española a Francia en los últimos años, ya que este país forma parte del mercado básico de las exportaciones españolas.

En los siguientes gráficos podemos ver los tres primeros países a los cuales importamos y exportamos. Las exportaciones de España a Francia en el año 2014 fueron de 37649 millones de € y representan un 17,12% del total de las exportaciones españolas, seguidas por Alemania con un 11,32% y Portugal con un 8%.



Fuente: Ministerio de Economía y competitividad.

## 2. JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO.

El comercio internacional representa conforme pasa el tiempo un porcentaje mayor de toda la actividad económica mundial. Al mismo tiempo, continúa aumentando el número de países que han optado por integrar en sus estrategias de desarrollo una mejor inserción en los mercados internacionales.

Estos hechos se producen por los beneficiosos efectos que la apertura comercial tiene sobre la eficiencia y el crecimiento de los países que se unen a ella. Por ello, las relaciones comerciales entre los países han crecido en las últimas décadas en volumen, y además, cada vez son más complejas.

En el caso de España, gran parte de sus exportaciones e importaciones son con países de la Unión Europea (Francia, Alemania, Italia, Reino Unido y Portugal). Tras la crisis iniciada en el año 2008 y la caída de su mercado interno, España se vuelca todavía más hacia el exterior, incrementando la oferta exportable y el monto de la misma, diversificando destinos y productos.

Dado que el crecimiento de la economía española siempre ha estado muy relacionado con el saldo de su balanza comercial, más concretamente con las exportaciones (quienes han ido creciendo en los últimos años hasta superar el 20% de su PIB), observamos una

gran relevancia e interés por analizar detalladamente los determinantes de su comportamiento.

Este trabajo se realiza con el fin de encontrar aquellas variables que mejor definan el comportamiento de las exportaciones de la economía española a la francesa de los últimos años. Para ello, se han estudiado los modelos utilizados por diversos autores a lo largo de la literatura y de todos estos modelos, se han escogido las variables que mejor describen el comportamiento de la variable objeto de estudio, las exportaciones. El segundo objetivo es tratar de definir el comportamiento de las exportaciones y de sus respectivas variables explicativas. Una vez definidos los comportamientos de estas variables se utilizarán diferentes herramientas econométricas que se aplicarán posteriormente a los datos reales, con el objetivo final de obtener estimaciones consistentes de una función de demanda de exportaciones.

### **3. MARCO TEÓRICO.**

En este apartado se realiza una síntesis de las principales teorías del comercio internacional, dando a conocer cuáles son sus causas y sus efectos sobre la producción y el consumo de los países.

Existen diversas teorías sobre comercio internacional, por un lado se explica la Teoría Clásica del Comercio Internacional, surgida de las necesidades del entorno económico, político y social del siglo XVIII como respuesta a las restricciones mercantilistas en contra del libre cambio. Está definida por los autores clásicos como Adam Smith, David Ricardo y John Stuart Mill, todos ellos partidarios del liberalismo económico. Esta teoría es un planteamiento clásico que trata de explicar las relaciones comerciales de dicho siglo y que sirve como pilar para comprender los siguientes desarrollos teóricos sobre comercio internacional. Con las teorías de estos autores se explican las ganancias del comercio, los patrones de especialización y los términos del intercambio.

En la segunda mitad del siglo XX se desarrolla la Nueva Teoría del Comercio Internacional porque aparecen cambios en los patrones del comercio y los supuestos de los modelos clásicos no son suficientes. La Nueva Teoría del Comercio Internacional se centra en el papel que tienen los rendimientos crecientes a escala y las externalidades en las economías. Son las primeras elaboraciones teóricas fundamentadas en la existencia de fallos de mercado y están elaboradas por J.Brander, B.Spencer, P.Krugman y A.Dixit entre otros.

A continuación se explican las teorías y se examina su validez ante cambios en sus propios supuestos junto a la evidencia empírica.

### **VENTAJA ABSOLUTA DE ADAM SMITH Y VENTAJA COMPARATIVA DE DAVID RICARDO.**

Esta teoría tiene sus raíces en la obra realizada por el economista y filósofo Adam Smith, máximo exponente de la economía clásica y defensor de un comercio libre sin aranceles. La teoría de la ventaja absoluta de Adam Smith sostiene que cada país debe especializarse en aquellos bienes que produce de forma más eficiente que el resto de países para poder exportarlos y debe importar aquellos en los cuales sea menos productivo. Es decir, cada país produce aquellos bienes para cuya producción necesite menos factores productivos con un coste de producción menor.

De esta forma define la denominada “Ventaja Absoluta” en su libro: “La Riqueza de las Naciones” (1776):

*“Si un país extranjero nos puede suministrar una mercancía a un precio menor que el que nos costaría fabricarla, será mejor comprársela con el producto de nuestro trabajo, dirigido en la forma que nos resulte más ventajosa”.*

Adam Smith a través de esta frase explica la teoría de la ventaja absoluta, ventaja que poseen los países por ser capaces de producir bienes usando una menor cantidad de factores productivos que otros países, es decir, con unos costes de producción menores.

A finales del siglo XVIII y principios del siglo XIX Adam Smith y David Ricardo hicieron investigaciones para poder demostrar los beneficios del libre comercio. Smith defiende la especialización de los países en aquella producción de bienes en los cuales tengan una ventaja absoluta. A esta especialización de los países se le llama también división internacional del trabajo y es la causante de aumentos de producción a nivel mundial.

Sin embargo, aparece el siguiente problema, ¿qué es lo que ocurre si un país no tiene ventajas absolutas en ningún producto?

Este problema lo resuelve la teoría de la ventaja comparativa de David Ricardo<sup>1</sup>. Si un país tiene desventaja absoluta en todos los bienes que produce respecto al resto de países, debe especializarse en la producción y exportación del bien en el cual la desventaja absoluta sea menor. Este es el bien en el cual el país tiene la llamada ventaja comparativa, el país debe importar aquellos bienes en los cuales su desventaja absoluta es superior. Estamos ante la ley de la ventaja comparativa. La existencia de costes comparativos en esta teoría permite que ambos países resulten beneficiados del comercio internacional, ya que ambos pueden consumir más bienes con la misma cantidad de trabajo.

La crítica fundamental a estas teorías es que los supuestos son irreales porque tienen funciones de producción homogéneas que implican rendimientos constantes a escala, no incluyen otros costes como los de transporte y además, tampoco incluyen los obstáculos al comercio como la inmovilidad de factores. Las aportaciones posteriores se basan en el abandono y en la complicación de estas hipótesis.

Tras el análisis de Ricardo en el cual la existencia de las ventajas comparativas en el comercio internacional incrementaría la producción mundial, beneficiando a todas las economías involucradas y determinando los precios de intercambio, la aportación de Mill<sup>2</sup> es la forma en la que se reparten las ganancias del comercio. Los términos del comercio dependen de la demanda que haya en ambos países por los productos importados, y ésta depende de las decisiones y circunstancias de los países. Además introduce los costes de transporte dentro del análisis del comercio.

Por lo tanto, los fundamentos teóricos de la Teoría clásica del comercio internacional son explicados en las tres teorías explicadas anteriormente. La teoría de la división del trabajo de Smith explica cómo pequeñas diferencias en los costes de producción, determinan la especialización de la cual se benefician los países a través de producciones mayores. La teoría de los costos comparativos de Ricardo explica cómo las diferencias entre los costes de producción, son las determinantes de los beneficios obtenidos por las ventajas comparativas y finalmente, Mill demuestra que los límites del comercio internacional dependen de los términos de intercambios domésticos de cada

---

<sup>1</sup> La referencia clásica es David Ricardo: *The Principles of Political Economy and Taxation*, publicada por primera vez en 1817.

<sup>2</sup> Ampliación del modelo en: Eduardo Escartín González: *Apuntes sobre Historia del Pensamiento Económico*, Tema 18.



país y estos, a su vez, dependen de las demandas domésticas de ambos países, es decir, la ganancia entre los países que intercambian depende de las demandas recíprocas.

Con estos fundamentos quedaron explicadas las fuerzas que determinan el intercambio entre los países y la distribución de las ganancias entre los mismos. La especialización hace que la producción sea mayor, las diferencias en los costes de la producción determinan la cuantía de la ganancia global y la demanda recíproca gobierna la distribución de la ganancia entre los países que intercambian.

### **HECKSCHER-OHLIN.**

La teoría de la ventaja comparativa no explica por qué los costes relativos difieren entre los países. La aportación de dos economistas suecos, Eli Heckscher (1919) y Bertil Ohlin<sup>3</sup>(1933), tiene una influencia decisiva para determinar la causa del comercio internacional.

Heckscher afirmaba que para que se produzca el comercio internacional tiene que existir diferente escasez relativa, es decir, diferentes precios relativos de los factores de producción de los países y diferentes proporciones de factores productivos para distintos bienes. B. Ohlin vuelve a insistir en que es la distinta dotación factorial la causa fundamental de las diferencias de costes comparativos y, por lo tanto, del intercambio.

El teorema de H-O postula que un país exportará aquel bien en el cual use intensivamente su factor relativamente abundante e importará aquel bien en el cual use intensivamente el factor relativamente escaso. Por lo tanto, el comercio internacional se debe al intercambio de factores productivos, de forma que cada país compra al exterior su factor escaso y vende al exterior su factor abundante. Sin embargo, para muchos bienes y patrones comerciales, este modelo parece incoherente. Este modelo es obvio para bienes que están basados en recursos naturales. Sin embargo, no explica las ventajas comparativas en la producción industrial.

La primera comprobación empírica, y también la más conocida de este modelo, fue realizada por W. Leontief<sup>4</sup> en el año 1953. Se esperaba demostrar que Estados Unidos, el país más abundante en capital en el mundo, exportaba bienes intensivos en capital e

---

<sup>3</sup> Son una referencia sus trabajos originales de 1919 y 1933, respectivamente. Existen posteriores ediciones en Heckscher (1950) y en Ohlin (1971).

<sup>4</sup> Análisis Sistemático de la estructura de la Economía Americana “Harvard Economic Research Project” (1953).

importara bienes intensivos en trabajo. Los resultados fueron que las exportaciones estadounidenses tenían menos intensidad de capital que sus importaciones, exactamente lo contrario de lo que predecía el modelo de H-O, dándose a conocer como la paradoja de Leontief.

## **NUEVA TEORÍA DEL COMERCIO INTERNACIONAL.**

Esta corriente de pensamiento económico permite comprender cómo se producen los intercambios comerciales en el mundo en la segunda mitad del siglo XX, abordando elementos que las escuelas de pensamiento anteriores no habían abordado, ya que muchos de los argumentos de la teoría clásica son superados por la realidad.

En esta Nueva Teoría desaparece la existencia de ventajas comparativas y presenta a la economía mundial como un conjunto de mercados competitivos que tienen rendimientos constantes a escala.

Sus principales representantes defienden supuestos que analizan las realidades del comercio internacional. Estas nuevas realidades son los fallos de mercado que la mano invisible de Smith no alcanza, y que además, requieren de la intervención estatal para poder ser resueltos.

La nueva explicación del comercio se produce a través de la inclusión de otras variables que lo determinan, y que no son contempladas en las anteriores teorías. Estos nuevos determinantes del comercio son las economías de escala, la competencia imperfecta, el comercio intraindustrial o la movilidad de factores. La realidad actual muestra la existencia de monopolios y la gran fuerza de las empresas oligopolísticas, es decir, la existencia de competencia imperfecta. Es lo que trata de explicar Krugman a través de su libro de economía internacional (1997):

*“La existencia de un coste fijo en una función lineal de costes da lugar a economías de escala, porque cuanto mayor es la producción de la empresa, menor es el coste fijo por unidad”.*

Existe comercio intraindustrial que genera ganancias adicionales en el comercio, incluso mayores que el generado por las ventajas comparativas, ya que con éste cada país puede reducir la cantidad y aumentar la variedad de productos, por lo que puede aumentar la producción, tener mayor productividad y menores costes. Este tipo de comercio se produce porque existen rendimientos crecientes o economías de escala, es decir, por una

tendencia de los costos a reducirse con una producción mayor, estas economías otorgan a los países un incentivo a la especialización y a comerciar incluso aun cuando existen diferencias entre recursos y tecnologías entre países.

*“El comercio no tiene por qué ser el resultado de diferencias internas en la tecnología o dotación de factores. En cambio, el comercio puede ser simplemente una forma de extender el mercado y permitir la explotación de economías de escala, con los efectos del comercio siendo similares a las del crecimiento de la fuerza laboral y la aglomeración regional.”*<sup>5</sup>

Por lo tanto, el comercio internacional es el resultado de la concentración de la producción y las economías de escala, quienes permiten reducir costes debido a la especialización de la producción. No importan los recursos para que se comercie entre países.

Estas elaboraciones contradicen algunas de las bases de la Teoría Neoclásica expuestas anteriormente. Por lo tanto, en esta nueva teoría la idea de ventaja comparativa no es suficiente para explicar el comercio del momento. Las políticas no pueden basarse en un modelo económico tan simple, ya que dan lugar a conclusiones que llegan a ser erróneas. Para explicar con más exactitud el comercio, se centran en la existencia y en el estudio de los fallos del mercado.

#### **4. PLANTEAMIENTO DEL MODELO DE DEMANDA.**

Para poder estimar una función de demanda de exportaciones de bienes y servicios, primero concretaremos los fundamentos teóricos que la determinan.

La mayoría de los estudios toman como punto de partida el modelo de “Sustitutos Imperfectos” de Goldstein y Khan (1985), en el cual se estima una función de demanda de importaciones y de exportaciones. Para ello, los autores proponen un modelo en dos áreas (la primera es un país y la segunda el resto del mundo), la primera produce un bien que se puede exportar o consumir en el mismo país, la segunda puede comprar las exportaciones del otro país o los bienes que él mismo produce.

La idea principal del modelo consiste en que un país puede sustituir sus importaciones y exportaciones por bienes de producción nacional si y solo si el bien sustituido es un sustitutivo perfecto, es decir, si puede ser usado exactamente de la misma forma y con

---

<sup>5</sup> Krugman. P (1990) Pág21.

el mismo resultado, y además, el consumidor no tiene incentivo alguno para preferir un bien sobre otro.

Esta idea proviene de varias evidencias. La primera es que un país no solo se dedica a exportar o importar bienes a un país, la realidad es que el comercio existe en ambas direcciones. La segunda evidencia es que existen diferencias importantes en el precio de un mismo producto en función del país en el que se fabrique o del país en el que se consume, y de que se consuma domésticamente o se exporte. Esto significa que en el corto plazo un bien no va a tener un precio único, por lo tanto, la “Ley del precio único” no se observará de forma empírica en el corto plazo y el modelo incluirá una variable con los precios relativos. En tercer lugar los consumidores del modelo maximizan su utilidad sujetos a una restricción presupuestaria y se comportan en torno a una renta corriente, es decir, las teorías de renta permanente no están presentes.

