

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

**PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA  
CUANTIFICACIÓN DE LOS DAÑOS  
DERIVADOS DE INFRACCIONES DE LOS  
ARTÍCULOS 101 Y 102 DEL TFUE:  
APLICACIÓN AL CASO DEL EURIBOR**



JUNTA DE ANDALUCÍA

Agencia de Defensa de la Competencia de Andalucía  
CONSEJERÍA DE ECONOMÍA Y CONOCIMIENTO



**Propuesta metodológica para la  
cuantificación de los daños  
derivados de infracciones de los  
artículos 101 y 102 del TFUE:  
Aplicación al caso del Euribor**

-

Christian Dean Chase Solán  
Cátedra de Política de Competencia  
Universidad de Sevilla



## Contenido

Introducción .....	5
1. La cuantificación de daños y perjuicios derivados de ilícitos en materia de política de competencia. Una aproximación al marco teórico.....	9
1.1. La cuantificación de daños y perjuicios.....	11
1.1.1. Los daños y perjuicios.....	11
1.1.2. Elementos de una cuantificación de daños y perjuicios.....	12
1.1.3. Métodos de estimación de los daños.....	16
2. El <i>Euribor</i> y el Mercado Interbancario.....	23
2.1. El <i>Euribor</i> : Historia, Funcionamiento y Manipulación.....	23
2.1.1. La manipulación.....	25
2.1.2. Los beneficios de la manipulación.....	27
2.2. El Mercado Interbancario.....	31
2.2.1. Características de los mercados interbancarios.....	32
2.2.2. Evolución del mercado interbancario europeo.....	32
3. Estimación del impacto de la actuación del cártel en el <i>Euribor</i> .....	37
3.1. Hipótesis de partida.....	38
3.2. “ <i>Real Time Data</i> ”: Datos preliminares versus datos revisados.....	41
3.2.1. Datos preliminares europeos: Método de recopilación y estadísticos básicos.....	44
3.2.2. Datos del tipo de interés: Eonia y <i>Euribor</i> .....	50
3.3. Modelo factorial dinámico.....	54
3.3.1. Los modelos en el espacio de los estados: notación y nomenclatura básica.....	55
3.3.2. Un modelo de factores aplicado a la economía europea.....	59
3.3.3. Resultados del modelo de factores.....	61
3.4. La estructura temporal de los tipos de interés.....	65
3.4.1. El modelo de la estructura temporal.....	68
3.4.2. Resultados del modelo SUR.....	71
Conclusiones.....	75
Bibliografía.....	79



## Introducción

En este trabajo presentaremos el estudio de un caso específico de cálculo de daños y perjuicios derivados de una infracción del derecho de la competencia: la manipulación del *Euribor*.

Durante un período de casi tres años, algunos de las instituciones que participaban en el proceso de fijación formaron un cártel para manipular los tipos de interés del *Euribor* (Comisión Europea, 2013). La manipulación de un tipo de interés tan importante para la economía europea, y mundial, es una infracción extremadamente grave. Esta acción llevó a las autoridades de competencia a sancionar a los infractores con lo que entonces era una multa récord: 1.2 mil millones de euros.

Hasta el momento no se ha realizado ningún intento de cuantificar las desviaciones del tipo de interés causadas por la acción del cártel. Esta labor es imprescindible ya que determina la vía por la que se han beneficiado las instituciones del cártel y, por lo tanto, el impacto total de la manipulación.

A continuación expondremos el desarrollo del marco jurídico de la aplicación privada del derecho de la competencia para resaltar la gran importancia que tiene la realización de este tipo de trabajos. El avance de esta rama de la defensa de la competencia dependerá de los resultados obtenidos al llevar los pleitos ante los jueces y estos resultados, a su vez, dependen de la calidad de las pruebas aportadas. Es nuestra opinión que la aplicación privada del derecho de la competencia podría convertirse en una herramienta fundamental de la política de la competencia, complementando los esfuerzos de las autoridades nacionales de competencia (ANC) en materia de promoción y disuadiendo a empresas que consideran adoptar prácticas restrictivas.

Por lo tanto, nuestro objetivo será desarrollar, en el marco establecido por las guías de buenas prácticas mencionadas, una metodología que pueda ser aplicado al caso del *Euribor* para facilitar a los interesados emprender demandas a las instituciones infractoras del caso del *Euribor*.

Para ello, construiremos una situación contrafactual, haciendo uso de una combinación de metodologías econométricas, que podrían categorizarse dentro del enfoque de las series temporales o del análisis de regresión, para encontrar cómo habría evolucionado el tipo de interés del *Euribor* si estas instituciones no hubieran alterado su

comportamiento natural. Es importante realizar una precisión: en el presente trabajo no realizaremos ninguna estimación de los daños generados por esta manipulación, sino que nos limitaremos a generar una simulación contrafactual del tipo de interés que, posteriormente, podrá ser utilizado por cualquiera de las partes interesadas en el cálculo de sus daños particulares.

La metodología que emplearemos para nuestro análisis de regresión se asemeja a la utilizada en Lu y Wu (2009), que busca explicar las fluctuaciones en los tipos de interés con datos macroeconómicos. En este trabajo relacionamos los movimientos del *Euribor*, a distintos vencimientos, con la evolución de la economía de algunos países de la UE. Esta metodología puede dividirse en tres elementos: la base de datos preliminares, la estimación de factores económicos y simulación del tipo del *Euribor*.

La primera parte consiste en aplicar un modelo de factores dinámicos basado en la metodología del espacio de los estados (Peña, 2005; Durbin & Koopman, 2005). Esta técnica estadística, muy parecida al análisis factorial utilizado para datos de corte transversal, permite reducir la dimensión de los conjuntos de datos al resumir el comportamiento dinámico de varias series temporales en un número determinado de factores. Esto nos permite trabajar con un modelo econométrico con un número reducido de variables, respetando el principio de parsimonia econométrica.

En nuestro caso, utilizamos dos factores: uno que representa el comportamiento de la economía *real*, es decir, de las variables macroeconómicas de producción, y otra referida a las variables de inflación. El cálculo de estos dos factores se realiza a partir de 16 series macroeconómicas con información de cinco países y cinco indicadores, que se diferencian de otros conjuntos de datos por ser preliminares, es decir, los primeros datos disponibles. Entre los indicadores destacamos el crecimiento del producto interior bruto (PIB) real, la variación del número de empleados asalariados y la evolución de los índices de precios al consumo. La muestra de países incluye las cinco mayores economías de la Unión Europea: Alemania, Reino Unido, Francia, Italia y España.

Las series utilizadas son diarias por lo que cada observación se ubica en el día exacto de su publicación. Esto permite ver el estado de la economía en base a la información disponible en cada momento. Como veremos más adelante, los dos factores que extraemos reflejan la evolución de la economía de la Unión Europea durante los diez años comprendidos entre 2002 y 2011. Por un lado la producción se caracteriza por tener pendiente positiva hasta el año 2008, momento en el que el estallido de la crisis



financiera invierte la tendencia, marcando el inicio de la Gran Recesión. A partir del año 2010 se aprecia el inicio de una recuperación, aunque bastante letárgica. En el lado de la inflación, el factor se mantiene más o menos constante durante el período estudiado, aunque crece algo en los años directamente previos a la crisis financiera para luego comenzar a caer durante el período de recuperación.

La segunda parte de la metodología consiste en modelizar la estructura temporal de los tipos de interés utilizando los factores dinámicos calculados en la primera parte. Nuestro objetivo será utilizar un modelo afin de tipos de interés con condiciones de no arbitraje, que nos permitirá mantener una relación relativamente sencilla entre los factores dinámicos y los tipos de interés (Piassezi, 2010; Ang *et al*, 2003; Rudebusch y Wu, 2008). Sin embargo, en este trabajo no llegaremos a implementar este modelo, si no que plantearemos el modelo teórico, describiendo las dificultades que presenta y detallando como se llevará a cabo su implementación.

Por lo tanto, lo que presentamos aquí es una primera aproximación al análisis de regresión de los tipos de interés y su estructura temporal. Estudiaremos un sistema de ecuaciones lineales que incorporan los dos factores económicos y una variable ficticia que controla por la acción del cártel. En un primer momento tratamos el modelo como uno aparentemente no relacionado, utilizando la metodología SUR (*seemingly unrelated regressions*), para ver qué tipo de interrelaciones existen entre las perturbaciones de los tipos de interés. Para comparar los resultados de la regresión aplicamos también mínimos cuadrados ordinarios, eliminando la posibilidad de interrelación entre las perturbaciones, y encontramos que aunque mejoran algunos indicadores de bondad de ajuste, las estimaciones del modelo SUR tienen mayor validez. Encontramos que conforme aumenta el plazo de vencimiento del tipo de interés, la evolución de la economía pierde importancia en su determinación.

El modelo teórico de la estructura temporal que proponemos puede dividirse en varios pasos. Comenzamos modelizando el comportamiento de la autoridad monetaria y el tipo de interés básico de la economía, el *Eonia*, utilizando una regla monetaria similar a la propuesta por Taylor (1993), que tiene en cuenta las desviaciones de la tasa de inflación y el crecimiento real desde sus respectivos objetivos. Además, también modelizamos un proceso de riesgo generado por las fluctuaciones en el estado de la economía, es decir, de los dos factores dinámicos calculados anteriormente. De la

modelización de la regla monetaria y el riesgo económico de los factores podemos obtener una expresión de los tipos de interés de equilibrio, que son función de los factores económicos extraídos y unos parámetros que dependen del plazo de vencimiento de cada tipo de interés. Planteamos el procedimiento de optimización necesario para llevar a cabo los cálculos, pero no las implementaremos.

El trabajo continuará de la siguiente forma. En el primer capítulo realizamos el análisis de la literatura de la cuantificación de daños y perjuicios, así como una breve exposición de algunos de los cambios en el marco jurídico que han llevado motivado este trabajo. El capítulo finaliza con un resumen de las distintas formas de enfocar las cuantificaciones de daño. En el segundo capítulo llevamos a cabo el análisis sectorial del mercado interbancario, además de estudiar cómo funciona el proceso de fijación del *Euribor* y cómo pudo manipularse. En el tercer capítulo comienza la labor de cuantificar el impacto de la manipulación en el *Euribor*. Comenzamos con la exposición de los datos usados, seguido de la implementación del modelo factorial. Cerramos este capítulo con el análisis de regresión de los tipos de interés.

## **1. La cuantificación de daños y perjuicios derivados de ilícitos en materia de política de competencia. Una aproximación al marco teórico.**

Para la Unión Europea (UE), la competencia es la mejor garantía de que las empresas Europeas puedan aumentar su productividad y maximizar su potencial innovador (Comisión Europea<sup>1</sup>). Esta posición queda plasmada en los artículos 101 y 102 del Tratado de Funcionamiento de la UE (TFUE), que prohíben cualquier acuerdo entre empresas que resulte en menor competencia, así como el abuso de posición dominante de mercado. Sin embargo, hasta muy recientemente la aplicación del derecho de la competencia europea sólo se ha realizado por la acción de las autoridades nacionales de competencia (ANC), es decir, por el sector público.

Aunque existen argumentos a favor de que la aplicación del derecho de la competencia sea pública, basados sobretodo en la capacidad de las autoridades de recolectar información y pruebas (Keske, 2010, p.16-21), las últimas décadas han visto comenzar un proceso cuyo objetivo es fortalecer el papel de la aplicación privada de la política de competencia, tanto en forma de demandas individuales como colectivas (Velasco *et al*, 2011:36-38).

La sentencia del Tribunal de Justicia de las Comunidades Europeas (TJUE) en el caso *Creehan and Courage*<sup>2</sup>, del año 2001, subrayó el derecho de los particulares a reclamar ante los tribunales el resarcimiento de los daños provocados por infracciones ilícitas de competencia. En el año 2005, la Comisión Europea (CE) publicó el *Libro Verde* (2005) sobre los daños causados por infracciones de competencia en el que identificaba los grandes obstáculos a la formación de un mecanismo privado de reparación de daños y perjuicios. Destacan, entre otros, el “total subdesarrollo” de mecanismos de resarcimiento y compensación en el marco jurídico de los países miembros. Este documento fue seguido por el *Libro Blanco* (2008), en el que la CE sugirió algunas medidas concretas para facilitar el acceso de los particulares a mecanismos de resarcimiento.

Sin embargo, los países miembros mostraron un progreso muy limitado en este terreno. Por esto, en 2013 la CE tomó la iniciativa y elaboró una propuesta de directiva

---

1. Citado en Keske, S. (2010, p.149), originalmente incluido en Background to the White Paper

2. Caso C-453/99, sentencia del 20/9/2001

para regular las acciones por daños y perjuicios en materia de competencia que finalmente sería aprobada en noviembre de 2014 (Directiva 2014/104/EU, la Directiva de ahora en adelante). La adopción de la Directiva por los países de la UE aporta a los particulares el marco legal necesario para justificar sus acciones, pero aún se enfrentan a dos retos: por un lado, demostrar la existencia de una infracción y, por otro, cuantificar de los daños que han sufrido.

El primero de éstos tenderá a ser resuelto por las ANC, ya que una vez que éstas hayan abierto expediente y sancionado a una empresa (o varias) quedará probada que se han violado las leyes de competencia. Esto deja en manos de los particulares el segundo: ¿cómo estimar los daños causados por las prácticas anticompetitivas?

Hallar una respuesta a esta pregunta es extremadamente importante. Connor (2014) estima que el coste excesivo generado por los cárteles internacionales entre 1990 y 2013 supera 1,6 billones de dólares, mientras que el valor de las sanciones aplicadas por las ANC asciende a 120 mil millones de dólares. Si tomamos como verdaderas estas cifras, las multas de las autoridades no cubren ni el 10% de los daños provocados por lo que las empresas colusivas, tras ser sancionados, siguen beneficiándose de falsear la competencia. Es de suponer que si tuviéramos en cuenta los daños y las sanciones referentes a prácticas de abuso de posición dominante, estas cifras serían aún mayores. De aquí la necesidad de mecanismos de aplicación privada del derecho de la competencia y de desarrollar las herramientas que permitan llevarla a cabo.

En las demandas por daños y perjuicios es necesario aportar pruebas convincentes de la cuantía alegada. Esto implica calcular el número de afectados (consumidores directos, consumidores indirectos, etc.), la naturaleza de los daños provocados (gasto excesivo o beneficios perdidos debido a un sobreprecio, beneficios perdidos por exclusión del mercado, etc.) y elegir un método que permita realizar estimaciones de estas pérdidas (análisis financiero, de regresión, simulación, etc.), entre otros muchos factores. No existe consenso sobre cómo se ha de proceder a determinar y estimar estos factores, por lo que podemos encontrar distintas metodologías.

A raíz de la adopción de la Directiva, la cuantificación de daños ha tomado protagonismo y ha sido sujeto de estudio de académicos, consultores y ANCs. Comenzaremos ordenando la literatura existente en esta materia y daremos al lector una visión panorámica del estado de la cuantificación de daños y perjuicios.

### 1.1. La cuantificación de daños y perjuicios.

La cuantificación de los daños en casos de competencia se ha estudiado dentro del marco de la aplicación privada del derecho de competencia, como hemos podido ver la breve historia aportada en la sección anterior. Como consecuencia de la novedad de esta metodología (y en el caso de la UE, también la novedad del marco legal), la mayoría de los escritos son de elaboración muy reciente y suelen ser el producto de organizaciones e instituciones, más que de autores académicos.

Los demandantes en un pleito de competencia se encuentran con la obligación de probar tres elementos: la existencia de una infracción del derecho de la competencia, la existencia de daños debido a la infracción y la cuantificación monetaria de estos daños (Rubinfeld, 2009). Este trabajo se centra en el último de estos tres, pero también trataremos el segundo. Esta primera parte de la revisión de la literatura está estructurada de forma que responde a una serie de preguntas. Primero, ¿qué son los daños y perjuicios? ¿Cuál es su naturaleza y cómo se manifiestan? Segundo, ¿qué elementos incluye una cuantificación de daños y perjuicios? Tercero, y último, ¿cómo se calculan éstos?

#### 1.1.1. Los daños y perjuicios.

El derecho de la competencia se fundamenta en el estudio microeconómico de la competencia. Es conocido que los mercados dominados por un monopolista o un cártel generan pérdidas de bienestar a la sociedad (Gravelle y Rees, 2004), siendo éstas los daños objetivo de cuantificación.

Según los artículos 101 y 102 del TFUE, podemos distinguir entre tres tipos de infracciones: la fijación de precios y cuotas de mercado o prácticas exclusivas por un cártel *hardcore*<sup>3</sup>, el abuso de posición dominante de una empresa y las prácticas exclusivas por una empresa dominante. En las demandas privadas por actividades anticompetitivas hablaremos de los daños provocados por el *aumento de los precios* y los daños ocasionados por las *prácticas de exclusión* (Agencia de defensa de la competencia de Andalucía<sup>4</sup>, 2014).

---

3. En castellano se denominan cárteles intrínsecamente nocivos. La definición puede verse en OECD (2000)

4. ADCA, en las siguientes citas.

Los daños por el aumento de los precios corresponden a los estudiados por el análisis clásico del monopolio (o el cártel, si entendemos que las empresas colusorias actúan como una única empresa). Cuando el monopolista fija el precio a un nivel mayor al de competencia, se generan dos efectos. Primero, el aumento del precio obliga a los clientes directos a pagar un precio más alto. Además, si estos clientes no son consumidores finales, sino que son empresas que se dedicarán a la reventa del bien, el aumento del precio también afectará a sus clientes hasta llegar a los consumidores finales. Segundo, se produce un daño por el efecto volumen, que se refiere a la menor compra del bien debido a la reducción del nivel de la demanda al nuevo precio. En términos económicos, estos dos efectos son el *efecto sustitución* y el *efecto renta*, respectivamente (Anderson *et al*, 2007, p. 4).

En el caso de un cliente que es consumidor final, estaríamos hablando de la reducción de su excedente al referirnos a los daños y perjuicios que ha sufrido. Sin embargo, si es un cliente intermedio calificaríamos a los daños como *lucro cesante*. Esta distinción se debe a que una empresa puede seguir obteniendo beneficios a pesar del aumento del precio, pero posiblemente se vean reducidos aquellos. Mientras que un consumidor final emprende la demanda para obtener reparaciones por pérdidas sufridas, un cliente intermedio puede estar demandando por *no haber ganado tanto*. Entenderemos el lucro cesante de la misma forma que la ADCA (2014, p.30-31): la diferencia entre los beneficios que habría obtenido si no hubiera infracción y el beneficio realmente alcanzado.

La acción de un cártel o una empresa dominante también puede consistir en excluir a otras empresas del mercado. Mediante el uso de acuerdos exclusivos, la denegación de suministro u otras prácticas exclusivas, “falsean la competencia con el fin de mejorar o mantener artificialmente su posición en el mercado” (ADCA, 2014, p. 30). Las víctimas directas de las prácticas de exclusión suelen ser empresas, por lo que el daño generado tomará forma de lucro cesante. También pueden llegar a afectar a los consumidores ya que reduce el nivel de competencia, pudiendo llegar a influir en la calidad de los productos, los precios o los niveles de producción.