Sin embargo, en función del país de estudio, para poder analizar la función de demanda muchos autores añaden unas u otras variables, los resultados de los análisis de los modelos pueden depender de las variables analizadas. Por este motivo, lo que se va a hacer en el siguiente apartado es una síntesis de los modelos utilizados por diferentes autores de la literatura económica, con la finalidad de poder elegir aquél que se aproxime más a la demanda de exportaciones de España a Francia.

## **5. MARCO ANALÍTICO.**

El marco analítico habitualmente usado para la estimación de una ecuación de comercio exterior, está basado en la teoría de la demanda<sup>6</sup>, en la cual el agente que importa maximiza su función de utilidad sujeta a una restricción presupuestaria, siempre suponiendo que la elasticidad de la oferta es infinita, es decir, que las variaciones en los intercambios comerciales no dan lugar a variaciones en los precios.

Las exportaciones reales dependen de la renta y de los precios de exportación en relación con los productos sustitutivos de las exportaciones del resto del mundo. La competencia de las exportaciones es la producción del mercado de destino y las exportaciones de otros países.

---

<sup>6</sup> En Goldstein y Khan (1985) se ofrece una revisión muy detallada de los principales aspectos teóricos y metodológicos asociados con la estimación de funciones agregadas de exportación e importación.

Las variables explicativas de las exportaciones son la demanda externa y la competitividad precio de las exportaciones (que es un cociente entre los precios de exportación del país exportador y los del país o países a los que se exporta teniendo en cuenta el tipo de cambio mundial), aunque también puede expresarse como tipo de cambio y precios relativos.

La mayoría de los modelos usan esta ecuación de demanda pero la amplían con elementos que se acerquen más a la capacidad o calidad de oferta, que también influye en los flujos comerciales.

Otros trabajos recientemente incorporan en las funciones de exportación elementos relacionados con la competitividad que no son los precios relativos, así se consigue aproximar la calidad de las exportaciones por ejemplo, a través del esfuerzo tecnológico incluyendo el gasto en I+D<sup>7</sup>. Otros países añaden la inversión extranjera directa debido a la apertura comercial de países que están en vías de desarrollo.

A pesar de que la consideración de estas variables estén sustentadas bajo modelos teóricos de la Nueva Teoría del Comercio, en el modelo que a continuación analizaremos, se incluirán las variables precios relativos y renta del área a la cual se exporta.

La adopción de estas dos variables se ha obtenido del estudio de modelos de demanda de exportaciones utilizados por diferentes autores de la literatura. La síntesis de estos modelos aparece a continuación.

### **DORNBUSH (1980):**

Este modelo se ha obtenido de un trabajo que usa como base de su análisis la relación entre las exportaciones y el tipo de cambio real de algunos productos de exportación de Uruguay<sup>8</sup>, los productos intercambiados son seleccionados por su importancia en sus exportaciones totales para el periodo comprendido entre 1993 y 2011. La variable endógena está en niveles y la forma funcional es lineal. Las variables explicativas son los precios relativos, la renta mundial y el tipo de cambio nominal.

---

<sup>7</sup> En Boletín Económico Banco de España (Diciembre 2008): la Nueva Teoría del Comercio Internacional enfatiza la importancia que puede llegar a tener el desarrollo tecnológico en la determinación de los flujos comerciales.

<sup>8</sup> Brunini. A, Mordecki. G y Ramirez.L., (Diciembre 2013): “*Exports and real Exchange rates in a small open economy*”. Instituto de economía de Uruguay DT 15/2013.

El modelo inicial de Dornbush es más simple y supone una economía con dos bienes, uno de ellos es intercambiable con el exterior y un segundo bien no es intercambiable con el exterior en una economía abierta. La demanda externa es una función del tipo de cambio real que representa el precio relativo de los precios internos en relación con los precios internacionales. Es la variable endógena la que permite que se ajusten la oferta y la demanda del mercado de las exportaciones.

**MARQUEZ Y MCNEILLY (1988):**

Este artículo realiza un estudio de las elasticidades precio e ingreso para los países desarrollados no exportadores de petróleo con datos comprendidos entre 1973 y 1984. La forma de la variable es en niveles y la forma funcional es logarítmica. Las variables explicativas son los precios relativos o TCR y el PIB del destino de las exportaciones.

**BAHMANI-OSKOOEE Y NIROOMAND (1998):**

Este artículo realiza un análisis de la estimación de elasticidades del comercio para treinta países de todo el mundo con datos comprendidos entre 1960 y 1992. La forma de la variable es en niveles y la forma funcional es logarítmica. Las variables explicativas son los ingresos del resto del mundo, el precio de las exportaciones y el tipo de cambio nominal.

**SENHADJI Y MONTENEGRO (1999):**

Este artículo presenta un resumen del comportamiento del sector exterior ruso para el período comprendido entre 1960 y 2008. Realizan un estudio de las elasticidades de las funciones de demanda de exportaciones con los datos de cincuenta y tres países de todo el mundo. La forma de la variable es en niveles y la forma funcional es logarítmica. Las variables explicativas son los precios de las exportaciones en términos del país extranjero y el PIB del país al cual exportamos.

**HOOPER, JOHNSON Y MARQUEZ (2000):**

Este artículo realiza un estudio de las elasticidades de las funciones convencionales de comercio exterior para los países del G-7 con datos comprendidos entre 1970 y 1997. La forma de la variable es en niveles y la forma funcional es lineal. Las variables explicativas son el PIB del lugar de exportación y los precios relativos de las exportaciones.

**FERNÁNDEZ Y SEBASTIÁN (1991):**

Este artículo realiza un estudio de las funciones de exportación de la economía Española con datos comprendidos entre 1964 y 1992. Tiene como finalidad evaluar las diversas elasticidades-renta y elasticidades-precio de España tras su incorporación a la CEE. La forma de la variable es en niveles y la forma funcional es logarítmica. Las variables explicativas son los precios relativos, las exportaciones de bienes y servicios sin incluir las importaciones que dependen de la renta exterior y además, incluye una variable de presión de la demanda. Esta última variable representa el grado de uso de la capacidad productiva con la idea de que se atiende antes al mercado interno que al externo si aumentase la demanda.

**ROHR Y FERNÁNDEZ (2008):**

Este artículo presenta un resumen del comportamiento del sector exterior ruso para el período comprendido entre 1960 y 2008. La forma de la variable es en niveles y la forma funcional es lineal. Las variables explicativas son la renta del área demandante, en este estudio se incluye el PIB mundial, el precio de las exportaciones y el PIB del área exportadora como informadora de la capacidad de absorción de la economía sobre los productos de exportación.

**CABEZAS, SELAIVE Y BECERRA (2004):**

Este artículo analiza la evolución del tipo de cambio y las exportaciones de la economía de Chile para el período comprendido entre 1990 y 2001. La forma de la variable es en niveles y la forma funcional es doblemente logarítmica. Las variables explicativas son el tipo de cambio real y el PIB del área a la cual exporta.

**ARAVENA (2005):**

Este artículo analiza modelos econométricos para la generación de predicciones de corto y mediano plazo de las exportaciones e importaciones de bienes y servicios de Argentina y Chile para el período comprendido entre 1996 y 2004. La forma de la variable es en niveles y la forma funcional es doblemente logarítmica. Las variables explicativas son los precios relativos y los ingresos o demandas del resto del mundo.

En todos los modelos la variable endógena representa las exportaciones totales del país al área del país y está medida en precios constantes. Las variables explicativas en la mayoría de los modelos son el PIB del país o área importadora y los precios relativos

como variable que mide la competitividad. La forma funcional usada en los modelos más recientes es la logarítmica. Por ello, este estudio de la demanda de exportaciones de bienes y servicios de España a Francia tiene una forma funcional doblemente logarítmica y las variables explicativas son el PIB de Francia y los precios relativos de exportación.

## **6. OBTENCIÓN DE DATOS.**

En este apartado se expone la procedencia y elaboración de las variables que forman parte de la función de demanda de las exportaciones.

Todas las variables han sido obtenidas de la web del Ministerio de Economía y Competitividad a excepción del deflactor de las exportaciones, este deflactor se ha obtenido en la página web [www.temática.org](http://www.temática.org) en la cual hay series de indicadores de coyuntura económica y síntesis de indicadores económicos.

Las características de las variables obtenidas son:

- a) La variable de demanda Francesa obtenida es el PIB de Francia. Sus unidades son miles de millones de euros del 2010, a precios constantes del 2010. La serie es trimestral. La periodicidad es de 1950: 1 a 2015: 3.
- b) Aunque la conclusión del marco analítico haya sido que los precios relativos de exportación sean los que mejor reflejen la competitividad de España en materia de exportaciones, la variable más cercana obtenida ha sido los precios de producción relativos en moneda nacional España/Francia. (Siendo conscientes de que no es la variable más apropiada a falta de la variable original). Sus unidades son un índice 2000=100. La serie es mensual. La periodicidad es de 2005: 1 a 2015: 10.
- c) La variable explicativa son las exportaciones a Francia. Sus unidades son miles de euros. La serie es mensual. La periodicidad es de 1960: 1 a 2015: 10.
- d) El deflactor de las exportaciones totales españolas. Sus unidades son un índice 2010=100. La serie es trimestral. La periodicidad es de 1995: 1 a 2015: 3.

Una vez obtenidas todas estas series se resuelve el problema de periodicidad de los datos. La periodicidad de los datos se determina trimestralizando las series que son mensuales debido que la serie del PIB y el deflactor son trimestrales. Por un lado, la serie exportaciones a Francia se trimestraliza sumando las tres mensualidades para



poder obtener su valor en miles de millones de euros trimestrales. Por otro lado, los precios de producción relativos se trimestralizan realizando un promedio de los datos mensuales.

Además, debido a la diferencia de periodicidad entre las variables, se acota la serie precios de producción relativos desde el primer trimestre de 2005 hasta el segundo trimestre de 2015, obteniendo un tamaño muestral de 42 observaciones trimestrales.

Por último, dado que la variable exportaciones a Francia está medida a precios corrientes, se deflacta con el deflactor de las exportaciones. De esta manera la variable pasa a estar medida a precios constantes.

Para comenzar con el análisis de estas series realizamos la inclusión de logaritmos a todas las variables. De esta manera evitaremos problemas con la varianza y los parámetros de posición del modelo podrán ser interpretados como elasticidades.

## **7. ANÁLISIS ECONÓMETRICO.**

En este apartado se realiza un análisis empírico de las variables con el fin de obtener un modelo final que permita explicar el comportamiento de la demanda de exportaciones. Este modelo final es obtenido a través de un análisis econométrico que comienza con el estudio individual de las variables objeto de estudio.

Todas las series objeto de estudio son series temporales y para su análisis individual, en la primera etapa se identifica la estacionariedad de las series. El análisis estacionario se realiza con la metodología basada en el análisis de los gráficos y los correlogramas de las series temporales y el contraste de Dickey-Fuller, con el objetivo de determinar componentes deterministas y estocásticos propios de cada variable. Una vez identificadas las variables se estudia la existencia de tendencias estocásticas comunes entre dichas series, es decir, se realiza un contraste de cointegración.

A continuación, se estiman modelos teniendo en cuenta las estructuras de las series y la presencia o no de cointegración. Si existe cointegración, los modelos se estiman a través de modelos que incluyen un mecanismo de corrección del error (MCE). Si no existe cointegración, los modelos se estiman con modelos autorregresivos vectoriales (VAR). Estos modelos son estimados, contrastados y validados.

Finalmente, tras realizar las estimaciones de los modelos, se contrastarán y se validarán con el objetivo de obtener los que mejor expliquen las exportaciones.

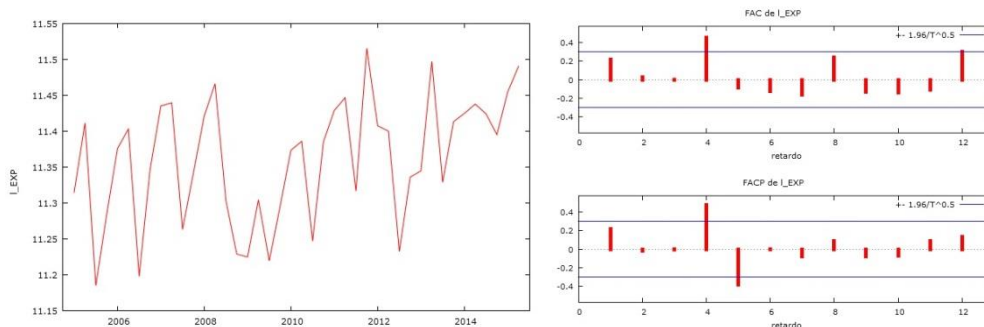
## 7.1 FASE DE ESPECIFICACIÓN.

### 7.1.1 Análisis gráfico de las series.

En esta parte se analiza la estacionariedad o no estacionariedad de cada serie en niveles y de sus diferencias a través de los análisis de los gráficos, de sus varianzas y de las funciones de autocorrelación (FAC) y autocorrelación parcial (FACP), que aparecen en los correlogramas. A través de los gráficos podemos observar si existe tendencia determinista, a través de los correlogramas podemos observar el carácter estacionario o no de la variable.

*Exportaciones de España a Francia a precios constantes en términos logarítmicos.*

Gráfico y correlograma de la serie temporal exportaciones de España a Francia a precios constante en términos logarítmicos:



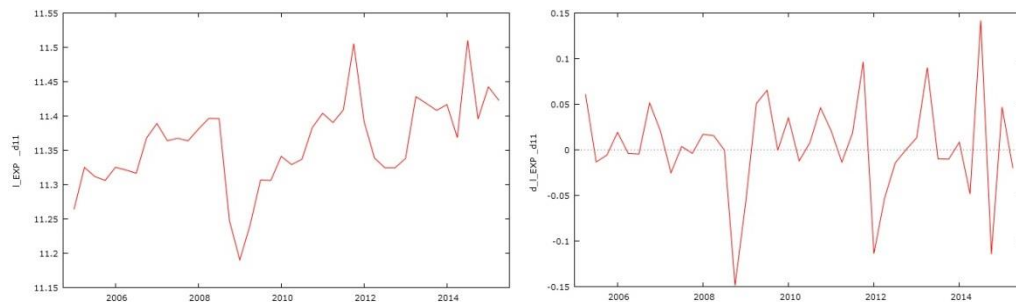
A la vista del gráfico la serie original en logaritmos, parece existir una fluctuación periódica con una dispersión entre los períodos similar. Esto es síntoma de un problema de estacionalidad.

A la vista del correlograma, el cuarto, octavo y doceavo coeficientes de la función de autocorrelación muestra la presencia de un componente estacional en la serie. Tras la detección de esta fluctuación cada aproximadamente cuatro periodos, se realiza una desestacionalización de la serie para poder continuar con su análisis.