### **1.1.2. Elementos de una cuantificación de daños y perjuicios.**

El desarrollo de las metodologías de la cuantificación de daños y perjuicios se ha realizado caso por caso, atendiendo a las peculiaridades de cada infracción y las

alegaciones de los distintos demandantes. La variedad de casos posibles es infinita y depende del tipo de empresa, el tipo de práctica anticompetitiva, el tipo de producto y otros muchos factores. Por esta razón, buscar una metodología generalizada de cómo proceder a cuantificar los daños y perjuicios en casos de infracción del derecho de competencia es una tarea inútil. Sin embargo, sí se ha querido intentar homogeneizar las pautas que siguen estas, aunque solo fuera en la manera de presentar los resultados. En este campo el trabajo de referencia es Oxera (2009), que incluye un capítulo dedicado a explicar los pasos necesarios para elaborar una cuantificación de daños y perjuicios. Este estudio será la guía para esta subsección, aunque también mencionaremos otros trabajos.

Como dijimos en nuestra motivación, la aplicación privada del derecho de la competencia permite a los particulares llevar ante un juez sus demandas cuando consideran que han sufrido pérdidas por prácticas anticompetitivas. Su objetivo, como es lógico, es conseguir resarcir estos daños. Por lo tanto una cuantificación de daños y perjuicios es una comparativa entre *lo que ha sido* y *lo que habría sido* en ausencia de la infracción. Siguiendo este razonamiento, podemos dividir la cuantificación de daños en dos fases: determinación del contrafactual y obtención de una valoración final (Oxera, 2009, p. 12).

---

**Tabla 2.1. Fases de una cuantificación de daños y perjuicios**

---

**Fase 1. Determinación del Contrafactual**

- ❖ Responder a las preguntas...
    - ¿Qué tipo de infracción ha habido?
    - ¿De qué carácter son las víctimas?
    - ¿Por qué vías se han causado los daños?
    - ¿Cuáles son las características del mercado?
    - ¿De qué datos se disponen?
- 

**Fase 2. Obtención de una Valoración Final**

- ❖ La cuantía final de los daños depende de...
    - La especificación del contrafactual
    - La duración de las prácticas anticompetitivas
- 

Fuente: Elaboración propia a partir de Oxera (2009)

La primera fase es la de mayor importancia y representa el núcleo de la cuantificación. El contrafactual es la situación en la que no se da ninguna infracción de competencia, es decir, es una situación hipotética que se plantea como un “*si no fuera por...*” para demostrar los efectos de la práctica anticompetitiva. Se trata de realizar un profundo

análisis del caso, identificando todas las circunstancias relevantes para tener una visión clara de qué práctica se ha dado, cómo se ha llevado a cabo, a quiénes ha afectado, etc.

Partiendo de que se conoce cuál ha sido la infracción y quiénes los infractores, el primer paso en la construcción del contrafactual es la identificación de los afectados. Oxera (2009, p. 26) considera que los afectados pueden ser las empresas proveedoras de las infractoras, las empresas competidoras de las infractoras, los clientes directos e indirectos (entendidos de igual forma que antes) y los consumidores finales. Además, también incluye entre su listado de posibles afectados los agentes en otros mercados que, debido a una estrecha vinculación, también hayan sufrido daños. Esto es importante porque nos da una primera indicación de cómo hemos de enfocar nuestra cuantificación, ya las vías que generan los daños y perjuicios difieren según el sujeto estudiado y pueden requerir distintos métodos

Segundo, debemos ver cuál ha sido el mecanismo de transmisión de los daños. Hemos explicado en el punto anterior los tipos de daños y también cómo afectan a los agentes. Reiterando, podemos encontrarnos con daños causados por la manipulación del precio al alza y también con daños causados por la exclusión del mercado. Esto también es importante para saber qué métodos tendremos que utilizar para realizar nuestra estimación, delimitando cada vez más el enfoque.

El último paso es probablemente el más complicado de esta primera fase y consiste en estudiar la estructura del mercado (Oxera, 2009, p.27-29). El tipo de producto, la dimensión del mercado, la regulación existente, etc. son factores determinantes de las relaciones entre los agentes y del nivel de competencia del mercado.

El estudio de Oxera sugiere comenzar identificando el tipo de mercado que tratamos. Según este estudio podemos realizar cinco distinciones entre los mercados. Primero, en cuanto al tipo de producto, que podrá ser un bien intermedio o un bien final. Que sea de un tipo u otro influye en los mecanismos por los que se transmiten los efectos de la práctica anticompetitiva y, por lo tanto, en la dificultad de determinar su impacto. Por ejemplo, si es un bien de consumo final será más sencillo determinar el sobreprecio aplicado que si es un bien intermedio que pasa por una larga cadena de empresas antes de alcanzar los consumidores, donde puede confundirse este sobreprecio con los sucesivos márgenes.



La segunda distinción se hace respecto al estado del mercado. Habrá que determinar si está en fase de crecimiento, si es un mercado maduro o si está en declive. Según Oxera, las infracciones tenderán a ser de mayor duración en mercados maduros. Tercero, es necesario saber el grado de diferenciación del producto. Este es un factor fundamental, ya que determina las relaciones competitivas entre las empresas del mercado. Cuarto, debemos conocer la dimensión geográfica del mercado, tanto por la influencia que tiene ésta en la competencia en el mercado como por los efectos que puede tener sobre la propia cuantificación de los daños (cambios en el tipo de cambio, por ejemplo). El quinto hace distinción entre los mercados tradicionales, de bienes y servicios, y los mercados de licitaciones. La diferencia entre estos dos tipos de mercados requiere que se modelicen de otra forma. Por ejemplo, mientras que un mercado convencional puede modelizarse estimando curvas de oferta y demanda, el análisis de una licitación puede requerir técnicas más complejas, como la aplicación de la teoría de juegos. Además, debido a que las subastas pueden realizarse de manera infrecuente, las prácticas anticompetitivas pueden tener efectos de muy larga duración sobre el mercado.

Al identificar el tipo de mercado podemos estudiar las características básicas de su estructura, como son el número de consumidores y competidores, la facilidad de entrada y salida o la cantidad de bienes sustitutos y complementarios que existen. Estos factores condicionan los procesos de fijación del precio y también las estructuras de costes de los competidores. Otros factores que merecen estudio son la estructura de la empresa, es decir, cómo se realiza la toma de decisiones y la composición de sus finanzas.

Respecto a los datos que se utilizan en la cuantificación, es mejor que nos centramos en la guía de buenas prácticas en la entrega de datos y pruebas económicas de la Dirección General de Competencia de la CE (DGC, 2010). En DGC (2010,p. 7), admite que en muchos casos aparecerán dificultades relacionadas a los datos y la información utilizada en las cuantificaciones debido a su escasez o imprecisión. Sin embargo, ellos consideran que esto no tiene porqué convertirse en un impedimento que frene su realización. La solución está en conocer cómo se elaboran estos datos y entender qué información describen. Además, recuerdan que existe gran número métodos estadísticos que permiten a los economistas encontrar y valorar la calidad de los datos.

La construcción del contrafactual puede ser de gran dificultad pero es necesario que sea de la mayor calidad posible para que las estimaciones de daños tengan la mayor credibilidad posible. Teniendo en cuenta todo esto podemos pasar a escoger una metodología para realizar una simulación de cómo habrían evolucionado los hechos si no se hubiera dado la práctica anticompetitiva.

En la segunda fase del procedimiento de la cuantificación es donde finalmente se obtienen los resultados. Los daños de la práctica se calculan utilizando el modelo de valoración financiera, que funciona de la siguiente manera (Oxera, 2009, p.30-33): obtenido el contrafactual, introducimos los datos de nuestra situación hipotética en lugar de los datos de hecho y, a modo de pérdidas y ganancias, calculamos el resultado. Por ejemplo, si estamos tratando un caso en el que un cártel ha fijado un precio muy alto y es demandado por un consumidor, introduciríamos el precio contrafactual para hallar la diferencia entre lo que pagó y lo que habría pagado sin la infracción. Restando la segunda a la primera, obtenemos los daños.

En el caso de que hubiera más de un demandante o que los daños se generasen por varias vías, sería necesario sumar los resultados individuales para obtener el total de daños y perjuicios. Si además los daños se han prolongado a lo largo de varios períodos, habría que tratarlos como flujos de caja y sería necesario compensar estos resultados por los cambios en el valor del dinero. Esta práctica es muy común en la valoración de activos y la única dificultad que suele conllevar es la elección de la tasa de descuento. En algunas jurisdicciones ésta se fija por reglamento o por ley, mientras que en otras tendrán que ser calculado por los interesados.

### **1.1.3. Métodos de estimación de los daños.**

Las secciones anteriores han tratado los aspectos conceptuales de una cuantificación de daños, así como una breve guía de cómo elaborar una cuantificación de daño pero no hemos mencionado ninguno de los métodos y modelos utilizados para generar los datos del contrafactual.

El estudio de las técnicas de estimación es una de las materias más desarrolladas dentro del campo de la cuantificación, sobre todo desde la publicación del *Libro Blanco* y el comienzo de esta etapa de fomento de la aplicación privada del derecho de la competencia. El trabajo más importante sobre métodos y modelos es la guía encargada por la CE. Oxera (2009), que presenta una lista de técnicas frecuentemente usadas en

demandas por prácticas anticompetitivas. La elaboración de esta sección (capítulo tres del estudio) se realiza a partir de demandas presentadas hasta el momento y expone, sistemáticamente, los tres tipos de técnicas predominantes: métodos basados en el análisis comparativo, métodos basados en el análisis financiero y métodos basados en la estructura de mercado. La guía fue precedida por CEPS *et al* (2007) y Ashurst (2004), también encargado por la CE, en la que se presenta un primer listado de técnicas junto a las principales ventajas e inconvenientes asociados a cada uno

Otros trabajos posteriores, como el de Maier-Rigaud y Schwalbe (2013, p.23-38), han preferido organizar la exposición de las técnicas de otra forma. En vez de estudiar las técnicas según su fundamento metodológico, como en el estudio anterior, presentan las principales técnicas según el tipo de práctica anticompetitiva (cártel, abuso de poder dominante, práctica de exclusión). Esta diferencia en la forma de exposición les permite señalar qué métodos funcionan mejor dadas las circunstancias del caso, así como realizar mayor número de valoraciones respecto a la eficacia de cada uno de los enfoques. En todo caso, predomina la clasificación utilizada por Oxera, tal y como podemos ver en De Connick (2011) y ADCA (2014), y en este trabajo también nos ceñiremos a ella.