Para realizar la desestacionalización de la serie se ha utilizado el programa ARIMA-X-12<sup>9</sup> de Gretl ya que es un programa especializado en el análisis de series temporales estacionales. Esta metodología se basa en el cálculo de promedios móviles sustentados bajo el dominio del tiempo o de frecuencias, logrando un ajuste estacional con el desarrollo de un sistema de factores que explican la variación estacional de una serie.

<sup>9</sup> Ver “X12 ARIMA Reference Manual”, U.S. Census Bureau”, 2007.

Gráficos de la serie temporal en niveles y primera diferencia de las exportaciones de España a Francia a precios constante en términos logarítmicos desestacionalizada:



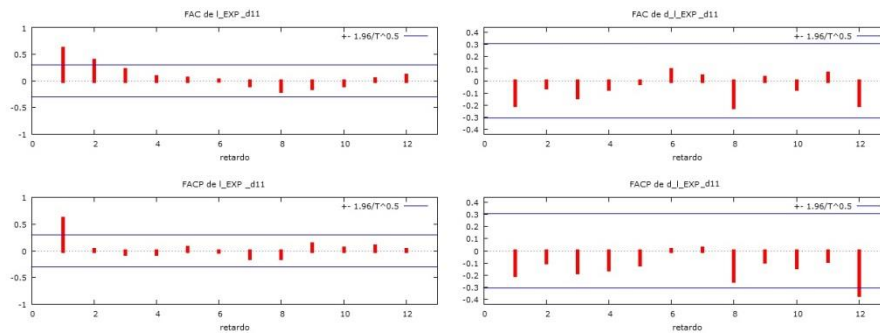
Serie original  $l\_EXP$ , desviación típica 0,0638.

Serie diferenciada  $d\_l\_EXP$ , desviación típica 0,0540.

A la vista del gráfico de la serie original en logaritmos una vez desestacionalizada, la serie posee una pauta creciente hasta el 2008. En este año se produce una ruptura estructural y la serie decrece hasta sus niveles más bajos, recuperándose e incrementándose en un periodo de tiempo relativamente corto hasta finales del 2011, donde vuelve a decrecer pero sin llegar a los valores del 2008. Estas rupturas se deben a la crisis económica comenzada en el 2008 y a la desaceleración del comercio y del crecimiento de la economía Francesa en el 2011. Este tipo de comportamiento sugiere que la serie no sea estacionaria, ya que por las condiciones de estacionariedad, su comportamiento debería situarse en media en torno a un valor constante. A pesar de las rupturas, los valores parecen seguir una pauta creciente en el tiempo, por lo tanto la variable muestra una tendencia determinista debido a su tendencia ascendente. En relación con la varianza, se podría afirmar que la dispersión de la misma en torno a la media es constante a lo largo del período.

A la vista del gráfico de la serie diferenciada, la pauta tendencial ha desaparecido, por lo tanto la tendencia determinista de la serie sin diferenciar es lineal. El comportamiento de la primera diferencia es más regular porque los valores oscilan en torno a valores cercanos a cero, con alguna amplitud más o menos similar en torno a valores positivos y negativos. Este comportamiento se rompe al llegar a los años en los que existen rupturas. En cualquier caso, la varianza muestral disminuye al realizar la primera diferencia, muestra de aproximación al nivel óptimo de diferenciación.

Correlogramas de la serie temporal en niveles y primera diferencia de las exportaciones de España a Francia a precios constantes en términos logarítmicos desestacionalizada:

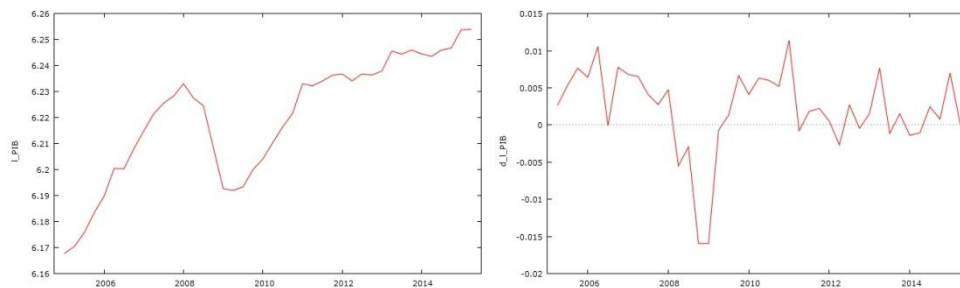


En el análisis del correlograma de la serie original, los valores de la función de autocorrelación poseen un decrecimiento rápido hacia cero. La función de autocorrelación parcial posee un primer valor que no es cercano a la unidad. Por lo tanto la serie original parece ser estacionaria.

En el análisis del correlograma de la serie diferenciada, los coeficientes de la función de autocorrelación y de la función de autocorrelación parcial giran en torno a cero, con tan solo un valor que sobresale de las bandas de significación. Por lo tanto, la serie parece ser estacionaria tanto en su versión original como en su primera diferencia. Debido a que dicha diferenciación ya parece ser estacionaria no es necesario realizar una segunda diferenciación.

*PIB a precios constantes de Francia en términos logarítmicos.*

Gráficos de la serie temporal en niveles y primera diferencia del PIB a precios constantes de Francia en términos logarítmicos:



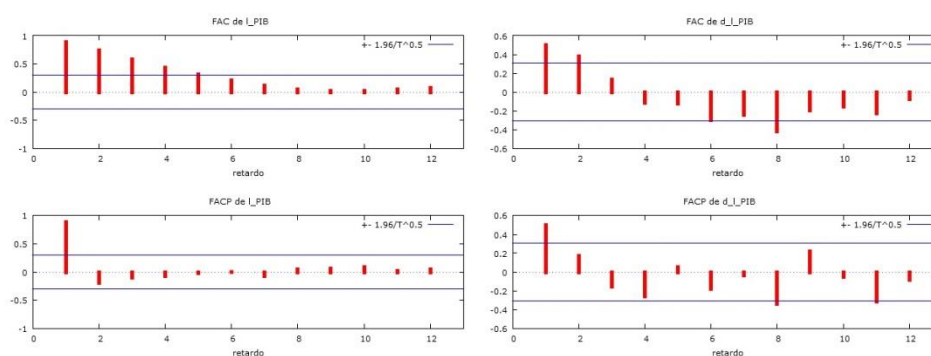
Serie original l\_PIB, desviación típica 0,0235.

Serie diferenciada d\_l\_PIB, desviación típica 0,0235.

A la vista del gráfico de la serie original en logaritmos, existe una pauta tendencial que se ve interrumpida en el 2008, donde se produce un decrecimiento de los valores de la serie y que comienza a despuntar a comienzos del año 2010, recuperando e incluso superando los valores de la serie antes del decrecimiento en el 2008. Este comportamiento se debe a la crisis económica iniciada en el 2008. A pesar de este decrecimiento, los valores en su conjunto están en una función en torno al tiempo, por lo tanto la variable muestra una tendencia determinista debido a su tendencia ascendente. Sin embargo, no será estacionaria en media por su tendencia lineal. En relación con la varianza, se podría afirmar que la dispersión de la misma en torno a la media es constante a lo largo del período.

A la vista del gráfico de la serie diferenciada, la pauta tendencial desaparece, por lo tanto la tendencia determinista de la serie sin diferenciar es lineal. La primera diferencia de la serie original se aproxima más que el modelo sin diferenciar a ser estacionaria en media debido a que los valores oscilan en torno al cero con valores positivos y negativos. La varianza parece girar en torno a la media a lo largo del período a pesar de que la dispersión sea mayor que la variable en niveles. En cualquier caso, la varianza muestral disminuye al realizar la primera diferencia, muestra de aproximación al nivel óptimo de diferenciación.

Correlogramas de la serie temporal en niveles y primera diferencia del PIB a precios constantes de Francia en términos logarítmicos:

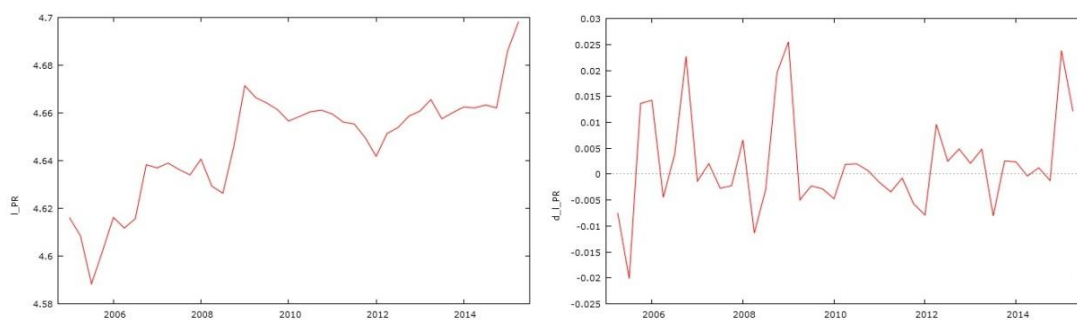


En el análisis del correlograma de la serie original, la función de autocorrelación muestra cómo sus valores poseen un decrecimiento lento y amortiguado hacia cero y sin llegar a anularse. La función de autocorrelación parcial posee un primer valor cercano a la unidad y el resto de observaciones giran en torno a cero. Este comportamiento reafirma que la serie original no es estacionaria.

En el análisis del correlograma de la serie diferenciada, los coeficientes de la función de autocorrelación y de la función de autocorrelación parcial no decrecen lentamente, ni su primer valor está cerca de la unidad. Además, ningún valor de dichas funciones sobrepasa las bandas de significación, dando a entender que la serie diferenciada puede subyacer un proceso generador de datos característico de un ruido blanco. Por lo tanto, se podría intuir que el proceso ya es estacionario y la serie original será un proceso integrado de orden uno. Debido a que la primera diferenciación ya parece ser estacionaria no es necesario realizar una segunda diferenciación.

*Precios de producción relativos en moneda nacional España/Francia en términos logarítmicos.*

Gráficos de la serie temporal en niveles y primera diferencia de los precios de producción relativos en moneda nacional España/Francia en términos logarítmicos:



Serie original  $l\_PR$ , desviación típica 0,0225.

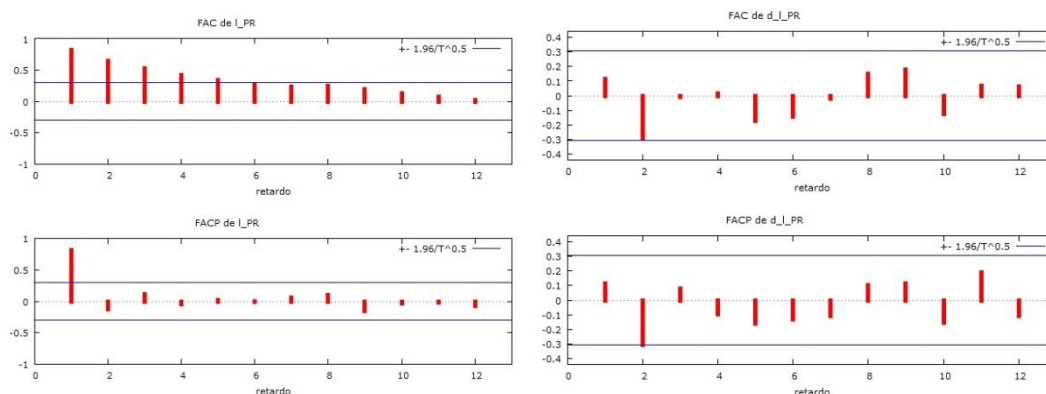
Serie diferenciada  $d\_l\_PR$ , desviación típica 0,0094.

A la vista del gráfico de la serie original en logaritmos, los valores de la serie parecen fluctuar alrededor del mismo valor con períodos de crecimiento y de decrecimiento. Sin embargo, si observamos todos los valores del período en su conjunto, éstos muestran una pauta de crecimiento lenta y ascendente en el tiempo, quizá sea síntoma de una variable con tendencia determinista. En relación con la varianza, se podría afirmar que la dispersión de la misma en torno a la media es constante a lo largo del período.

A la vista del gráfico de la serie diferenciada, se observa la desaparición de la tendencia creciente o eliminación de componentes deterministas. En lo que a estacionariedad se refiere, la serie parece comportarse de manera regular, oscilando en torno a valores cercanos al cero y con amplitudes similares entre los valores negativos y positivos con un pequeño repunte de la serie en la crisis iniciada en el año 2008. En cualquier caso, la

varianza muestral disminuye al realizar la primera diferencia, muestra de aproximación al nivel óptimo de diferenciación.

Correlogramas de la serie temporal en niveles y primera diferencia de los precios de producción relativos en moneda nacional España/Francia en términos logarítmicos:



En el análisis del correlograma de la serie original, la función de autocorrelación muestra cómo sus valores poseen un decrecimiento lento y amortiguado hacia cero sin llegar a anularse. La función de autocorrelación parcial posee un primer valor cercano a la unidad y el resto de observaciones giran en torno a cero. Por lo tanto, la serie original no es estacionaria.

En el análisis del correlograma de la serie diferenciada, los coeficientes de la función de autocorrelación y los coeficientes de la función de autocorrelación parcial no decrecen lentamente ni su primer valor está cerca de la unidad. Además, ningún valor de dichas funciones sobrepasa las bandas de significación, dando a entender que la serie diferenciada puede subyacer un proceso generador de datos característico de un ruido blanco. Por lo tanto, se podría intuir que el proceso ya es estacionario y la serie original será un proceso integrado de orden uno. Debido a que la primera diferenciación ya parece ser estacionaria no es necesario realizar una segunda diferenciación.

### 7.1.2 Estudio del orden de integración de las series a través del contraste aumentado de Dickey-Fuller.

En este apartado se realiza el estudio del orden de integración de las series mediante el contraste de Dickey-Fuller<sup>10</sup>. Éste nos permite contrastar la existencia o no de tendencias estocásticas en las series o lo que es lo mismo, la existencia de raíces unitarias. Debido a que este contraste puede dar problemas relacionados con la

<sup>10</sup> La información teórica del contraste de Dickey-Fuller aparece en el anexo I.

autocorrelación de los residuos, se utiliza el contraste aumentado de Dickey-Fuller de forma que se realizan las iteraciones necesarias para que los residuos de las series objeto de estudio sean ruido blanco. La hipótesis nula del contraste es que la serie sea integrada de orden uno frente a la alternativa de que sea integrada de orden cero. El no rechazo de la hipótesis nula supone concluir que la serie posee tendencia estocástica, la cual habría que eliminar aplicando una diferencia en la serie. El criterio utilizado para la selección de retardos de la ecuación de Dickey-Fuller es el AIC modificado.