#### **1.1.3.1. Método de análisis comparativo.**

Este método consiste en construir el contrafactual utilizando información de mercados, productos y empresas que no han sido afectados por la infracción. Por lo tanto, se intenta realizar la comparación entre un mercado libre de manipulación y el mercado afectado para averiguar el grado de manipulación del precio, descenso de la producción o demanda, etc. Para ello, se tendría que determinar qué mercados pueden asemejarse al afectado y, una vez encontrados, observar cual es es la disponibilidad de datos. Las limitaciones de éstos llevan a que haya tres enfoques distintos dentro del análisis comparativo: el enfoque de sección cruzada, el enfoque de las series temporales y el enfoque de de “*diferencias en diferencias*”.

La primera, de sección cruzada, realiza la comparación entre las empresas, los mercados o los precios en base a una variedad de factores sin tener en cuenta el paso del tiempo. Por ejemplo, podríamos utilizar los datos de una empresa no manipuladora (comparador), es decir, sus ventas, costes, número de clientes o cualquier otro factor relevante al funcionamiento de la misma, para estimar el porcentaje de sobreprecio

existente debido a un abuso. Suponiendo que tenemos estos datos podríamos realizar un simple comparación de estadísticos; usando estadísticos sencillos como medias aritméticas, medianas, modas, varianzas y desviaciones típicas, para calcular los daños causados. Otra opción, aunque de mayor complejidad, es realizar un análisis de regresión sobre los datos. Este procedimiento utiliza técnicas econométricas y relaciona el comportamiento de una variable dependiente, por ejemplo el precio, con una serie de variables explicativas, como podrían ser los costes o la publicidad. Normalmente, se supone que la relación entre estas variables es lineal.

La comparación de estadísticos tiene la ventaja de que es muy sencillo de aplicar. Sin embargo, debemos encontrar una empresa (o un conjunto de empresas) que sean lo suficientemente similar a la infractora para que nuestras conclusiones sean válidas. Otro inconveniente de esta técnica es que supone implícitamente que las discrepancias entre los estadísticos del comparador y el infractor se deben únicamente al comportamiento anticompetitiva, cuando podría haber otros factores. Las técnicas de regresión permiten soslayar esta dificultad, ya que nos permite incluir variables para diferenciar las empresas que manipulan de las que no (variable dicotómica, que toma el valor 0 en el caso de ser infractor y 1 en el caso contrario). Además, estas técnicas permiten aislar el efecto de cada variable explicativa sobre la dependiente. Sin embargo, es posible que existan problemas con los datos, como es la colinealidad o la endogeneidad, que requieran ser tratados para ser utilizados en la regresión. Esto, como es obvio, aumenta el grado de dificultad.

Las series temporales representan el enfoque opuesto al de sección cruzada. Si antes se ignoraba el paso del tiempo para trabajar con otras variables, ahora sólo tenemos en cuenta la evolución de una única variable de interés (precio, producción, etc.) a lo largo del tiempo. Este método puede ser útil si conocemos el intervalo de tiempo correspondiente a la infracción, lo cual nos permite estudiar cambios en el comportamiento de la serie al comienzo y finalización de la infracción. Las técnicas basadas en series temporales univariantes tienen varios inconvenientes. Suponen que los cambios que sufre la trayectoria de la serie temporal se deben únicamente a la infracción y, además, es habitual que los datos temporales sufran de problemas de autocorrelación.

Las técnicas más destacadas del enfoque de series temporales son la comparación de estadísticos, que se aplica de igual manera que la vista anteriormente; la interpolación, que utiliza métodos estadísticos para redibujar la trayectoria de la serie entre el

comienzo y el final de la práctica anticompetitiva y así realizar comparaciones; el empleo de modelos ARIMA (Media Móvil Autorregresiva Integrada), que permite utilizar técnicas de predicción para simular las trayectorias de la serie temporal; modelos clásicos de descomposición de series temporales, que permiten reducir la serie a distintos componentes, como la tendencia, el ciclo y la estacionalidad; y los modelos de corrección de errores, que incorporan más variables para explicar la evolución de la serie a corto y largo plazo.

El último enfoque del método de análisis comparativo es el de *diferencias en diferencias*. Este método se distingue por trabajar con datos de panel, es decir, estudia el comportamiento de varias variables a lo largo del tiempo. Típicamente se utilizan las mismas técnicas que cuando se trabaja con datos de sección cruzada, es decir, comparación de los estadísticos y análisis de regresión. Este enfoque, al ser una combinación de los últimos dos, presenta las mismas ventajas y desventajas. Mientras que puede proporcionar conclusiones muy perspicaces, requiere un mayor conocimiento de técnicas econométricas. Además, ahora habrá que comprobar que los datos no sufran de endogeneidad, colinealidad o autocorrelación.

#### **1.1.3.2. Método de análisis financiero.**

Estas técnicas utilizan la información contable y financiera de las empresas infractoras o de las empresas dañadas para realizar estudios de su rentabilidad, la composición de su pasivo y otros factores. El objetivo es encontrar cómo ha afectado la práctica anticompetitiva a la posición financiera de la empresa y, sobre todo, cómo ha afectado sobre los beneficios de ésta. Normalmente, los enfoques financieros construyen su contrafactual a partir de otro método, como los de análisis comparativo, y luego someten la información hallada a un profundo análisis para ver cómo habrían evolucionado los principales indicadores y ratios de la empresa.

La mayor ventaja de este método es la gran disponibilidad de datos, debido a la obligación legal de muchas empresas de presentar sus cuentas, bien elaboradas, a las autoridades. Además, la calidad de estas cuentas suele estar garantizado por auditores externos, por lo que su valor probativo no suele ser cuestionado en juicios. Como inconveniente, es de destacar que los cambios en la posición financiera de una empresa (variaciones de rentabilidad, etc.) pueden tener varias causas que no se reflejan en sus cuentas. Otro surge de las dificultades que conlleva trabajar con datos financieros: las

interpretaciones pueden ser varias, según se aplique un criterio analítico u otro. Además, puede ser extremadamente enrevesado calcular algunos indicadores de rendimiento financiero, por lo que tiene un coste elevado en tiempo.

La primera técnica es la de análisis de la rentabilidad y las valoraciones, que consiste en comparar las tasas de rentabilidad y el valor total de la empresa que se han dado a lo largo del período de la infracción con las que se habrían esperado si ésta no hubiera ocurrido. Esta técnica se realiza en tres pasos, comenzando por la estimación de los indicadores factuales, seguido de la construcción y estimación de la situación contrafactual y, finalmente, realizando una comparación entre estos dos. Los indicadores de rentabilidad más usados son el VAN, el TIR o el rendimiento sobre las ventas. La dificultad de esta técnica dependerá del tipo de empresa estudiada. Por ejemplo, si ésta comercializa varios bienes y sólo uno está afectado por la infracción, quizás no sean los indicadores más adecuados para realizar la cuantificación. Para la construcción del contrafactual se puede usar alguno de los otros métodos de cuantificación para simular la evolución de la empresa y, posteriormente, calcular los indicadores.

El análisis de sucesos es otra técnica. Ésta se centra en estudiar la evolución de la cotización de la empresa en la bolsa de valores, y parte del supuesto que las infracciones de competencia influyen sobre los precios de las acciones de las empresas infractoras y dañadas. Consiste en identificar el comienzo o el final de una infracción para conocer qué datos hemos de estudiar. Después, se estima un modelo de mercado para el suceso y los períodos anteriores (si es el comienzo de una infracción) o los períodos posteriores (si es el final). Con los parámetros obtenidos del modelo, se estima el rendimiento contrafactual para el intervalo de tiempo estudiado y, último, se comparan los rendimientos factuales para calcular el rendimiento originado por la infracción. Esta técnica tiene el inconveniente de que es difícil realizar estimaciones robustas del comportamiento de los mercados de los valores.

La tercera técnica es el análisis de costes que, tal y como indica su nombre, se centra en el estudio contable de los costes de una empresa. La idea es que si tenemos en cuenta la estructura de costes de la empresa podemos encontrar el coste unitario del producto que, al sumarle un margen porcentual, debería representar el precio del bien. Esta técnica puede encontrar dificultades si se intenta aplicar a los miembros de un cártel para demostrar que sus precios son demasiado altos ya que teóricamente éstos producen

a un nivel ineficientemente bajo. Además de esto, si las empresas fabrican y comercializan varios bienes, habría que averiguar cómo realizar la descomposición de los costes.

La última técnica de análisis financiero que veremos es la de los múltiplos financieros. Los múltiplos financieros se calculan a partir de flujos financieros, como los ingresos, pérdidas o variaciones de activos, y permiten tener conocimiento sobre el bienestar, a nivel financiero, de la empresa. Por lo tanto, la técnica consistiría en calcular los múltiplos de las empresas del mercado para luego realizar una comparación entre el bienestar de los afectados y los infractores.