*Exportaciones de España a Francia a precios constantes en términos logarítmicos.*

-Contraste de raíz unitaria incluyendo como elementos deterministas una constante y tendencia según su gráfico:

$$H_0: I_{(1)}$$

$$H_1: I_{(0)}$$

```
Contraste aumentado de Dickey-Fuller para l_EXP
Incluyendo un retardo de (1-L) l_EXP_d11
(El máximo fue 9, el criterio AIC modificado)
Tamaño muestral 40
Hipótesis nula de raíz unitaria: a = 1
Con constante y tendencia
Modelo: (1-L) y = b0 + b1*t + (a-1)*y (-1) +... + e
Coef. De autocorrelación de primer orden de e: -0.003
Valor estimado de (a - 1): -0.505895
Estadístico de contraste: tau_ct (1) = -3.09271
Valor p asintótico 0.1079
```

Según el p-valor y bajo un nivel de significación del 5% no se rechazada la hipótesis nula de que la serie original en niveles sea al menos integrada de orden uno, por lo tanto se continúa con la iteración.

-Contraste de raíz unitaria incluyendo como elemento determinista una constante según su gráfico:

$$H_0: I_{(2)}$$

$$H_1: I_{(1)}$$

```
Contraste aumentado de Dickey-Fuller para d_l_EXP
Incluyendo un retardo de (1-L) d_l_EXP_d11
(El máximo fue 9, el criterio AIC modificado)
Tamaño muestral 39
Hipótesis nula de raíz unitaria: a = 1
Contraste con constante
Modelo: (1-L) y = b0 + (a-1)*y (-1) +... + e
Coef. De autocorrelación de primer orden de e: -
0.018
Valor estimado de (a - 1): -1.31973
Estadístico de contraste: tau_c (1) = -5.1494
Valor p asintótico 9.998e-006
```

Según el p-valor y bajo un nivel de significación del 5% se rechazada la hipótesis nula de que la serie es integrada de orden dos. La serie es integrada de orden uno. Por lo tanto, a través del contraste de raíz unitaria Dickey-Fuller aumentado se ha concluido que la serie original es integrada de orden uno.



*PIB de Francia a precios constantes en términos logarítmicos.*

-Contraste de raíz unitaria incluyendo como elementos deterministas una constante y tendencia según su gráfico:

$$H_0: I_{(1)}$$

$$H_1: I_{(0)}$$

```
Contraste aumentado de Dickey-Fuller para l_PIB
Incluyendo un retardo de (1-L) l_PIB
(El máximo fue 9, el criterio AIC modificado)
Tamaño muestral 40
Hipótesis nula de raíz unitaria: a = 1
Con constante y tendencia
Modelo: (1-L) y = b0 + b1*t + (a-1)*y (-1) +... + e
Coef. De autocorrelación de primer orden de e: -
0.221
Valor estimado de (a - 1): -0.174292
Estadístico de contraste: tau ct (1) = -2.93508
```

Según el p-valor y bajo un nivel de significación del 5% no se rechazada la hipótesis nula de que la serie original en niveles sea al menos integrada de orden uno, por lo tanto se continúa con la iteración.

-Contraste de raíz unitaria incluyendo como elemento determinista una constante según su gráfico:

$$H_0: I_{(2)}$$

$$H_1: I_{(1)}$$

```
Contraste aumentado de Dickey-Fuller para d_l_PIB
Incluyendo un retardo de (1-L) d_l_PIB
(El máximo fue 9, el criterio AIC modificado)
Tamaño muestral 39
Hipótesis nula de raíz unitaria: a = 1
Contraste con constante
Modelo: (1-L) y = b0 + (a-1)*y (-1) +... + e
Coef. De autocorrelación de primer orden de e: 0.013
Valor estimado de (a - 1): -0.415366
Estadístico de contraste: tau_c (1) = -2.53372
Valor p asintótico 0.1074
```

Según el p-valor y bajo un nivel de significación del 5% no se rechazada la hipótesis nula de que la serie es al menos integrada de orden dos. A través del contraste de raíz unitaria Dickey-Fuller aumentado se ha concluido que la serie original es al menos integrada de orden dos. Sin embargo, este contraste tiende a no rechazar la hipótesis nula (siendo falsa) si existen rupturas estructurales. Debido a que se observa claramente una ruptura estructural en el gráfico de esta serie, este contraste ha dado lugar a un grado mayor de diferenciación del grado real. Por lo tanto, se considera la serie como integrada de orden uno, tal y como indican los correlogramas y las varianzas de la serie en niveles y su primera diferencia.

*Precios de producción relativos en moneda nacional España/Francia en términos logarítmicos.*

-Contraste de raíz unitaria incluyendo como elementos deterministas una constante y tendencia según su gráfico:

$$H_0: I_{(1)}$$

$$H_1: I_{(0)}$$

```
Contraste aumentado de Dickey-Fuller para l_PR
Incluyendo 6 retardos de (1-L) l_PR
El máximo fue 9, el criterio AIC modificado)
Tamaño muestral 35
Hipótesis nula de raíz unitaria: a = 1
Con constante y tendencia
Modelo: (1-L) y = b0 + b1*t + (a-1)*y (-1) +... + e
Coef. De autocorrelación de primer orden de e: 0.020
Diferencias retardadas: F (6, 26) = 0.887 [0.5188]
Valor estimado de (a - 1): -0.414508
Estadístico de contraste: tau_ct (1) = -2.16034
Valor p asintótico 0.5113
```

Según el p-valor y bajo un nivel de significación del 5% no es rechazada la hipótesis nula de que la serie original en niveles es al menos integrada de orden uno, por lo tanto se continúa con la iteración.

-Contraste de raíz unitaria incluyendo como elemento determinista una constante según su gráfico:

$$H_0: I_{(2)}$$

$$H_1: I_{(1)}$$

```
Contraste aumentado de Dickey-Fuller para d_l_PR
Incluyendo un retardo de (1-L) d_l_PR
El máximo fue 9, el criterio AIC modificado)
Tamaño muestral 39
Hipótesis nula de raíz unitaria: a = 1
Contraste con constante
Modelo: (1-L) y = b0 + (a-1)*y (-1) +... + e
Coef. De autocorrelación de primer orden de e: 0.102
Valor estimado de (a - 1): -1.26845
Estadístico de contraste: tau_c (1) = -6.11192
Valor p asintótico 6.414e-008
```

Según el p-valor y bajo un nivel de significación del 5% se rechaza la hipótesis nula de que la serie es al menos integrada de orden dos. Por lo tanto, a través del contraste de raíz unitaria Dickey-Fuller aumentado se ha concluido que la serie original es integrada de orden uno.

### 7.1.3 Resumen de la fase de especificación.

La tabla que se presenta a continuación recoge las especificaciones del conjunto de contrastes realizados para las exportaciones de España a Francia a precios constantes en términos logarítmicos, el PIB de Francia a precios constantes en términos logarítmicos y los precios de producción relativos en moneda nacional España/Francia en términos logarítmicos.

Tabla 7.1.3 Resultados del orden de integración de las variables. El criterio de selección de retardos de la ecuación de Dickey-Fuller es el AIC modificado.

Contraste para:	Hipótesis nula	Nº retardos	Tamaño muestral	Estadístico	P-valor	Conclusión
1_EXP	I(1)	1	40	-3,093	0,108	No rechazo Ho
	I(2)	1	39	-5,149	9.998e-006	Rechazo Ho
1_PIB	I(1)	1	40	-2.935	0.151	No rechazo Ho
	I(2)	1	39	-2.534	0.107	No rechazo Ho
1_PR	I(1)	6	35	-2.160	0.511	No rechazo Ho
	I(2)	1	39	-6.112	6.414e-008	Rechazo Ho

Todas las series tienen tendencia estocástica y determinista lineal debido a que al realizar la primera diferencia de las series su gráfico pierde dicha tendencia.

Todas las series tienen tendencia estocástica y determinista lineal, por lo tanto son integradas de orden uno y necesitan una diferencia para llegar a ser estacionarias.

Una vez analizado el orden de integración de las variables y debido a que todas ellas poseen tendencia estocástica, es decir, todas son integradas de orden uno, es necesario analizar la posible cointegración de las tendencias estocásticas.

#### 7.1.4 Análisis de cointegración.

En economía muchas de las series objeto de estudio no son estacionarias, sin embargo, muestran una relación estable entre ellas en el largo plazo, lo cual sugiere una relación de equilibrio entre ellas.

El objetivo del análisis de cointegración es encontrar una relación de equilibrio entre las variables a través de la cual la tendencia estocástica de la variable endógena, sea explicada por las tendencias estocásticas de las variables exógenas.

En este apartado se va a analizar si existe esta relación de equilibrio entre ellas, es decir, se procede a analizar la posible cointegración de las tendencias estocásticas de las variables.

Una vez estudiada la posible cointegración o no entre las variables, se especifican varios modelos con el objetivo de elegir aquel que se aproxime más a la variable que estamos estudiando. Esta elección depende del análisis de esfericidad a través del cual se puede

discriminar entre los modelos realizados y analizar aquel que se aproxime más a la realidad.

Para contrastar la existencia de cointegración la literatura propone dos tipos de métodos, los uniecuacionales y los multiecuacionales. Los primeros se basan en el vector de residuos MCO de las posibles regresiones de cointegración. Los multiecuacionales consideran el modelo en su conjunto y adoptan otro tipo de normalización, el método más conocido es el contraste de Johansen. En este trabajo se va a utilizar el método uniecuacional.

El método uniecuacional establece que dos variables están cointegradas si:

1. Todas las variables objeto de estudio poseen el mismo orden de integración.
2. Los residuos de la regresión entre las variables objeto de estudio son estacionarios porque existe una combinación lineal entre ellas de un orden de integrabilidad inferior.

La primera condición se cumple porque en el apartado 7.1.3 se concluye que todas las variables son I (1).

Para realizar el análisis del orden de integración de los residuos se establecen primero las relaciones de cointegración. Debido a que el objetivo de este trabajo es analizar una función de demanda de exportaciones, se establece una única relación de cointegración en la que la variable endógena son las exportaciones y el resto de variables son explicativas.

La relación de cointegración establecida es la siguiente:

$$l\_EXP_t = \beta_1 + \beta_2 l\_PIB_t + \beta_3 l\_PR_t + u_t$$

La estimación de la relación de cointegración es la siguiente:

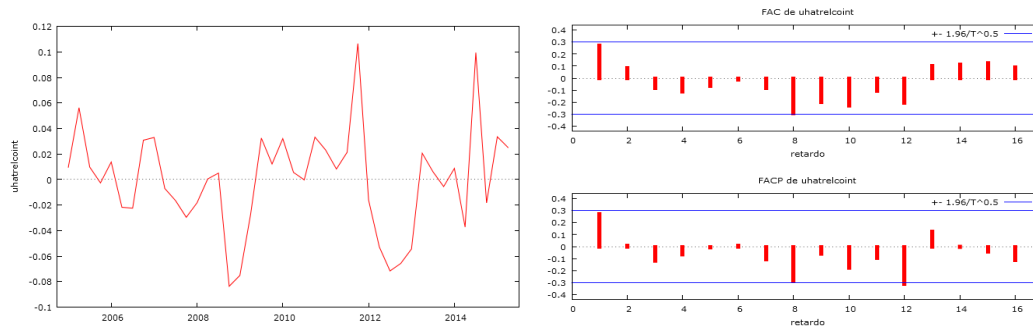
Modelo 1: MCO, usando las observaciones 2005:1-2015:2 (T = 42)

Variable dependiente: l\_EXP

	<i>Coefficiente</i>	<i>Desv. Típica</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Valor p</i>	
Const	-0.214108	1.73363	-0.1235	0.90234	
l_PIB	2.57964	0.35976	7.1705	<0.00001	***
l_PR	-0.962272	0.374196	-2.5716	0.01405	**
Media de la vble. dep.	11.35997		D.T. de la vble. dep.	0.063813	
Suma de cuad. Residuos	0.066652		D.T. de la regresión	0.041340	
R-cuadrado	0.600779		R-cuadrado corregido	0.580307	
F(2, 39)	29.34518		Valor p (de F)	1.67e-08	
Log-verosimilitud	75.76946		Criterio de Akaike	-145.5389	
Criterio de Schwarz	-140.3259		Crit. de Hannan-Quinn	-143.6281	
Rho	0.277857		Durbin-Watson	1.438709	

Para analizar la estacionariedad de los residuos del modelo estimado, es decir, de la relación de cointegración, se analiza el gráfico y correlograma de los residuos de dicha relación y además, se realiza el contraste de raíz unitaria de Dickey-Fuller<sup>11</sup> aumentado sobre los mismos residuos.

Gráfico y correlograma de los residuos de la relación de cointegración:



En el análisis del correlograma, los valores de la función de autocorrelación fluctúan en torno a cero. Además, tan solo un valor sobresale de las bandas de significación, dando a entender que los residuos son ruido blanco, por lo tanto, la serie parece a priori tener un comportamiento estacionario. La conclusión a la vista del gráfico y del correlograma de los residuos es que éstos son estacionarios y las variables están cointegradas. El siguiente paso es ver el resultado del contraste de raíz unitaria.

El criterio utilizado para la selección de retardos de la ecuación de Dickey-Fuller es el AIC modificado. Según el gráfico de los residuos, no se han introducido ni constante ni elementos deterministas en el contraste.

$H_0$ : Las variables no están cointegradas, los residuos son I (1).

$H_1$ : Las variables están cointegradas, los residuos son I (0).

Tabla 7.1.4 Resultado del orden de integración de los residuos de la relación de cointegración.

Contraste para:	Hipótesis nula	Nº retardos	Tamaño muestral	Estadístico	Conclusión
$u_t$	I(1)	1	40	-3,735	No rechazo $H_0$

<sup>11</sup> La información teórica del contraste de Dickey-Fuller aumentado aparece en el anexo I.

El punto crítico de Engle-Granger suponiendo tres variables y un tamaño muestral de 50 es de -3,75 (Engle y Yoo (1987)), por lo tanto  $-3,73 > -3,75$

La hipótesis nula del contraste no se rechaza a un nivel de significación del 5%. Por lo tanto, los residuos de la relación de cointegración no son estacionarios, son  $I(1)$  y a pesar de que las series son integradas del mismo orden los residuos no son de un orden menor. Por lo tanto, las variables no están cointegradas y estamos ante el caso de regresión espuria, en la que tanto los residuos como las variables de la relación de cointegración son del mismo orden.

#### *Conclusiones del análisis de cointegración.*

Las variables están cointegradas según el gráfico y el correlograma de los residuos, sin embargo, las variables no están cointegradas según el contraste de raíz unitaria. Para poder resolver este problema, en el siguiente apartado se decide realizar la especificación de diferentes modelos suponiendo que:

-Las variables no están cointegradas y los modelos se estiman por mínimos cuadrados ordinarios. De estas estimaciones se obtienen los modelos autorregresivos de retardos distribuidos (ARD). En estos modelos la dinámica viene introducida por la incorporación en la estimación de los retardos de todas las variables.