### **1.1.3.3. Métodos basados en la estructura de mercado.**

Este método se basa en la teoría de la organización industrial (OI), rama de la economía que se dedica al estudio de los mercados y las relaciones competitivas entre los agentes que habitan en ellos. A partir de una serie de modelos que describen las distintas situaciones competitivas posibles, desde la competencia perfecta hasta el monopolio más extremo, se puede estimar y simular los resultados de un mercado. Además de su capacidad para generar simulaciones, estos modelos teóricos nos proporcionan información sobre los efectos de la práctica anticompetitiva, qué tipo de daños habrá y, posiblemente, la dimensión de éstas. Los más utilizados son el modelo de monopolio clásico, el modelo de Cournot, el modelo de Bertrand y el modelo de competencia perfecta.

Es muy frecuente que la OI se centre en modelos de oligopolio por la gran variedad de situaciones y casos que permiten estudiar. En sus versiones clásicas estos modelos describen un mercado que existe en un solo período de tiempo. Con su adaptación a un marco temporal dinámico, se expandió su capacidad explicativa. Al relacionarse estratégicamente las empresas a lo largo de varios períodos, aparecieron modelos que consideraban fenómenos como la colusión tácita, los mercados contestables, la fijación de precios límites y otras situaciones que surgen únicamente cuando tenemos en cuenta el paso del tiempo. Otro tipo de modelos que también han recibido la atención de la OI son los modelos del mercado de licitaciones, debido a que son rápidamente adaptables al marco de la teoría de juegos y la modelización económica: tienen reglas sobre la interacción de las empresas, un objetivo claro, fácil entrada y salida del mercado, etc.

La elección del modelo de OI que queramos utilizar para nuestra cuantificación dependerá de las características del caso. Esto requiere un procedimiento similar a la primera fase de la cuantificación por lo que tendremos que volver a examinar los procesos de fijación del precio, el número de competidores y consumidores, la dimensión del mercado, etc. Estos modelos no se han utilizado mucho en casos reales, debido a que los resultados que proporcionan dependen en gran medida de las hipótesis que hayamos elegido.

Hay dos enfoques sobre cómo utilizar estos modelos en las cuantificaciones de daños. La primera utiliza un único modelo de OI y realiza simulaciones del mercado contrafactual a partir de información factual. Para realizar esto, es necesario estimar económicamente la curva de demanda y, posiblemente, algunos factores del lado de la oferta, como los costes marginales. El segundo enfoque utiliza dos modelos de OI, uno para simular el mercado con la infracción y otro para simular el mercado contrafactual. Este enfoque requiere menos uso de las estimaciones econométricas y permite una comparación directa entre los resultados que devuelven los modelos. Sin embargo, esta ventaja en sencillez de las técnicas necesarias viene a costa de una mayor dependencia de hipótesis fijados *a priori*.

Todos los métodos y técnicas de cuantificación dependen de hipótesis en mayor o menor grado, por lo que no podemos permitir que esta dependencia impida la elaboración de una cuantificación (De Connick, 2010, p. 39). Los modelos econométricos, en su mayoría, suponen la relación lineal entre las variables. La comparación de estadísticos supone que los mercados son lo suficientemente similares. Podríamos seguir para cada uno de los métodos y cada una de las técnicas, pero no encontraríamos una que produjera resultados exactos de los daños.

La elección del método y de la técnica dependerá fundamentalmente de los datos que tenemos a nuestra disposición, el tipo de mercado en el que se ha dado la infracción y el fenómeno económico bajo consideración (DGC, 2010, p. 8). Cualquiera que sea el que finalmente escojamos, debemos justificar su uso explícitamente. Esto es de gran importancia si utilizamos métodos econométricos y matemáticos de gran complejidad, ya que el destinatario final del informe de cuantificación de daños no es necesariamente un experto en métodos cuantitativos.



## 2. El *Euribor* y el Mercado Interbancario.

En esta sección presentaremos todos los detalles necesarios para entender qué es el tipo de interés *Euribor*, cómo se fija y en qué exactamente consistió el caso de manipulación destapado por la Comisión Europea. Como veremos, el proceso de fijación está fuertemente expuesto a la posibilidad de manipulación y, a pesar de los recientes esfuerzos por reformarlo, no parece que esto vaya a cambiar en un futuro cercano.

Además de este análisis del *Euribor*, también expondremos algunos detalles sobre los mercados interbancarios, en el sentido más general, y el mercado interbancario europeo. Con ello, buscamos resaltar que los métodos que típicamente se utilizan en la elaboración de análisis sectoriales difícilmente pueden adaptarse a este tipo de mercados financieros. Esto se debe principalmente a la falta de herramientas analíticas especializadas que permitan estudiar la relación estructura-resultados de los mercados financieros, así como la falta de los datos necesarios para poder calcularlos aunque existieran.

### 2.1. El *Euribor*: Historia, Funcionamiento y Manipulación.

*Euribor*, abreviatura de *Euro Inter-bank Offered Rate*, es el tipo de interés de referencia utilizado para aproximar el tipo de interés realmente utilizado en el mercado interbancario de dinero no garantizado<sup>5</sup>. Su relevancia surge de su uso en la valoración de gran cantidad de activos financieros denominados en euros, como los *swaps* de tipo de interés y los contratos a plazo (de Haan *et al*, 2009), además de estar ligado a un alto número de préstamos a particulares, empresas y administraciones públicas. Empezó a ser publicado, y utilizado, el uno de enero de 1999.

El *Euribor* no es un tipo de interés en el sentido habitual, sino que es un indicador que se calcula a partir de una encuesta diaria, proceso que detallamos a continuación. Es muy importante tener clara esta distinción, ya que no tiene por qué corresponder a los tipos realmente aplicados en las transacciones entre instituciones financieras. Originalmente, el *Euribor* era calculado y publicado por la Agencia Bancaria Europea. En 2014 esta responsabilidad pasó a la *European Money Markets Institute* (EMMI), organización privada sin ánimo de lucro que nace con la intención de hacer más transparente el proceso de fijación del *Euribor*.

---

5. "Unsecured funds"

Durante el período en el que fue manipulado el *Euribor*, el proceso de fijación era el siguiente (EMMI, 2014, p. 15-17): un panel de los 44 principales bancos de Europa (tanto europeos como procedentes de fuera de la UE (pero con gran importancia en el mercado financiero europeo) envían al *agente de cálculo* sus tipos ofertados para distintos vencimientos, redondeados hasta dos decimales. El tipo de interés que ellos entregan es la respuesta a la pregunta “¿A qué tipo de interés crees que un banco de primera está dispuesto a prestar fondos a otro en el mercado interbancario de la Zona Euro?”<sup>6</sup>. Actualmente, el *agente de cálculo* es *Global Rate Set Systems LTD*, que reemplaza a *Thomson Reuters*.

Estos tipos ofertados han de entregarse antes de las 10:45AM. El siguiente paso es eliminar el 15% de los tipos más alto y más bajos, medida utilizada para evitar alta dispersión en las cuotas. Con los datos restantes se calcula una media aritmética simple, redondeando hasta tres decimales.

Este dato es publicado diariamente a las 11:00AM por el agente de cálculo. No es necesario que todos los bancos del panel oferten un tipo de interés cada día, pudiendo abstenerse hasta un 50% de los bancos. Si esto ocurriera, se recurre a varios procedimientos extraordinarios, detallados en el citado documento EMMI (2014).

En un primer lugar, se podrá ampliar el plazo hasta las 11:15AM para que los bancos que no han aportado una cifra para el día entreguen su tipo de interés. Si en este tiempo aún no se consigue una participación suficiente, el agente de cálculo podrá proceder de dos formas. Si hay al menos doce bancos de tres países distintos, se podrá calcular el *Euribor* a partir de los datos obtenidos. En su defecto, se retrasará la publicación del *Euribor* hasta que se cumpla el requisito anterior, es decir, que contesten al menos doce bancos de tres países distintos.

Es de destacar que todos los tipos de interés reciben la misma ponderación (al fin y al cabo es una media simple) por lo que tener posición dominante en el mercado interbancario no conlleva una mayor influencia sobre la cifra que vaya a tomar el *Euribor*. Sin embargo, sí que es fundamental para identificar qué instituciones buscarán formar un cártel: una institución que participa activamente en el mercado interbancario, ya sea prestando un alto volumen fondos o intercambiando derivados, tendrá más motivos para manipular el *Euribor* que la entidad que apenas actúa

---

6. Literalmente, “...that each panel bank believes one prime bank is quoting to another prime bank for interbank term deposits within the euro zone”.

Desde que salieron a la luz los sucesos del caso *Euribor* se ha iniciado un proceso de reforma para introducir mayor transparencia en el proceso de fijación del *Euribor*<sup>7</sup>. Entre la variedad de medidas que se han adoptado destacamos dos.

Primero, se está planteando la posibilidad de que se repita el proceso de fijación, dentro de un mismo día, si se detectan anomalías o errores<sup>8</sup>. Segundo, se ha reducido el tamaño del panel de instituciones consultadas de 44 a 25<sup>9</sup>. La primera medida realmente no impide que las instituciones puedan manipular el indicador, sino que permite, de alguna forma u otra, corregir los efectos de cualquier comportamiento considerado fuera de lo normal. Es nuestra opinión que la segunda medida, la reducción del panel, podría facilitar la formación de cárteles. Como veremos más adelante, cuanto mayor sea el número de instituciones participan en el proceso de fijación menor será un impacto de un cártel.