-Las variables están cointegradas y los modelos se estiman por mínimos cuadrados no lineales. De estas estimaciones se obtienen los modelos que incluyen el mecanismo de corrección del error (MCE). Estos modelos incluyen una especificación econométrica que vincula el análisis de equilibrio de largo plazo con la dinámica de ajuste en el corto plazo como una medida de desviación del equilibrio. El hecho de que las variables estén cointegradas, considera la existencia de un proceso de ajuste que evita que los errores crezcan en el largo plazo. Su denominación se debe a la especificación del modelo en el que las desviaciones a largo plazo entre los niveles de las variables, funcionan como un mecanismo que impulsa a los cambios de las variables a acercarse a su nivel de equilibrio cuando se han alejado de éste. Es decir, corrigen los errores de desequilibrio de periodos anteriores de forma gradual.

## **7.2 ESPECIFICACIÓN Y ESTIMACIÓN DE LOS MODELOS.**

Las estimaciones de los modelos (todos ellos doblemente logarítmicos) se han realizado incluyendo hasta cuatro retardos tanto de la variable endógena como de las variables exógenas. Además, con el objetivo de mejorar las estimaciones, se han utilizado

variables ficticias añadidas forma aditiva y multiplicando al incremento del logaritmo de las variables explicativas. Por un lado, estas ficticias se han incluido en los modelos de forma aditiva para saber cómo influyen en las exportaciones los años en los que las variables toman valor uno. Por otro lado, estas ficticias se han introducido en los modelos multiplicando al incremento del logaritmo de las variables explicativas con y sin retardos, estos modelos se realizan para conocer si en los periodos que la variable ficticia toma valor uno, el efecto de las explicativas en la endógena es distinto que en el resto de periodos. Las variables ficticias creadas se explican a continuación.

La primera se ha llamado F1 y toma valor 1 desde 2008: 2 a 2009: 2 y cero el resto de periodos. La inclusión de la variable ficticia F1 se debe a que en estos cinco trimestres la crisis económica y financiera que sacudió la economía mundial, produjo una recesión que dio lugar a la contracción del PIB y de las exportaciones de muchos de los países del mundo, incluido Francia.

La segunda se ha llamado F2 y toma valor 1 desde 2012: 1 a 2013: 1 y 0 resto de periodos. La inclusión de la variable ficticia F2 se debe a que en estos cinco trimestres hay una desaceleración del comercio y crecimiento de la economía Francesa. Estos problemas surgen de un elevado desempleo y poca producción. Los intercambios de la economía francesa con la española, frenan su crecimiento en este período debido a caídas del consumo doméstico y de competitividad. La recuperación de las exportaciones no se produce hasta el segundo trimestre de 2013 en el cual mejora la coyuntura francesa, las ventas españolas valen menos y además, se produce una reactivación del mercado automovilístico (el 30% de las exportaciones españolas a esta economía pertenecen a este sector).

La tercera variable ficticia creada se ha llamado F3 que toma valor 1 desde 2014: 1 a 2014: 3 y 0 resto de periodos. La creación de la variable ficticia F3 se debe a que en el segundo trimestre del año 2014 la ralentización de las principales economías europeas y las consecuencias del conflicto con Rusia, perjudican de forma negativa a las relaciones comerciales entre España y Francia, y por lo tanto a las exportaciones españolas.

### **7.2.1 Especificación, estimación y chequeo de los modelos suponiendo que las variables no están cointegradas.**

Suponiendo que no existe cointegración entre las variables objeto de estudio, en este apartado se especifican diferentes modelos autorregresivos de retardos distribuidos estimados por mínimos cuadrados ordinarios.

Una vez especificados los modelos, se estiman y se realizan los contrastes de esfericidad<sup>12</sup> con la finalidad de poder discriminar aquellos modelos que no son esféricos<sup>13</sup>. Finalmente, de los modelos que superan la etapa de chequeo, se selecciona y presenta el modelo que mejor explica la variable objeto de estudio.

A continuación se presenta una tabla en la que se refleja el mejor modelo ARD. Este modelo incluye las variables explicativas en el periodo  $t$  y en  $t-1$ , además de la variable ficticia  $F2$ . El modelo es seleccionado a través del criterio  $SBIC$ <sup>14</sup> de entre todos los modelos validados, es decir de los modelos que superan la etapa de chequeo. A continuación aparecen:

- a) Las estimaciones de los coeficientes del modelo junto con los  $t$ -ratios respectivos entre paréntesis.
- b) Los valores del contraste LM de no autocorrelación de Breusch Godfrey, incluyendo un orden de uno, dos, tres y cuatro retardos respectivamente.
- c) Los valores del contraste ARCH de homocedasticidad suponiendo estructuras AR (1) y AR (4).
- d) El valor del contraste de Normalidad de Jarque-Bera y el valor del contraste de forma funcional correcta de Reset de Ramsey.
- e) El valor del criterio de selección de modelos  $SBIC$  y el valor del coeficiente de determinación corregido.

Debajo del valor de los estadísticos de contraste aparecen entre corchetes los correspondientes  $p$ -valores.

---

<sup>12</sup> La información teórica de los contrastes aparece en el anexo III.

<sup>13</sup> Los resultados de los modelos ARD que superan el análisis de esfericidad aparecen en el anexo IV.

<sup>14</sup> La información teórica sobre el criterio  $SBIC$  aparece en el anexo III.



$$\Delta \widehat{EXP}_t = 0.0038 + 5.496\Delta \text{PIB}_t - 0.888\Delta \text{PIB}_{t-1} - 1.808\Delta \text{PR}_t + 0.524\Delta \text{PR}_{t-1} - 0.522\Delta \text{EXP}_{t-1} - 0.044F2 + u_t$$

(0.453)      (4.002)      (-0.587)      (-2.077)      (0.722)

(-3.148)      (-2.145)

Tabla 7.2.1. Contrastes y otros datos del modelo seleccionado.

LM(1)	0.694 [0.411]
LM(2)	0.336 [0.716]
LM(3)	1.132 [0.351]
LM(4)	0.837 [0.513]
ARCH (1)	0.0001 [0.992]
ARCH (4)	2.761 [0.599]
J-B	3.962 [0.138]
RESET	1.579 [0.222]
$\overline{R^2}$	0.400
SBIC	122.46

### 7.2.2 Especificación, estimación y chequeo de los modelos suponiendo que las variables están cointegradas.

Suponiendo que existe cointegración entre las tendencias estocásticas de las variables objeto de estudio, en este apartado se especifican diferentes modelos que incluyen el mecanismo de corrección del error (MCE) y se estiman por mínimos cuadrados no lineales.

Una vez especificados los modelos, se estiman y se realizan los contrastes de esfericidad<sup>15</sup> con la finalidad de poder discriminar aquellos modelos que no son esféricos<sup>16</sup>. Finalmente, de los modelos que superan la etapa de chequeo, se selecciona y presenta el modelo que mejor explique la variable objeto de estudio.

<sup>15</sup> La información teórica de los contrastes aparece en el anexo III.

<sup>16</sup> Los resultados de los modelos que incluyen el MCE y que superan el análisis de esfericidad aparecen en el anexo V.

A continuación se presenta una tabla en la que se refleja el mejor modelo que incluye el MCE. Este modelo incluye las variables explicativas en el periodo t y en el mecanismo de corrección del error, todas las variables aparecen en t-1, su coeficiente de ajuste es negativo y además, este modelo incluye la variable ficticia F2. Este modelo es seleccionado a través del criterio SBIC<sup>17</sup> de entre todos los modelos validados, es decir de los modelos que superan la etapa de chequeo. A continuación aparecen:

- a) Las estimaciones de los coeficientes de los modelos junto con los t-ratios respectivos entre paréntesis.
- b) Los valores del contraste LM de no autocorrelación de Ljung-Box, incluyendo un orden de uno, dos, tres y cuatro retardos respectivamente.
- c) Los valores del contraste ARCH de homocedasticidad suponiendo estructuras AR (1) y AR (4).
- d) El valor del contraste de Normalidad de Jarque-Bera.
- e) El valor del criterio de selección de modelos SBIC y el valor del coeficiente de determinación corregido.

Debajo del valor de los estadísticos de contraste aparecen entre corchetes los correspondientes p-valores.

$$\begin{aligned} \widehat{\Delta l\_EXP}_t = & 5.56 \Delta l\_PIB_t - 1.49 \Delta l\_PR_t - 0.94 (l\_EXP_{t-1} + 2.29 - 2.68 l\_PIB_{t-1} + \\ & (5.605) \quad (-2.423) \quad (6.576) \quad (-1.439) \quad (8.093) \\ & 0.65 l\_PR_{t-1}) - 0.05 F2 \\ & (-1.866 \quad (-3.337)) \end{aligned}$$

---

<sup>17</sup> La información teórica sobre el criterio SBIC aparece en el anexo III.

Tabla 7.2.2 Contrastes y otros datos del modelo seleccionado.

LM(1)	0.485 [0.486]
LM(2)	0.495 [0.781]
LM(3)	3.535 [0.316]
LM(4)	3.5370 [0.472]
ARCH (1)	0.196 [0.906]
ARCH (4)	2.0698 [0.355]
J-B	0.946 [0.060]
$\overline{R^2}$	0.6417
SBIC	-146.74

### 7.2.3 Selección del modelo óptimo.

Ambos modelos han superado el análisis de esfericidad. No existen problemas de autocorrelación en los residuos debido a que los residuos de los modelos no están incorrelados. No existen problemas de heterocedasticidad debido a que la varianza del error de las variables endógenas se mantiene a lo largo de las observaciones constantes. Los residuos siguen distribuciones normales y las formas funcionales son correctas.

Inicialmente, el contraste de cointegración estaba dudoso porque el valor obtenido en dicho contraste, estaba entre el límite entre rechazar y no rechazar la hipótesis nula de no cointegración. Ante esta duda nos fijamos en los residuos de la relación de cointegración, que son claramente estacionarios. Además, el coeficiente de ajuste del mecanismo de corrección del error es negativo y significativo en todos los modelos estimados, lo cual confirma la relación de cointegración entre las variables. Por lo tanto, queda seleccionado el modelo que incluye el mecanismo de corrección del error, que además, posee el menor valor del criterio de selección SBIC y el mayor coeficiente de determinación corregido.

La conclusión final es que el mejor modelo es el que incluye el mecanismo de corrección del error con todas las variables en t-1, además de la variable ficticia F2 y las variables explicativas en el periodo t. Este modelo es el que posee el menor SBIC y el mayor coeficiente de determinación corregido de todos los modelos esféricos estimados.

#### 7.2.4 Interpretación económica del modelo seleccionado.

La estimación del modelo que mejor se ajusta a la evolución de las exportaciones es:

$$\begin{aligned} \Delta \widehat{EXP}_t = & 5.56 \Delta l\_PIB_t - 1.49 \Delta l\_PR_t - 0.94 (l\_EXP_{t-1} + 2.29 - 2.68 l\_PIB_{t-1} + \\ & (5.605) \quad (-2.423) \quad (6.576) \quad (-1.439) \quad (8.093) \\ & 0.65 l\_PR_{t-1}) - 0.05 F2 \\ & (-1.866) \quad (-3.337) \end{aligned}$$

Según el modelo estimado, en el corto plazo un aumento de un 1% en la tasa de crecimiento de los precios relativos produce una disminución de la tasa de las exportaciones en un 1.49%. Un aumento de un 1% en la tasa de crecimiento del PIB produce un aumento de la tasa de crecimiento de las exportaciones en un 5.56%. En el largo plazo, un aumento de un 1% en el PIB provoca un aumento de las exportaciones en un 2.68%, menos significativo es el efecto de los precios relativos, ya que un aumento de los precios relativos en un 1% provoca una disminución de las exportaciones en un 0.65%.

La variable ficticia que toma valor 1 desde 2012: 1 a 2013: 1 y 0 resto de períodos tiene un valor de -0,05. Lo cual significa que manteniéndose todas las variables constantes, en el período que la variable ficticia toma valor uno, la variable endógena disminuye un 0,05%.

Tal y como explicaban los autores del siglo XX en sus estudios sobre los determinantes de las funciones de demanda de las exportaciones, tanto precios relativos, como PIB del área a la cual se exporta, influyen a la evolución de las exportaciones. Además, la influencia que produce una variación del PIB sobre las exportaciones es mayor que los precios relativos. La elasticidad precio y elasticidad renta de la demanda de exportaciones de España frente a España tienen los signos esperados. Para confirmar la validez de las elasticidades obtenidas, el siguiente cuadro presenta algunos de los resultados empíricos de elasticidad renta y elasticidad precio de la función de demanda de exportaciones de diferentes países, todos ellos desarrollados por los autores estudiados en el marco analítico de este trabajo.

Tabla 7.2.4 Resultados de los estudios de funciones de exportación.

Autor	País	Elasticidad renta	Elasticidad precio
Senhadji y Montenegro (1999)	Italia	2.26	-0.14
	España	2.86	-0.18
	Reino Unido	1.43	-0.35
	Japón	2.11	-1.27
Sebastián y Fernández (1991)	España	1.86	-1.21
Goldstein y Khan (1978)	Italia	1.96	-3.29
	Alemania	1.80	-0.83
	Reino Unido	0.92	-1.32
	UU.EE	1.01	-2.32

El menor valor elasticidad renta es de 0.92 y el mayor de 2.86. El menor valor elasticidad precio es de -0.14 y el mayor de -3.29. Por lo tanto, las elasticidades obtenidas tanto de renta como de precio se aproximan a las elasticidades estimadas en los modelos analizados en el apartado del marco analítico de este trabajo.

### 7.3 CAPACIDAD PREDICTIVA DEL MODELO.

Una vez seleccionado el mejor modelo en este apartado se va a analizar su capacidad predictiva.

Para realizar el análisis de la capacidad predictiva del modelo seleccionado, el primer paso es limitar el rango de la muestra real hasta 2014: 3. Una vez limitado el rango, se estima el modelo hasta 2014: 3 y se realiza su predicción hasta 2015: 2.

Como los datos reales de los que disponemos, llegan hasta 2015: 2 podemos comparar los datos de la predicción con los datos reales de los que disponemos. De esta manera, con la comparación de los valores reales y los valores predichos, podemos evaluar la calidad de las predicciones.