### 2.1.1. La manipulación.

El cuatro de diciembre de 2013, la Comisión Europea (CE) publicó una nota de prensa en el que imponía una sanción de 1.71 mil millones de euros a ocho bancos que habían participado en cárteles para manipular los tipos de interés Libor y *Euribor* y beneficiarse en el mercado de derivados financieros. En el caso de derivados valorados en euros, los bancos infractores fueron Deutsche Bank, Barclays, Royal Bank of Scotland y Société Générale y la infracción tuvo lugar entre septiembre de 2005 y mayo de 2008. Otros bancos más, como UBS, JP Morgan, HSBC Citigroup, participaron activamente en la manipulación del tipo de interés del mercado interbancario de Tokio, llamado Tibor.

Esta sanción fue el culmen de una investigación iniciada en 2011, con el registro de las oficinas de algunos de los bancos que luego se demostrarían infractores. Aunque la investigación sigue intentando identificar más factores sobre la manipulación del *Euribor* y el Libor, fue posible establecer la culpabilidad rápidamente gracias a la colaboración de Barclays con las autoridades europeas de competencia. Esta entidad se adhirió al programa de clemencia ofertado por la UE, consiguiendo la inmunidad a cambio de aportar información y pruebas que llevarían a identificar el cártel y los

---

7. La lista completa de medidas, informes y consultas puede encontrarse en <http://www.emmi-benchmarks.eu/Euribor-org/Euribor-reform.html>.

8. EMMI (2014a) <http://www.emmi-benchmarks.eu/Euribor-org/Euribor-reform.html>

9. La lista actualizada de bancos que participan en la fijación del *Euribor* está disponible en <http://www.emmi-benchmarks.eu/Euribor-org/panel-banks.html>.

miembros que lo integran. Resultó que los empleados encargados de elaborar las ofertas de Libor y *Euribor* habían estado en contacto y coordinando las ofertas de los tipos de referencia.

Sin embargo, existían sospechas de manipulación en los tipos de interés interbancarios anteriores al inicio de la investigación europea. Eisl *et al* (2014), presentan una revisión completa de las publicaciones periodísticas y académicas que mostraron duda respecto a la integridad del proceso de fijación de los tipos. Destacan el artículo del *Wall Street Journal* de Mollencamp y Whitehouse (2008), en el que los autores plantean un análisis de la evolución del Libor utilizando los *credit default swaps* (CDS) como indicador del riesgo percibido por los bancos. Los autores consideraron que existían discrepancias que podrían indicar que el Libor se estaba fijando a un tipo inferior.

Un estudio posterior no encontró indicadores suficientes para concluir que los tipos estaban siendo manipulados (Abrantes-Metz *et al* 2010), pero el debate continuó. Le siguieron varios artículos más que intentaron identificar periodos de manipulación (Snider y Youle, 2010; Fouquau y Spieser, 2014), pero Eisl *et al* (2014, p. 12) concluyen que ninguno de ellos produce una metodología capaz de identificar los momentos exactos de las manipulaciones, por lo que considera sus conclusiones como precoces.

El carácter reciente del escándalo, además del papel secundario del *Euribor* frente al *Libor*, supone un gran límite al acceso a informes y estudios especializados, ya sean profesionales o académicos, que analizan el mecanismo por el que funcionaron los cárteles de los tipos de interés. Sin embargo, en los últimos años han ido apareciendo trabajos que empiezan a analizar estos aspectos. Huizing (2015), por ejemplo, proporciona una breve exposición de los hechos y un análisis del impacto que ha tenido el caso sobre la defensa de la competencia, del que destacamos lo que se han considerado como los dos motivos más importantes para llevar a cabo la formación de un cártel y la consecuente manipulación. El primer motivo de citar tipos de interés demasiado altos o bajos es, lógicamente, el de obtener beneficios extraordinarios en las operaciones financieras. Según el autor, que a su vez cita a las autoridades de competencia, este motivo dominó las manipulaciones de los tipos de referencia en los

años anteriores a la crisis. Sin embargo, tras el estallido de ésta se desarrolló un segundo motivo: generar una señal de confianza<sup>10</sup>.

Los años posteriores a la caída de Lehman se caracterizaron por una gran inestabilidad en los mercados financiero debido a la falta de confianza en la solvencia de las instituciones. En estas circunstancias, los bancos empezaron a considerar los tipos citados como indicadores de la solvencia de sus socios, es decir, cuanto más alto fuese el tipo citado de uno de ellos, más peligroso podría ser entrar en negocio con él. Este razonamiento les llevó a citar, de forma sistemática, tipos de interés demasiado bajos con el fin de generar confianza.

### **2.1.2. Los beneficios de la manipulación.**

El cártel del *Euribor*, así como el del *Libor*, pudieron beneficiarse de esta manipulación por dos vías distintas. Por un lado, cuando conseguían manipular el tipo de interés de referencia al alza podrían obtener mayores ingresos de su actividad de prestamista al público en general (ya sea por los intereses de las hipotecas, las líneas de crédito o la deuda pública).

Por el otro, también podían obtener beneficios con su actividad en el mercado de derivados financieros, específicamente con los *swaps* de tipos de interés, pero en este caso la manipulación podría realizarse tanto a la baja como al alza, aunque según la CE predominaron los tipos artificialmente bajos. Esta última vía es más compleja que la anterior por lo que nos detendremos en él, explicando cómo funcionan los *swaps*.

Los *swaps*, como cualquier otro derivado financiero, obtienen su valor de un activo financiero o indicador subyacente, que en este caso son tipos de interés, ya sean los de referencia (*Libor*, *Euribor*, *Tibor*, etc.), los asociados a los bonos de la deuda soberana o corporativa o a cualquier deuda. Cuando dos agentes firman un contrato de *swap*, acuerdan intercambiar los flujos generados por los tipos de interés de unos determinados activos. Lo más habitual es intercambiar los flujos generados por un activo cuyo tipo de interés es variable por otro cuyo interés es fijo, o viceversa. De esta forma, los *swaps* sirven para reducir el riesgo inherente a depender de flujos variables de ingresos.

---

10. En Huizing (2015, p. 4), lo denomina "*reputation-driven manipulation*".

Veamos un ejemplo. En la figura 2.1, hemos representado un gráfico cuyo eje de ordenadas es el tipo de interés de los activos en cuestión y el eje de abscisas muestra diez períodos de tiempo. La curva negra sólida representa un tipo de interés variable, por ejemplo, el *Euribor* más una prima fija. La línea recta, denotada con  $i'$ , representa un tipo de interés constante. Imaginemos que hay dos bancos, A y B, que pagan un tipo de interés variable y fijo, respectivamente.

El banco A desea firmar un contrato de *swap* con B, con el fin de reducir el riesgo que da la variabilidad del tipo de interés y pagar una cantidad constante. A su vez, el banco B desea asumir una mayor cantidad de riesgo por lo que ambas contrapartidas acuerdan intercambiar por un determinado tiempo los flujos. Este acuerdo tiene el siguiente resultado: en los momentos de tiempo que el tipo de interés variable es mayor que el tipo de interés fijo, el banco A paga un tipo de interés menor que si no hubiera firmado el acuerdo y, por lo tanto, tiene un ahorro. Cuando se da lo contrario, le genera un sobrecoste. Las ganancias o pérdidas que genera el acuerdo en cada período para el banco A son iguales a la distancia entre los puntos negros y la curva constante  $i'$ . Para el banco B, solo hemos de invertir las conclusiones anteriores: en los momentos que el tipo de interés variable es inferior al fijo, consigue ahorrar, y cuando es mayor, tiene mayores pérdidas.

Siguiendo con nuestro ejemplo, imaginemos ahora que el tipo de interés variable se calcula como una media aritmética de los dos tipos ofertados por los agentes, similar a cómo se calcula el *Euribor*, por lo que es susceptible a ser manipulado. Además, supongamos que el panel de instituciones consultados solo está formado por nuestros dos agentes. ¿Cuál de los dos agentes tiene incentivos a forzar el valor que toma este tipo? La respuesta a esta pregunta es ambas.

El banco A tendrá incentivos a ofertar tipos de interés mayores de los que realmente considera con el fin de maximizar la diferencia entre el tipo de interés variable y el tipo de interés fijo. De esta forma, su ahorro es el máximo posible y, simultáneamente, las pérdidas del banco B son también máximas. Por su parte, el banco B tendrá incentivos a citar tipos de interés inferiores y maximizará la diferencia entre el tipo de interés fijo y el tipo de interés variable. En el gráfico hemos representado con la línea gris el caso en el que el banco B presiona a la baja sobre el tipo de interés, citando siempre un tipo de interés inferior en una cantidad constante (implícitamente, hemos supuesto que A no

realiza ninguna presión sobre el interés y responde honestamente a la pregunta del panel).

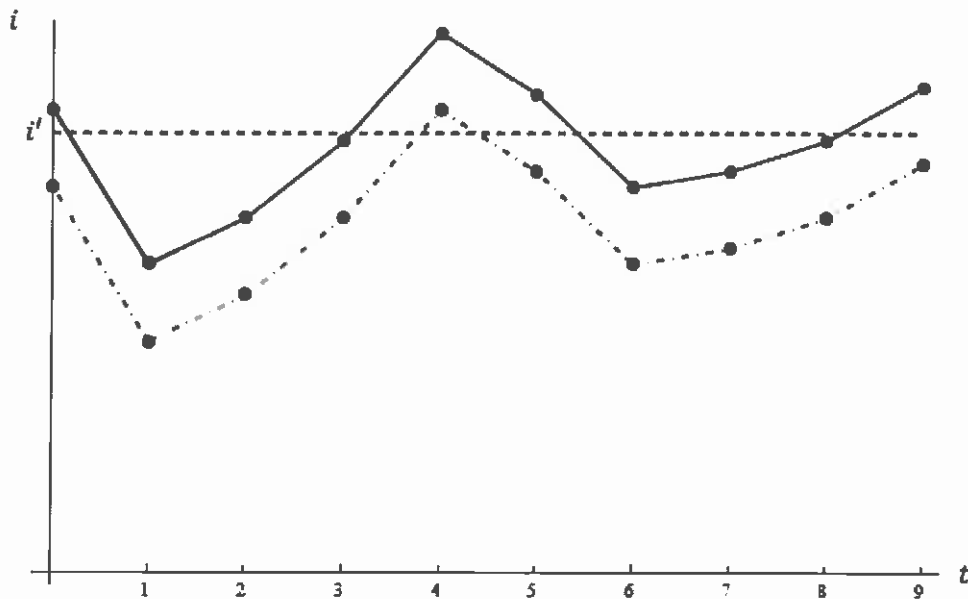


Figura 2.1. Los swaps de tipo de interés.