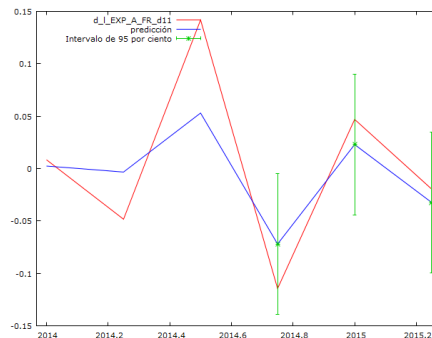
La evaluación cuantitativa de las predicciones obtenidas se puede realizar resumiendo los errores cometidos en la predicción mediante diferentes medidas, en este caso se ha utilizado el error cuadrático medio. Mide el promedio de los error al cuadrado, es decir, la diferencia entre el estimador y lo que se estima. El indicador se define como:

$$ECM = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\hat{Y}_i - Y_i)^2$$

La capacidad predictiva del modelo es tanto mejor cuanto más cerca esté de cero.

Tabla 7.3. Resultados predicción y error absoluto medio porcentual.

	$\Delta l\_EXP_t$	Predicción
2014:4	-0.1144	-0.0719
2015:1	0.0469	0.0229
2015:2	-0.0195	-0.0323



El error cuadrático medio obtenido de la predicción es de 0.00084, por lo tanto diremos que las predicciones que realiza el modelo son las adecuadas.

## 8. CONCLUSIONES.

El desarrollo de este trabajo tiene como finalidad estimar una función de demanda de exportaciones españolas a Francia a través del análisis de su comportamiento y de su evolución en los últimos años.

Para poder analizar el comportamiento de las exportaciones, se realiza un análisis de los factores que determinan los flujos del comercio internacional en la literatura económica y de las diversas teorías de funciones de demanda de exportaciones desarrolladas durante los tres últimos siglos. La mayoría de estas teorías establecen como determinantes más importantes de una función de demanda de exportaciones la variable renta y la variable competitividad. Las conclusiones derivadas de la función de demanda de exportaciones y en concreto, del cálculo de las elasticidades precio y renta estimadas, resultan relevantes para conocer el mecanismo de transmisión ante cambios en competitividad y en volumen de actividad económica sobre la producción de un país.

Una vez determinadas las variables que influyen en el comportamiento de las exportaciones de España a Francia, en nuestro caso el PIB de Francia y los precios relativos de producción en moneda nacional España/Francia, se establece el período de

análisis y se modeliza la función que mejor demuestre cuáles son los componentes que explican la evolución de la demanda de exportaciones.

La función de demanda de exportaciones elegida en este análisis, es obtenida de una batería de modelos de los que se seleccionan tan solo los que superan la etapa de chequeo previamente. Una vez establecida la función de demanda de las exportaciones de la economía española a Francia, se realiza un análisis económico de la misma.

Por un lado, se analiza el tipo de influencia que tiene el PIB de la economía francesa sobre las exportaciones españolas. La elasticidad renta tiene un valor de 2.68, dicho valor indica que las exportaciones españolas a Francia son sensibles a la evolución de la actividad económica de este país. Por otro lado, se analiza el tipo de influencia de los precios relativos de producción en moneda nacional España/Francia sobre las exportaciones. La elasticidad precio de las exportaciones es de -0.65, dicho valor menor a la unidad explica que las variaciones en precios relativos no se trasladan completamente a la demanda de exportaciones.

La función de exportaciones estimada y presentada en este trabajo confirma que la evolución de estas variables puede explicarse de una manera razonable a través de los determinantes tradicionales de renta y competitividad-precio. Además, las elasticidades obtenidas son similares a las elasticidades estimadas en los modelos analizados en algunos de los trabajos presentados en el marco analítico de este trabajo.

Finalmente, se realiza una predicción de los últimos datos de la muestra para analizar su capacidad predictiva, y obtenemos un error cuadrático medio de dicha predicción bajo, por lo tanto, la capacidad predictiva del modelo propuesto es buena.

Cabe señalar que el presente trabajo está limitado por el tamaño muestral y los profundos cambios de la última década en las variables estudiadas, posiblemente, hayan sesgado los resultados obtenidos.

## **9. BIBLIOGRAFÍA Y WEBGRAFÍA.**

### **BIBLIOGRAFÍA.**

ARAVENA, C. (2005): “*Demanda de exportaciones e importaciones de bienes y servicios para Argentina y Chile*”. Serie Estudios estadísticos y prospectivos, 36, 9-12.

- BAHMANI-OSKOOEE, M. y NIROOMANDj, F. (1998): "*Long-Run Price Elasticities and the Marshall-Lerner Condition Revisited*". *Economics Letters*, 61, 101-109.
- BANCO DE ESPAÑA 31 BOLETÍN ECONÓMICO, (Abril 2015): "*Actualización de la función de las exportaciones españolas de bienes*".
- BANCO DE ESPAÑA 47 BOLETÍN ECONÓMICO, (Diciembre 2008): "*Funciones de exportación e importación de la economía española*".
- BANCO DE ESPAÑA 43 BOLETÍN ECONÓMICO, (Mayo 2014): "*Una comparación de la respuesta del sector exterior en las dos últimas recesiones*".
- BREUSCH, T. S. (1978): "*Testing for Autocorrelation in Dynamic Linear Models*". *Australian Economic Papers* 17: 334–355.
- BRUNINI, A, MORDECKI, G Y RAMIREZ, L. (Diciembre 2013): "*Exports and real Exchange rates in a small open economy*". Instituto de economía de Uruguay DT 15/2013.
- BUISÁN, A. y CABALLERO, J. A. (2003): "*Análisis comparado de la demanda de exportación de manufacturas en los países de la UEM*". Documento de Trabajo N° 0322. Banco de España, Madrid, 2003. ISSN: 1579-8666 (edición electrónica).
- CHORÉN, P. y FERNÁNDEZ, J. (2013): "*El comercio exterior de la UE con los países candidatos a la integración. Comparación con el caso de Suiza*".
- CLARO y VALDÉS, F. (2008): "*Tipo de cambio, precios relativos y exportaciones*". Instituto de Economía, Tesis de Magister.
- CABEZAS, M., SELAIVE, J. y BECERRA, G. (2004): "*Determinantes de las exportaciones no minerales: una perspectiva regional*". Documento de trabajo N° 296. Banco Central de Chile.
- DICKEY, D.A., y FULLER, W.A. (1979): "*Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series with a Unit Root*". *Journal of the American Statistical Association*, 74, p. 427–431.
- DORNBUSCH, R. (1980). "*Open Economy Macroeconomics*". Antoni Bosch editor.
- DORNBUSCH, R. (1988). "*Real exchange rates and macroeconomics: a selective survey*". NBER Working paper 2775.
- ENGLE, R. F. (1982): "*Autoregressive Conditional Heteroskedasticity with Estima-*



*tes of the Variance of U.K. Inflation*". *Econometrica*, 50, 987-1007.

ENGLE, R.F., y GRANGER, C.W.J. (1987): "*Cointegration and Error Correction: Representation, Estimation and Testing*". *Econometrica* 55, págs. 251-276.

ESCARTÍN GONZÁLEZ, E. (2004): "*Apuntes sobre Historia del Pensamiento Económico*". Edición Digital Tres.

ESCRIBANO, A. (1995): "*Estudio comparado sobre funciones de exportación e importación en España*". Documento de Trabajo 95-12 Departamento de Estadística y Econometría. Serie de Estadística y Econometría 05, Universidad Carlos III de Madrid, Octubre 1995.

FERNANDEZ I. Y M. SEBASTIAN (1991). "*El sector exterior y la incorporación de España a la CEE: análisis a partir de funciones de exportaciones e importaciones*". *Moneda y Crédito*, 189: 31-73.

GARCÍA, C., GORDO, E., MARTÍNEZ, J y TELLO, P. (2009): "*Una actualización de las funciones de exportación e importación de la economía española.*" Documentos ocasionales N°0905, Banco de España.

GODFREY, L. G. (1978): "*Testing Against General Autoregressive and Moving Average Error Models when the Regressors Include Lagged Dependent Variables*". *Econometrica* 46: 1293-1301.

GOLDSTEIN, M. y KHAN, M. S. (1985): "*Income and Price Effects in Foreign Trade*". En Jones, R.W. y Kenen, P.B. (Eds.), *Handbook of International Economics*, vol. II, North-Holland, Amsterdam.

GONZÁLEZ, R. (2011): "*Diferentes Teorías del Comercio Internacional*". *Tendencias y Nuevos Desarrollos de la Teoría Económica*. Enero-Febrero 2011. N°858 105 ICE.

OHLIN, G. (1933): "*Interregional and International Trade*". Seminar Paper No. 157, The Institute for International Economic Studies, University of Stockholm.

HOOPER, P., JOHNSON, K. y MARQUEZ, J. (2000): "*Trade elasticities for the G-7 countries*". *Princeton Studies in international economics*. N° 58, agosto 2000.

JARQUE, C.M., y BERA, A.K. (1980): "*Efficient tests for normality, homoscedasticity and serial independence of regression residuals*". *Economics Letters* 6 (3): 255-259.

KRUGMAN, P. y OBSTFELD, E. (1997): *“International Economics: Theory and Policy”*. 7ª Edición, Addison-Wesley. Traducción española: *“Economía Internacional: Teoría y Política”*.

LEONTIEF, W (1953): *“Studies in the Structure of the American Economy”*. Oxford University Press, 1953,561pp.

LJUNG, G.M., y BOX, E. P. (1978): *“On a Measure of a Lack of Fit in Time Series Models”*. Biometrika 65 (2): 297–303.

MÁRQUEZ, J. y MCNEILLY, C. (1988): Income and Price elasticities for exports of Developing Countries. The Review of Economics and Statistics, nº 70, pp. 306-314.

RAMSEY, J.B. (1969): *“Tests for Specification Errors in Classical Linear Least Squares Regression Analysis”*. Journal of the Royal Statistical Society Series B 31 (2): 350–371.

RICARDO, D. (1817): *“Principles of Political Economy and Taxation”*. John Murray.

ROHR, M. y FERNÁNDEZ, J. I. (2008): *“Funciones de demanda del comercio exterior: aproximación a una relación a largo plazo para la Federación de Rusia”*. Tesis doctoral. Universidad de Valencia.

SENHADJI, A. y MONTENEGRO, C. (1999): *“Time-Series analysis of Export Demand Equations: A cross country analysis”*, IMF Staff Papers, 46, nº 3.

SMITH, A. (1776): *“An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations”*. W. Strahan & T. Cadell.

SCHWARZ, G.E. (1978): *“Estimating the dimension of a model”*. Annals of Statistics 6 (2): 461–464.

## **WEBGRAFÍA.**

FRANCISCO STEIMBERG (2004): “La nueva teoría del comercio internacional y la política comercial estratégica”. Texto completo en [www.eumed.net/cursecon/liberia/](http://www.eumed.net/cursecon/liberia/)

<http://serviciosede.mineco.gob.es/Indeco/sersie/sersie.aspx>

<http://tematicas.org/>

<http://www.ambafrance-es.org/>

## ANEXO I.

### *Contraste de Dickey-Fuller aumentado:*

El contraste que analiza la posible presencia de tendencias estocásticas en las series es el contraste de Dickey-Fuller Aumentado (DFA). Este contraste se realiza en varias etapas:

1. Identificación del proceso generador de datos (PGD), en esta etapa se especifica el modelo que mejor se ajuste al comportamiento de la serie en función de su gráfico. La literatura propone los siguientes modelos:

a)  $y_t = \phi y_{t-1} + u_t$  ; Este modelo considera que el comportamiento de la variable responde a un modelo autorregresivo sin constante ni tendencia determinista.

b)  $y_t = \alpha + \phi y_{t-1} + u_t$  ; Este modelo considera que el comportamiento de la variable responde a un modelo autorregresivo que gira en torno a una constante.

c)  $y_t = \alpha + \beta t + \phi y_{t-1} + u_t$  ; Este modelo considera que el comportamiento de la variable responde a un modelo con tendencia en el tiempo que gira alrededor de una constante. La serie mantiene una pauta de crecimiento o decrecimiento a lo largo de la muestra.

Para que no exista autocorrelación entre los residuos de las estimaciones del proceso generador de datos, se formula una modelización a estos modelos. Este es el DFA, cuya finalidad es añadir tantos valores de la variable dependiente retardados como sean necesarios para que desaparezcan los problemas de autocorrelación en los residuos. Dependiendo del proceso generador de datos, la estimación del modelo depende. Por ejemplo si nuestro PGD es el modelo con tendencia y constante, la estimación del modelo es:

$$y_t - y_{t-1} = \Delta y_t = \alpha + \beta t + u_t + y_{t-1}(\phi - 1)$$

$$\Delta y_t = \alpha + \beta t + \phi^* y_{t-1} + \sum_{j=1}^p \gamma_j \Delta y_{t-j} + u_t$$

2. Estimación y contraste de la regresión propuesta a través de MCO. Una vez estimado se contrasta la presencia de autocorrelación de los residuos de dicha regresión. Para ello se contrasta la hipótesis nula de no estacionariedad, o lo que es lo mismo, que la serie es integrada de al menos un orden (d), siendo d número de veces que es necesario diferenciar la serie para que sea estacionaria.

$$H_0: \phi^* = 0 \mid |\phi| = 1 \rightarrow I(d)$$

$$H_1: \phi^* < 0 \mid |\phi| < 1 \rightarrow$$

El estadístico de contraste se define como:  $t_{DFA} = \frac{\hat{\phi}^*}{\hat{\sigma}_{\hat{\phi}^*}}$

## ANEXO II.

*Contraste de cointegración:*

El contraste que analiza la posible cointegración de dos variables es el Contraste de Engle y Granger. Dada la existencia de tres variables que son I (1):  $Y_t, X_t, Z_t$ , ambas variables estarán cointegradas si:

$$Y_t - \hat{\beta}_1 - \hat{\beta}_2 x_t - \hat{\beta}_3 z_t = \hat{u}_t \rightarrow \hat{u}_t \text{ es } I(0)$$

Para saber si los residuos son estacionarios se realiza la siguiente regresión:

$$\Delta \hat{u}_t = \phi_1^* \hat{u}_{t-1} + \sum_{i=1}^p \Pi_i \Delta \hat{u}_{t-1} + \varepsilon_t$$

Se contrasta la hipótesis nula de no estacionariedad, es decir los residuos son I (1), frente a la alternativa de estacionariedad de los residuos, es decir los residuos son I (0).

$H_0$ : No estacionariedad  $\phi_1^* = 0$ , no cointegración.

$H_1$ : Estacionariedad  $\phi_1^* \neq 0$ , cointegración.

Dado un nivel de significación 5%, tres variables y suponiendo un tamaño muestral de  $T=50$ , la región crítica es -3.75 (Engle y Yoo (1987)).

## ANEXO III.

*No autocorrelación, Breusch Godfrey:*

El contraste que analiza la existencia de autocorrelación en las perturbaciones de los modelos ARD es el contraste de Breusch-Godfrey.

Se contrasta la hipótesis nula de no autocorrelación en las perturbaciones frente a la alternativa de existencia de autocorrelación, considerando en cada análisis hasta cuatro retardos.

$H_0$ : No autocorrelación de orden p

$H_1$ : Autocorrelación de orden  $p$

El estadístico de contraste se define como:  $LM = TR^2$

El estadístico de contraste se distribuye asintóticamente según una distribución chi-cuadrado de  $p$  grados de libertad, siendo  $p$  el número de retardos de los residuos.  $T$  representa el número de observaciones y  $R^2$  el coeficiente de determinación de la regresión auxiliar de los residuos en función de las explicativas del modelo y los retardos de los residuos. En todos los contrastes se han incorporado hasta 4 retardos de los residuos, dando como resultado estos cuatro contrastes: LM (1), LM (2), LM (3) y LM (4).

Dado un nivel de significación del 5%, la región crítica es:

$LM < \chi^2_{(2)}$  No autocorrelación

$LM > \chi^2_{(2)}$  Autocorrelación

*No autocorrelación, Ljung-Box:*

El contraste que analiza la existencia de autocorrelación en las perturbaciones de los modelos que incluyen el MCE es el contraste de Ljung-Box. Este contraste se basa en el análisis de significación de un conjunto de retardos de los residuos. Si estos residuos son independientes, sus primeras autocorrelaciones son cero, para cualquier valor de  $m$ . Se elige un valor de dicho conjunto de retardos y se estima  $\rho_m = \rho_{(m)}$ .

Se contrasta la hipótesis nula de que las primeras autocorrelaciones no tienen problemas de autocorrelación frente a la alternativa de existencia de autocorrelación.

$H_0$ :  $\rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_m = 0$ , no autocorrelación.

$H_1$ :  $\rho_i \neq 0$  para algún  $i \in \{1, 2, \dots, m\}$ , autocorrelación.

El estadístico de contraste se define como:  $Q' = n(n+2) \sum_{j=1}^p \frac{\hat{\rho}_j^2}{(n+j)}$

Bajo la hipótesis nula, el estadístico de contraste se distribuye aproximadamente según una chi-cuadrado de  $m-1$  grados de libertad. El valor de  $m$  puede ser fijado arbitrariamente pero no debe ser un valor grande. En todos los contrastes se han incluido desde la primera hasta la cuarta autocorrelación.

*Homocedasticidad:*

El contraste que analiza si la varianza de la perturbación aleatoria de los modelos es constante a lo largo de todas las observaciones es el contraste de ARCH. Este contraste se utiliza si las variables del modelo de estudio son series temporales.

La varianza del modelo se supone:  $\sigma_t^2 = \sigma_0 + \sigma_1 u_{t-1}^2 + \dots + \sigma_p u_{t-p}^2$

Se contrasta la hipótesis nula de presencia de homocedasticidad frente a la alternativa de heterocedasticidad.

$H_0$ : Homocedasticidad  $\alpha_1 = \dots = \alpha_p = 0$

$H_1$ : Heterocedasticidad algún  $\alpha_i \neq 0$

El estadístico de contraste se define como:  $LM = TR_{RA}^2 \sim \chi_{(p)}^2$

El estadístico de contraste se distribuye asintóticamente según una distribución chi-cuadrado con p grados de libertad. Los grados de libertad vienen dados por el orden del proceso autorregresivo de los cuadrados de los residuos del modelo, T representa el número de observaciones y  $R^2$  el coeficiente de determinación de la regresión auxiliar del proceso autorregresivo de orden p.

Dado un nivel de significación del 5%, la región crítica es:

$LM < \chi_{(p)}^2$  Homocedasticidad

$LM > \chi_{(p)}^2$  Heterocedasticidad

*Normalidad:*

El contraste que analiza la normalidad de los residuos es el contraste de Jarque-Bera.

Se contrasta la hipótesis nula de normalidad de las perturbaciones frente a la aleatoria de no normalidad.

$H_0$ : Normalidad

$H_1$ : No normalidad

El estadístico de contraste se define como:  $JB = T \left[ \frac{g_1^2}{6} + \frac{g_2^2}{24} \right] \sim \chi_{(2)}^2$

El estadístico de contraste se distribuye asintóticamente según una distribución chi-cuadrado con dos grados de libertad. T representa al número de observaciones,  $g_1$  es el coeficiente de asimetría y  $g_2$  el coeficiente de curtosis de los residuos del modelo.

$$g_1 = \frac{\sum \hat{u}_t^3}{\hat{\sigma}^3} \quad g_2 = \frac{\sum \hat{u}_t^4}{\hat{\sigma}^4} - 3$$

Dado un nivel de significación del 5%, la región crítica es:

$$JB < \chi^2_{(2)} \quad \text{Normalidad}$$

$$JB > \chi^2_{(2)} \quad \text{No normalidad}$$

*Forma funcional:*

El contraste que analiza si la forma funcional de los modelos es correcta y predice que existen errores de omisión de variables relevantes es el contraste de Reset de Ramsey.

Se contrasta la hipótesis nula de forma funcional correcta frente a la alternativa de forma funcional incorrecta.

$H_0$ : Forma funcional correcta.

$H_1$ : Forma funcional incorrecta.

El estadístico de contraste se define como:  $F = \frac{SR_0 + SR_A}{SR_A} \frac{T - k^*}{p - 1}$

El estadístico de contraste se distribuye bajo una F de  $(T - k^*)$ ,  $(p - 1)$  grados de libertad, donde  $k^*$  representa el número total de parámetros de posición de la regresión auxiliar y p es la máxima potencia usada en la regresión auxiliar. El contraste realiza una regresión auxiliar (R.A) en la que se tienen en cuenta los valores estimados de la regresión original, el cuadrado y el cubo de los mismos. El estadístico relaciona  $SR_0$  (suma de los cuadrados de los residuos sujeto a la hipótesis nula) con  $SR_A$  (suma de los cuadrados de los residuos del modelo amplio) y sus respectivos grados de libertad.

*Coefficiente de determinación corregido:*

El coeficiente de determinación corregido ( $\bar{R}^2$ ), compara el poder explicativo de diferentes conjuntos de variables explicativas. Su expresión es:

$$\bar{R}^2 = 1 - \frac{(T-1)}{(T-k)} (1 - R^2)$$

Se utiliza este coeficiente porque el coeficiente de determinación ( $R^2$ ) no tiene en cuenta el número de variables explicativas en relación con el número de observaciones. El valor de éste último no disminuye si aumenta el número de variables explicativas. Sin embargo, el coeficiente de determinación corregido sí que puede disminuir si las nuevas variables carecen de significatividad para determinar la variable endógena.

#### *Criterio SBIC:*

El criterio Bayesiano de Schwartz o SBIC selecciona el modelo más óptimo entre un conjunto de modelos esféricos. Su expresión es:

$$SBIC_i = \ln \widetilde{\sigma}_i^2 + \frac{k_i \ln T}{T}$$

El criterio está basado en la función de probabilidad, en concreto en el valor del logaritmo de la función de verosimilitud del modelo estimado. Según este criterio, el modelo deseado es aquel que tenga un menor valor SBIC.

#### *Significatividad individual de los parámetros:*

El contraste que analiza la importancia de cada variable explicativa elegida para marcar la evolución de la variable endógena, es decir, la significatividad de los parámetros de posición del modelo, es el contraste de significatividad individual de los parámetros.

Se contrasta la hipótesis nula de que los parámetros no son significativos individualmente frente a la alternativa de significatividad individual de los parámetros de posición, realizando tantos contrastes como parámetros existan en el modelo.

$$H_0: \beta_j = 0$$

$$H_1: \beta_j \neq 0$$

El estadístico de contraste se define como:  $t(\beta_j) = \frac{\widehat{\beta}_j}{\widehat{\sigma}_{\beta_j}} \sim t(T - k)$

Bajo la hipótesis nula, el estadístico de contraste se distribuye asintóticamente bajo una t-Student cuyos grados de libertad son la diferencia entre el número de observaciones y el número de parámetros del modelo.

## **ANEXO IV.**

Los t-ratios están entre paréntesis.

Los valores de probabilidad se muestran entre corchetes.



\* implica significatividad estadística al 10%, \*\* al 5% y \*\*\* al 1%.

Explicación de la numeración de los modelos:

- El primer signo de los modelos es uno si el modelo se estima por ARD (no están cointegradas) y dos por mínimos cuadrados no lineales (están cointegradas).
- El segundo signo de los modelos es el número de retardos aplicados a las variables explicativas. Puede ser desde cero hasta cuatro.
- El último signo de los modelos indica la variable ficticia añadida de forma aditiva de la siguiente forma:  $F_t$  y si es de forma multiplicativa de la siguiente forma:  $F_t^*$ .

Modelo ARD amplio:

$$\Delta l\_EXP_t = \beta_1 + \sum_{i=0}^4 \gamma_i \Delta l\_PIB_{t-i} + \sum_{i=0}^4 \delta_i \Delta l\_PR_{t-i} + \sum_{i=1}^4 \varphi_i \Delta l\_EXP_{t-i} + u_t$$

Tabla 1. Estimaciones modelo ARD amplio.

	M11	M12	M13	M14
$\beta_1$	-0.003 (-0.380)	0.0003 (0.034)	-0.002 (-0.256)	-0.003 (-0.378)
$\Delta l\_EXP_{t-1}$	-0.469** (-2.720)	-0.563*** (-3.016)	-0.572*** (-2.833)	-0.605** (-2.742)
$\Delta l\_EXP_{t-2}$		-0.106 (-0.542)	-0.108 (-0.498)	-0.265 (-1.086)
$\Delta l\_EXP_{t-3}$			-0.138 (-0.653)	-0.223 (-0.957)
$\Delta l\_EXP_{t-4}$				-0.379 (-1.456)
$\Delta l\_PIB_t$	5.728*** (3.978)	6.202*** (4.108)	6.415*** (3.968)	6.037*** (3.061)
$\Delta l\_PIB_{t-1}$	-0.831 (-0.522)	0.649 (0.350)	-0.148 (-0.073)	-0.368 (-0.172)
$\Delta l\_PIB_{t-2}$		-2.365 (-1.401)	-2.518 (-1.183)	-2.683 (-1.020)
$\Delta l\_PIB_{t-3}$			2.110 (1.192)	4.304 (1.902)
$\Delta l\_PIB_{t-4}$				-0.157 (-0.068)
$\Delta l\_PR_t$	-1.608* (-1.767)	-1.601 (-1.554)	-1.665 (-1.493)	-1.342 (-1.146)
$\Delta l\_PR_{t-1}$	0.626 (0.822)	-0.096 (-0.096)	0.162944 (0.1342)	-0.969 (-0.708)
$\Delta l\_PR_{t-2}$		0.233 (0.255)	-0.130 (-0.123)	0.962 (0.721)
$\Delta l\_PR_{t-3}$			1.353 (1.429)	0.278 (0.228)
$\Delta l\_PR_{t-4}$				0.938 (0.946)
LM(1)	1.144 [0.292]	0.008 [0.928]	0.357 [0.555]	0.001 [0.970]

LM(2)	0.609 [0.549]	0.313 [0.733]	0.251 [0.779]	0.005 [0.994]
LM(3)	1.630 [0.202]	1.285 [0.299]	1.199 [0.332]	0.129 [0.941]
LM(4)	1.383 [0.263]	1.419 [0.255]	0.873 [0.495]	0.159 [0.955]
ARCH(1)	0.739 [0.389]	2.592 [0.107]	1.039 [0.308]	0.181 [0.669]
ARCH(4)	2.079 [0.721]	3.946 [0.413]	2.906 [0.573]	2.221 [0.695]
J-B	2.583 [0.274]	0.641 [0.725]	0.556 [0.757]	0.556 [0.757]
RESET	2.0263 [0.148]	1.785 [0.186]	2.456 [0.107]	1.254 [0.306]
$\overline{R^2}$	0.3370	0.3557	0.3666	0.3780
SBIC	-120.92	-110.60	-100.35	-90.99

Modelo ARD amplio con la ficticia aditiva  $F_i$  para algún  $i \in \{1,2,3\}$  :  $\Delta l\_EXP_t = \beta_1 + \sum_{i=0}^4 \gamma_i \Delta l\_PIB_{t-i} + \sum_{i=0}^4 \delta_i \Delta l\_PR_{t-i} + \sum_{i=1}^4 \varphi_i \Delta l\_EXP_{t-i} + \alpha_i F_i + u_t$

Tabla 2. Estimaciones modelos ARD con ficticia aditiva.

	M11F1+	M12F1+	M11F2+	M12F2+	M13F2+
$\beta_1$	-0.0056 (-0.484)	-0.003 (-0.301)	0.003 (0.453)	0.0101 (1.124)	0.011 (1.174)
$\Delta l\_EXP_{t-1}$	-0.469** (-2.683)	-0.56*** (-3.001)	-0.522*** (-3.147)	-0.672** (-3.817)	-0.749 (-3.910)
$\Delta l\_EXP_{t-2}$		-0.117 (-0.586)		-0.219 (-1.182)	-0.339 (-1.601)
$\Delta l\_EXP_{t-3}$					-0.301 (-1.518)
$\Delta l\_PIB_t$	6.051*** (3.371)	6.746*** (3.584)	5.49*** (4.001)	6.031*** (4.360)	6.043*** (4.167)
$\Delta l\_PIB_{t-1}$	-0.603 (-0.340)	1.088 (0.524)	-0.888 (-0.586)	0.853 (0.502)	0.773 (0.421)
$\Delta l\_PIB_{t-2}$		-2.440 (-1.422)		-2.426 (-1.570)	-1.731 (-0.900)
$\Delta l\_PIB_{t-3}$					1.131 (0.698)
$\Delta l\_PR_t$	-1.572 (-1.691)	-1.534 (-1.457)	-1.807** (-2.077)	-1.933* (-2.031)	-2.056* (-2.043)
$\Delta l\_PR_{t-1}$	0.585 (0.746)	-0.204 (-0.198)	0.524 (0.722)	-0.613 (-0.658)	-0.579 (-0.518)
$\Delta l\_PR_{t-2}$		0.206 (0.222)		-0.053 (-2.614)	-0.988 (-0.969)
$\Delta l\_PR_{t-3}$					0.901 (1.047)
$F_i$	0.010 (0.309)	0.017 (0.496)	-0.043** (-2.145)	-0.053** (-2.612)	-0.061** (-2.757)
LM(1)	1.168 [0.287]	0.039 [0.844]	0.694 [0.410]	0.010 [0.920]	0.291 [0.594]
LM(2)	0.635 [0.536]	0.198 [0.821]	0.336 [0.717]	0.100 [0.904]	0.139 [0.870]
LM(3)	1.579 [0.214]	1.248 [0.312]	1.132 [0.352]	1.261 [0.308]	0.420 [0.740]