Fuente: Elaboración propia

Este ejemplo es muy básico y se refiere únicamente a los *swaps* que afectan al pago de intereses, que son los más típicos, y no el cobro de los mismos. El análisis para ese tipo de acuerdos es similar, por lo que no lo trataremos. De todas formas, el ejemplo es útil ya que representa la situación que llevó a la CE a actuar contra el cártel. Desde el año 2008 existían sospechas de que el Libor estaba siendo manipulado por los tipos tan bajos que se habían alcanzado y, en el anuncio de la actuación de la CE contra el cártel del Libor, *Euribor* y *Tibor*, se cita que la infracción fue manipular el *Euribor* para beneficiarse en el mercado de los swaps (y no el de los préstamos).

Según nuestro análisis, la manipulación del *Euribor* (o cualquier otro tipo de interés calculado a partir de un panel) con el fin de beneficiarse en el mercado de *swaps* se lleva a cabo para *minimizar* los pagos de intereses. Por lo tanto, no se obtiene un beneficio extraordinario en el sentido habitual de la palabra, sino que se consigue reducir el coste asociado a una cierta deuda. De todas formas, este “gasto ahorrado” representa una ganancia para el infractor, por lo que la manipulación del tipo de interés

deberá ser perseguido de igual forma que la manipulación del precio de un bien cualquiera.

Debemos realizar algunas precisiones sobre el mecanismo de cálculo hipotético de nuestro ejemplo. Al ser una media simple de las cifras de solo dos agentes, el impacto que tienen los intentos de manipulación de uno de ellos, suponiendo que el otro es honesto, es muy grande. Matemáticamente, la fijación del tipo de interés utilizando este procedimiento de media simple es

$$r^* = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n r_j, \quad 2.1$$

donde  $r^*$  sería el tipo de referencia finalmente fijado,  $n$  es el número total de instituciones que participan en el panel y  $r_j$  son los tipos ofertados por cada banco  $j = 1, 2, \dots, n$ . En el caso de que estuviera siendo manipulado por alguno de los agentes que participan, la expresión sería

$$r^{**} = \frac{\sum_{j=1}^n r_j + \sum_{s \in j} m_s}{n} = r^* + \frac{1}{n} \sum_{s \in j} m_s, \quad 2.2$$

donde  $m_s$  son las manipulaciones, expresadas como una prima sobre el tipo que ofertarían honestamente, y  $s \subseteq j$  es el subconjunto de instituciones del panel,  $j$ , que están activamente manipulando el proceso de fijación (en el caso de que todos manipulan,  $s = j$ ).

Conforme aumentamos el número de agentes que participan en el proceso de fijación, más pequeño se hace el impacto de la manipulación de un infractor solitario. Es aquí donde nace el incentivo a formar un cártel con otros agentes potencialmente infractores, ya que si todos estos citan tipos fraudulentos en un mismo sentido (ya sea al alza o a la baja), consiguen aumentar el valor del numerador y así el impacto total de la manipulación. Visto de otra forma, al cooperar de esta forma los agentes consiguen reducir el número de agentes que *realmente* participan en el proceso de fijación, reduciendo el denominador de la fracción.

Una segunda precisión es que el proceso de nuestro ejemplo no incluye la eliminación del 15% más alto y más bajo de los tipos de interés citados, como se hace en el *Euribor*. Este tipo de medidas tiene el fin de limitar la varianza de los tipos de



interés citados, pero tiene el efecto añadido de dificultar la manipulación. Si en un proceso de fijación con  $n$  agentes en el que solo uno de ellos intenta manipular el tipo de interés, es probable que su cifra se sitúe fuera las bandas permitidas y que, por lo tanto, su respuesta sea descartada. De nuevo, el agente infractor puede reducir el riesgo de que esto ocurra intentando formar un cártel y coordinando la dispersión de los tipos ofertados.

Resumiendo, los bancos que buscan manipular el proceso de fijación se enfrentan a un problema de optimización cuyo objetivo es aumentar las desviaciones desde el tipo de interés que citarían honestamente. A su vez, este problema se ve condicionado por la posibilidad de que existan medidas que limitan la varianza de los datos utilizados en la media aritmética, que se incorporaría al problema como una restricción, y también por la capacidad de los agentes de coludir y coordinar sus acciones.

## 2.2. El Mercado Interbancario.

El análisis de los mercados interbancarios, ya sea desde la perspectiva de la evaluación sobre la competencia como de la regulación de su actividad, es una tarea extremadamente difícil<sup>11</sup>. Esto se debe a su opacidad, más notable en cuanto a la falta de estadísticas de las instituciones que realizan transacciones, el número de estas transacciones y su volumen. Ni siquiera el BCE dispone de estadísticas exactas de este mercado y se ve obligado a recurrir a servicios privados, como *Bloomberg*, y a la realización de encuestas a algunas entidades del mercado. Esto impide el uso de algunas herramientas típicamente utilizados en los análisis sectoriales, como son los índices de concentración.

Otra dificultad surge del carácter informal que tiene este mercado, que no dispone de un claro marco regulatorio que especifique cómo han de llevarse a cabo las transacciones, ni quién puede participar en éstos. La última dificultad que destacamos surge la alta movilidad del capital entre los países, que supone un gran obstáculo para la definición de un mercado relevante en términos geográficos.

Teniendo en cuenta estas dificultades, esbozaremos la evolución de la estructura del mercado interbancario europeo a partir de la información proporcionada por el BCE y otras instituciones. La serie de documentos más útiles para esto son los *Euro Money*

---

11. El fenómeno del poder de mercado en los mercados interbancarios ha sido objeto de estudio por muchos economistas en los últimos años, entre los cuales destacamos Freixas y Rochet (2008) y Acharya *et al* (2012)

*Market Study* bianuales, que se elaboran a partir de los datos recogidos por una encuesta a una muestra de instituciones financieras.

### **2.2.1. Características de los mercados interbancarios.**

Según el Banco de Pagos Internacional Internacionales (BPI), el mercado interbancario es “un mercado rápido e informal en el que los bancos prestan fondos entre ellos” (BPI, 1983). Esta definición, aunque poco precisa, es la que habitualmente aporta la literatura, con alguna que otra precisión más<sup>12</sup>.

A grandes rasgos, es un mercado al que acuden las instituciones financieras para solucionar los excesos y las escaseces de liquidez que puedan sufrir en cada momento. Así, un banco que tiene una cantidad excesiva de depósitos podrá ofrecer fondos en el mercado y otro, que considera que sus depósitos son insuficientes y que podría estar perdiendo oportunidades de inversión, acudirá en búsqueda de financiación. Las cantidades intercambiadas en estos mercados suelen ser de un tamaño considerable, siendo los intercambios más pequeños superiores al millón de euros, y los plazos a los que se prestan los fondos suelen ser muy cortos. Como veremos más adelante, en la UE la mayoría de los préstamos tienen un vencimiento inferior a los seis meses.

El uso del mercado interbancario por una institución financiera dependerá del grado de confianza que tiene en su situación contable y su disposición a asumir riesgo. Mientras que algunas evitarán participar en el mercado interbancario, limitando su actividad al menor número de transacciones posibles, otros están dispuestos a trabajar en él como en cualquier otro mercado. Estos bancos consideran que disponen de suficiente capital para poder gestionar los riesgos asociados a operar en este mercado e intentarán obtener los beneficios que pueda generar este (BPI, 1983:13). Es importante tener en cuenta que solo porque un préstamo se realiza entre dos bancos o instituciones financieras, no tiene por qué ser una operación del mercado interbancario, ya que esto dependerá del plazo, el tipo de interés y el destino de los fondos prestados y podrá ser considerado como un préstamo final, igual que una hipoteca.

### **2.2.2. Evolución del mercado interbancario europeo.**

Al llevar a cabo un análisis sectorial, lo habitual sería obtener un conjunto de información detallado sobre las circunstancias del mercado. Por ejemplo, las mayores

---

12. González Velasco (2000) recopila una gran variedad de definiciones del mercado interbancario, desde los más sencillos hasta los más técnicos.

empresas de un sector, el valor de sus ventas, sus gastos en publicidad, etc. Con este conjunto de datos, podríamos calcular una gran variedad de indicadores que, de forma resumida, permitirían al interesado conocer cómo funciona el mercado, su estructura y la relación entre los competidores. Sin embargo, no es posible utilizar este enfoque para el estudio del mercado interbancario.

La información existente se limita a lo obtenido en la *Euro Money Market Survey*, encuesta realizada periódicamente que engloba toda la actividad del mercado monetario, incluido el mercado interbancario. Esta encuesta divide el mercado en varias secciones, de las cuáles consideramos que tres son fundamentales: el mercado monetario no garantizado, el mercado monetario garantizado y el mercado de derivados. La primera de estas corresponde a los préstamos de fondos, sin necesidad de aval, entre los bancos. La segunda contiene todos los préstamos de fondos que sí van acompañados de un aval que sirve de garantía. En el último encontraríamos los contratos de *swaps*. Las otras divisiones se centran en otros tipos de derivados más específicos, como las opciones o los contratos de futuros.