LM(4)	1.335 [0.280]	1.391 [0.265]	0.837 [0.512]	1.034 [0.409]	0.308 [0.869]
ARCH (1)	0.411 [0.521]	1.403 [0.236]	0.0001 [0.991]	0.107 [0.742]	0.044 [0.832]
ARCH (4)	1.710 [0.788]	2.559 [0.634]	2.760 [0.598]	3.471 [0.482]	3.103 [0.540]
J-B	3.407 [0.182]	1.019 [0.600]	3.961 [0.137]	2.140 [0.342]	1.149 [0.562]
RESET	2.462 [0.101]	3.201 [0.056]	1.578 [0.222]	1.602 [0.219]	1.398 [0.267]
$\overline{R^2}$	0.3188	0.3391	0.4003	0.4605	0.4949
SBIC	-117.35	-107.267	-122.46	-115.17	-106.80

Modelo ARD amplio con las ficticias multiplicativas  $Fi\Delta l\_PIB_{t-1}$  y  $Fi\Delta l\_PR_{t-1}$  para algún  $i \in \{1,2,3\}$  :

$$\Delta l\_EXP_t = \beta_1 + \sum_{i=0}^3 \gamma_i \Delta l\_PIB_{t-i} + \sum_{i=0}^3 \delta_i \Delta l\_PR_{t-i} + \sum_{i=1}^3 \varphi_i \Delta l\_EXP_{t-i} + \sum_{i=0}^3 \xi_i Fi\Delta l\_PIB_{t-i} + \sum_{i=0}^3 \psi_i Fi\Delta l\_PR_{t-i} + u_t$$

Modelo ARD amplio con la ficticia aditiva  $F_i$  y las ficticias multiplicativas  $Fi\Delta l\_PIB_{t-1}$  y  $Fi\Delta l\_PR_{t-1}$  para algún  $i \in \{1,2,3\}$  :

$$\Delta l\_EXP_t = \beta_1 + \sum_{i=0}^3 \gamma_i \Delta l\_PIB_{t-i} + \sum_{i=0}^3 \delta_i \Delta l\_PR_{t-i} + \sum_{i=1}^3 \varphi_i \Delta l\_EXP_{t-i} + \alpha_i F_i + \sum_{i=0}^3 \xi_i Fi\Delta l\_PIB_{t-i} + \sum_{i=0}^3 \psi_i Fi\Delta l\_PR_{t-i} + u_t$$

Tabla 3. Estimaciones modelos ARD con ficticia aditiva y multiplicativa.

	M11F1*	M13F1*	M12F2*	M11F1+F1*	M12F2+F2*
$\beta_1$	-0.001 (-0.14)	-0.008 (-0.52)	-0.0003 (-0.02)	-0.002 (-0.236)	0.010 (1.158)
$\Delta l\_EXP_{t-1}$	-0.48** (-2.60)	-0.45* (-1.82)	-0.78*** (-3.27)	-0.460** (-2.486)	-0.824 (-3.933)
$\Delta l\_EXP_{t-2}$		-0.084 (-0.32)	-0.283 (-1.13)		-0.302*** (-1.401)
$\Delta l\_EXP_{t-3}$		-0.101 (-0.39)		5.040** (2.321)	6.116*** (4.282)
$\Delta l\_PIB_t$	5.00** (2.25)	6.483* (2.056)	6.254*** (-1.68)	-1.237 (-0.554)	0.995 (0.565)
$\Delta l\_PIB_{t-1}$	-1.194 (-0.52)	-1.681 (-0.536)	1.286 (-0.58)		-2.335 (-1.527)
$\Delta l\_PIB_{t-2}$		-3.849 (-1.21)	-2.153 (-0.10)	-0.905 (-0.808)	-2.280 (-2.405)
$\Delta l\_PIB_{t-3}$		4.332 (1.453)		0.997 (1.045)	-1.036 (-1.088)
$\Delta l\_PR_t$	-1.058 (-0.93)	-0.486 (-0.28)	-1.80 (-0.78)		-0.526 (-0.612)
$\Delta l\_PR_{t-1}$	1.078 (1.110)	0.341 (0.187)	-0.633 (0.659)		-0.068 (-2.994)
$\Delta l\_PR_{t-2}$		0.186 (0.128)	-0.102 (-0.17)	-29.152 (-1.43)	-37.643 (-0.219)
$\Delta l\_PR_{t-3}$		1.574		-21.976	11.337

		(1.227)		(-1.533)	(0.085)
$F_i^* \Delta l_{PIB_t}$	0.101 (0.021)	-2.236 (-0.28)	-107.0 (-0.54)		25.348 (0.941)
$F_i^* \Delta l_{PIB_{t-1}}$	-2.236 (-0.42)	2.364 (0.327)	34.086 (0.222)	-16.346 (-1.667)	-3.054 (-0.239)
$F_i^* \Delta l_{PIB_{t-2}}$		3.638 (0.278)	39.360 (1.286)	-7.326* (-1.755)	13.418 (0.346)
$F_i^* \Delta l_{PIB_{t-3}}$		-15.35 (-1.03)			4.737 (0.167)
$F_i^* \Delta l_{PR_t}$	-2.325 (-0.93)	-4.627 (-1.13)	-11.33 (-0.78)	0.774 (0.386)	0.676 (0.419)
$F_i^* \Delta l_{PR_{t-1}}$	-2.516 (-0.94)	-2.620 (-0.72)	29.221 (0.65)	0.461 (0.634)	0.491 (0.618)
$F_i^* \Delta l_{PR_{t-2}}$		0.365 (0.041)	-5.824 (-0.17)	1.145 (0.349)	1.066 (0.385)
$F_i^* \Delta l_{PR_{t-3}}$		-8.57 (-0.87)		0.963 (0.444)	1.977 (0.138)
LM(1)	0.493 [0.487]	0.148 [0.705]	0.210 [0.650]	2.488 [ 0.114]	0.003 [0.955]
LM(2)	0.304 [0.740]	0.083 [0.920]	0.703 [0.505]	2.833 [0.586]	1.196 [0.878]
LM(3)	1.124 [0.356]	0.511 [0.680]	1.099 [0.371]	5.401 [0.067]	3.243 [0.197]
LM(4)	0.953 [0.449]	0.358 [0.834]	1.392 [0.272]	1.974 [ 0.158]	1.930 [0.169]
ARCH (1)	1.434 [0.231]	1.297 [0.254]	2.239 [0.134]	2.488 [0.114]	0.003 [0.955]
ARCH (4)	1.826 [0.767]	8.657 [0.070]	4.445 [0.349]	2.833 [0.586]	1.196 [0.878]
J-B	4.017 [0.134]	2.723 [0.256]	1.633 [0.441]	5.401 [0.067]	3.243 [0.197]
RESET	1.688 [0.203]	0.925 [0.416]	1.091 [0.353]	1.974 [0.158]	1.930 [0.169]
$\bar{R}^2$	0.3121	0.304	0.3296	0.3381	0.496
SBIC	-109.7	-81.64	-95.79	-108.91	-104.94

## ANEXO V.

Los t-ratios están entre paréntesis.

Los valores de probabilidad se muestran entre corchetes.

\* implica significatividad estadística al 10%, \*\* al 5% y \*\*\* al 1%.

Explicación de la numeración de los modelos:

- El primer signo de los modelos es uno si el modelo se estima por ARD (no están cointegradas) y dos por mínimos cuadrados no lineales (están cointegradas).
- El segundo signo de los modelos es el número de retardos aplicados a las variables explicativas. Puede ser desde cero hasta tres.

- El último signo de los modelos indica la variable ficticia añadida de forma aditiva de la siguiente forma:  $F_i+$  y si es de forma multiplicativa de la siguiente forma:  $F_i^*$ .

Modelo con MCE amplio:

$$\Delta l\_EXP_t = \sum_{i=0}^3 \gamma_i \Delta l\_PIB_{t-i} + \sum_{i=0}^3 \delta_i \Delta l\_PR_{t-i} + \sum_{i=1}^3 \varphi_i \Delta l\_EXP_{t-i} - \alpha(l\_EXP_{t-i} - \tau_i - \omega_i l\_PIB_{t-i} - \vartheta_i l\_PR_{t-i}) + u_t$$

Modelo con MCE amplio, con ficticia aditiva  $F_i$  para algún  $i \in \{1,2,3\}$  :

$$\Delta l\_EXP_t = \sum_{i=0}^3 \gamma_i \Delta l\_PIB_{t-i} + \sum_{i=0}^3 \delta_i \Delta l\_PR_{t-i} + \sum_{i=1}^3 \varphi_i \Delta l\_EXP_{t-i} - \alpha(l\_EXP_{t-i} - \tau_i - \omega_i l\_PIB_{t-i} - \vartheta_i l\_PR_{t-i}) + \alpha_i F_i + u_t$$

Modelo con MCE amplio, con las ficticias multiplicativas  $F_i \Delta l\_PIB_{t-1}$  y  $F_i \Delta l\_PR_{t-1}$  para algún  $i \in \{1,2,3\}$  :

$$\Delta l\_EXP_t = \sum_{i=0}^3 \gamma_i \Delta l\_PIB_{t-i} + \sum_{i=0}^3 \delta_i \Delta l\_PR_{t-i} + \sum_{i=1}^3 \varphi_i \Delta l\_EXP_{t-i} - \alpha(l\_EXP_{t-i} - \tau_i - \omega_i l\_PIB_{t-i} - \vartheta_i l\_PR_{t-i}) + \sum_{i=0}^3 \xi_i F_i \Delta l\_PIB_{t-i} + \sum_{i=0}^3 \psi_i F_i \Delta l\_PR_{t-i} + u_t$$

Modelo con MCE amplio, con la ficticia aditiva  $F_i$  y las ficticias multiplicativas  $F_i \Delta l\_PIB_{t-1}$  y  $F_i \Delta l\_PR_{t-1}$  para algún  $i \in \{1,2,3\}$  :

$$\Delta l\_EXP_t = \sum_{i=0}^3 \gamma_i \Delta l\_PIB_{t-i} + \sum_{i=0}^3 \delta_i \Delta l\_PR_{t-i} + \sum_{i=1}^3 \varphi_i \Delta l\_EXP_{t-i} - \alpha(l\_EXP_{t-i} - \tau_i - \omega_i l\_PIB_{t-i} - \vartheta_i l\_PR_{t-i}) + \alpha_i F_i + \sum_{i=0}^3 \xi_i F_i \Delta l\_PIB_{t-i} + \sum_{i=0}^3 \psi_i F_i \Delta l\_PR_{t-i} + u_t$$

Tabla 4. Estimaciones modelos con MCE amplio, ficticias aditivas y multiplicativas.

	M21F1+	M22F2 +	M23F2 +	M21F2+	M21F1 *	M11F1+F1 *	M23F2+F2 *
$\alpha$	0.86*** (3.173)	-1.979 (-0.767)	-2.798 (0.73)	0.943 (6.5)***	0.80*** (2.868)	(0.815)*** (2.888)	-2.802 (-0.766)
$\tau_i$	0.602 (0.238)	0.95*** (2.844)	0.858* (1.93)	-2.296 (-1.439)	1.912 (0.616)	1.720 (0.561)	0.926* (1.840)
$l\_PIB_{t-i}$	1.652 (2.811)	1.94*** (3.458)	1.440 (1.67)	2.68 (8.09)** *	1.119 (1.346)	1.277 (1.563)	1.55* (1.8614)
$l\_PR_{t-i}$	0.104** * (0.152)	0.270 (0.396)	1.116 (0.86)	-0.657 (-1.866)*	0.536 (0.634)	0.366 (0.440)	0.971 (0.781)
$\Delta l\_EXP_{t-1}$	0.062 (0.301)	0.018 (0.062)	0.017 (0.04)		-0.039 (-0.17)	-0.017 (-0.079)	-0.025 (-0.060)
$\Delta l\_EXP_{t-2}$		-0.053 (-0.22)	-0.049 (-0.14)				-0.059 (-0.169)

$\Delta l\_EXP_{t-3}$			-0.241 (-.816)				-0.231 (-0.748)
$\Delta l\_PIB_{t-1}$	1.955 (0.987)	3.212* (1.719)	1.970 (0.909)	5.560 (5.6)***	0.638 (0.252)	0.669 (0.262)	2.421 (1.032)
$\Delta l\_PIB_{t-2}$		1.241 (0.669)	1.568 (0.689)				1.489 (0.612)
$\Delta l\_PIB_{t-3}$			3.390 (1.511)				3.269 (1.393)
$\Delta l\_PR_{t-1}$	-0.411 (-0.47)	-0.861 (-0.778)	-0.57 (-.44)	-1.497 (-2.42)**	0.135 (0.128)	0.187 (0.176)	-0.667 (-0.492)
$\Delta l\_PR_{t-2}$		0.254 (0.269)	-0.107 (-0.09)				-0.128 (-0.105)
$\Delta l\_PR_{t-3}$			0.233 (0.22)				0.232 (0.213)
$F_i$	-0.0404 (-1.35)	-0.049* (-2.036)	-0.042 (-0.46)	-0.055 (-3.3)***		-0.029 (-0.702)	-0.0368 (-1.139)
$F_i^*$ $\Delta l\_PIB_{t-1}$					6.030 (1.203)	2.580 (0.366)	-1.280 (-0.073)
$F_i^*\Delta l\_PR_{t-1}$					-0.563 (-0.21)	-1.501 (-0.504)	-3.243 (-0.564)
LM(1)	0.175 [0.676]	0.069 [0.792]	0.039 [0.842]	0.485 [0.486]	0.054 [0.815]	0.0181 [0.893]	0.004 [0.946]
LM(2)	0.962 [0.618]	0.813 [0.666]	0.584 [0.74]	0.495 [0.781]	0.317 [0.853]	0.580 [0.748]	0.902 [0.637]
LM(3)	1.009 [0.799]	0.944 [0.815]	0.716 [0.86]	3.535 [0.316]	0.411 [0.938]	0.730 [0.866]	0.928 [0.818]
LM(4)	1.478 [0.830]	0.969 [0.914]	0.865 [0.92]	3.5370 [0.472]	0.795 [0.939]	1.127 [0.890]	1.041 [0.903]
ARCH (1)	0.269 [0.876]	0.116 [0.943]	0.021 [0.989]	0.196 [0.906]	0.0217 [0.989]	0.067 [0.966]	0.0029 [0.998]
ARCH (4)	1.442 [0.486]	0.677 [0.712]	2.376 [0.304]	2.0698 [0.355]	2.6074 [0.271]	0.5447 [0.761]	2.3859 [0.303]
J-B	5.706 [0.058]	4.165 [0.124]	4.165 [0.12]	0.946 [0.06]	5.889 [0.052]	5.039 [0.08]	3.443 [0.178]
$\overline{R^2}$	0.2858	0.293	0.282	0.6417	0.2764	0.2644	0.232
SBIC	-112.99	-102.38	-91.36	-146.74	-110.06	-107.02	-84.82