Los informes elaborados a partir de estas encuestas son lo más parecido a unos análisis sectoriales del mercado interbancario, por lo que servirán de base para esta sección.

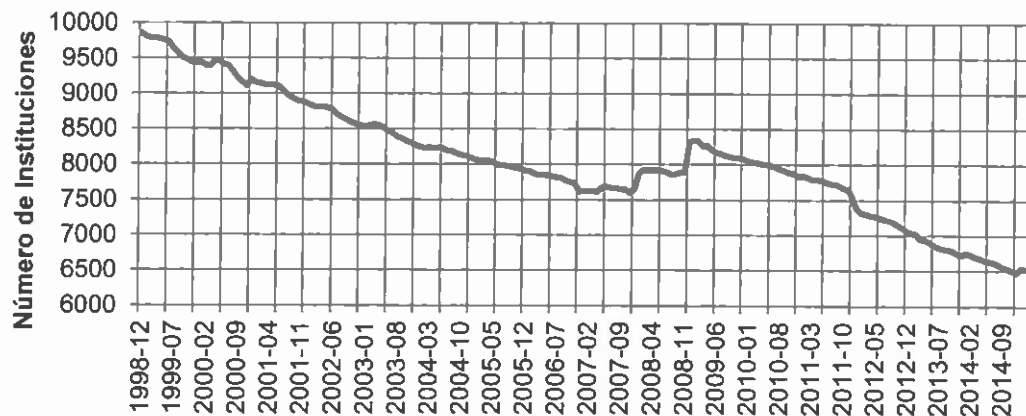


Figura 2.2. Número de instituciones financieras en la Zona Euro (1998-2014)

Fuente: Elaboración propia con datos del BCE

A falta de un censo o registro de entidades que participan en el mercado interbancario, disponemos de un recuento de todas las instituciones monetarias y financieras (IMF) de la Zona Euro, que hemos representado en la Figura 2.2. Es conocido que la introducción

de la moneda común ha acelerado el proceso de integración de los mercados financieros europeos. A su vez, esto se ha traducido en un aumento de la competencia entre las instituciones financieras. El resultado ha sido un fuerte descenso, de casi el 50% en algunos casos, del número de IMF que operan en la Zona Euro. Las presiones de la competencia sobre los márgenes de éstas han llevado a un proceso de concentración, o más bien consolidación, de las más pequeñas para poder competir eficazmente.

Esta concentración también queda reflejada en los informes sobre el mercado de dinero. En los tres mercados mencionados anteriormente, encontramos que entre el año 2002 y el 2014 los mercados monetarios también se han visto afectados por el proceso de concentración. El que menos concentración presenta es el mercado de fondos sin garantía, cuyos cinco y diez mayores participantes representaban más de un 30% y un 40% del total de actividad en 2002<sup>13</sup>, respectivamente. Diez años más tarde, nos encontramos que la situación ha empeorado. La última crisis financiera, que eliminó a muchas instituciones pequeñas y medianas (por ejemplo, las cajas de ahorro españolas), ha llevado a que las veinte instituciones con mayor actividad representen el 60% de todas las transacciones<sup>14</sup>.

Estas cifras se vuelven aún más exageradas en los mercados de fondos garantizados y de derivados. En 2002, el 10% de las instituciones que realizaban actividades en ellos representaban el 70% y el 80% del total de transacciones, respectivamente. En 2012, la misma proporción de participantes pasó a controlar el 90% de las transacciones, en ambos casos.

Sin embargo, los mismos informes señalan que esta concentración no tiene porqué repercutir negativamente en el funcionamiento de los mercados. Salvo los momentos más cercanos a las últimas recesiones y crisis financieras (año 2002 y 2008), las encuestas realizadas por el Banco Central Europeo muestran que casi todos los participantes consideran que el mercado funciona de forma eficiente. Esto significa que cuando una de las instituciones acude al mercado, ya sea para demandar u ofertar fondos, suele encontrar una contrapartida de forma rápida y a un tipo de interés próximo al que buscaba<sup>15</sup>. Por lo tanto, este elevado grado de concentración no parece estar teniendo un impacto notable sobre el funcionamiento del mercado: el volumen total de

---

13. *Euro Money Market Survey 2002*

14. *Euro Money Market Survey 2012*

15. Si el mercado fuera totalmente eficiente, sin ninguna fricción, se igualaría el tipo de interés interbancario al de la política monetaria general (Bucher, Hauck, & Neyer, 2014)

transacciones ha aumentado vertiginosamente a lo largo del período, casi doblándose, y el 85% de las instituciones consideran que el mercado es al menos suficientemente eficiente en su funcionamiento<sup>16</sup>.

En cuanto al impacto del marco regulatorio sobre la competencia en el sector, hemos de destacar que no existe un conjunto de regulaciones específicas para el mercado interbancario de dinero. En su lugar, el mercado interbancario se ve sometido a las condiciones y reglas que afectan a los distintos productos, así como las normas generales supervisorias sobre la participación en las subastas de la política monetaria (BCE, 2011). Los cambios en los tipos de reserva o la cantidad de dinero líquido que debe tener una institución tendrán un impacto sobre la capacidad de los bancos de actuar en este mercado, ya que generan cambios en la composición de sus balances.

Es posible que la falta de regulación (y, a su vez, de supervisión) del mercado interbancario esté ligado a las grandes fluctuaciones de actividad que experimenta en momentos de alza y crisis. Existe una amplia literatura que estudia la relación entre la competencia y la estabilidad en los mercados financieros, así como el efecto de la regulación sobre estos dos (Vives, 2010), y suele concluir que la mayor cantidad de regulación, como es lógico, incide negativamente en la competencia. Según Vives (2010), es posible que estas pérdidas en la competencia podrían merecer la pena si conllevan una mayor estabilidad de los mercados financieros.

---

16. *Euro Money Market Survey 2014*



### **3. Estimación del impacto de la actuación del cártel en el Euribor.**

En este capítulo llevaremos a cabo toda la labor de cuantificar las desviaciones causadas a los tipos de interés *Euribor* por la manipulación de las instituciones del cártel. La metodología aplicada se basa en el uso de un conjunto de datos muy particular, los llamados datos en tiempo real, al que aplicamos una serie de metodologías econométricas que han recibido una gran cantidad de atención en los últimos años debido a su poder explicativo y gran complejidad técnica: los modelos de factores dinámicos. De aquí obtendremos nuestras variables explicativas y procederemos a realizar el análisis de regresión del tipo de interés. Esta última parte se dividirá en dos fases debido a las limitaciones computacionales a la que nos enfrentamos.

Estos tres elementos nos permiten establecer una conexión entre la evolución de la coyuntura macroeconómica y los movimientos de los tipos de interés sin tener que ligar la relación existente entre ambas a una teoría específica del tipo de interés.

Nuestra exposición comenzará con una sección referida al conjunto de datos, primero explicando en qué se diferencia de otros conjuntos y que implicaciones tienen estos factores sobre el análisis econométrico. Después detallaremos las variables macroeconómicas escogidas y cómo se han recogido. También dedicaremos una subsección a exponer sus principales estadísticos, así como las transformaciones realizadas para poder implementar los siguientes pasos del análisis.

El siguiente paso será especificar el modelo de factores dinámicos, que se realizará en dos partes. En la primera expondremos el modelo teórico utilizado y la metodología empleada para realizar las estimaciones de los factores latentes y los parámetros, así como su aplicación en estudios anteriores. En la segunda trataremos los resultados de las regresiones, explicando las posibles interpretaciones que tienen los parámetros y la evolución temporal de los factores no observados.

La tercera sección cerrará nuestro análisis econométrico con la estimación de los tipos de interés utilizando una clase de modelos que ha ganado mucha popularidad en las últimas décadas. Estos modelos tienen una gran carga teórica, sobre todo en lo que se refiere a las herramientas matemáticas utilizadas para establecer la relación entre los tipos de interés a corto plazo y los demás vencimientos que estudiaremos. Nuestro

objetivo será implementar un modelo afín de no arbitraje del tipo de interés, pero en este trabajo nos limitaremos a realizar un análisis de regresión con métodos más típicos. Por lo tanto, en la sección que dedicamos a la estructura temporal del tipo de interés dejaremos planteado el modelo del tipo de interés, incluida sus condiciones de no arbitraje, pero en la aplicación empírica tendremos que prescindir de estas condiciones. Para llevar a cabo las regresiones ajustaremos los tipos de interés a un modelo lineal aparentemente no relacionado.

El modelo de tipos de interés que planteamos pertenece a la categoría de modelos afines ya que supone que la relación matemática entre los factores calculados en el punto anterior y los tipos de interés tiene forma de *constante más pendiente*. Esto permite hallar expresiones más manejables para los tipos de interés que otras especificaciones (Piazzesi, 2010), aunque esto sigue siendo una tarea computacionalmente costoso. Expondremos el modelo teórico y cómo lo implementaremos, pero limitaremos esta parte del análisis de regresión al estudio con métodos más sencillos. Con este análisis preliminar pretendemos realizar un primer acercamiento a la relación entre la economía y el tipo de interés *Euribor*.

### 3.1. Hipótesis de partida.

Para justificar la elección de la metodología escogida y los elementos que lo componen conviene que nos detengamos en explicar las hipótesis subyacentes a toda la metodología, que además nos permitirá esbozar un hilo argumental que une cada uno de los pasos. Las hipótesis y los supuestos que a continuación detallamos, por lo tanto, sirven para dar coherencia a las técnicas utilizadas y no deben confundirse con los que introducimos para llevar a cabo los cálculos, como pueden ser los supuestos sobre la distribución probabilística de una perturbación o la forma matemática de una determinada función. Distinguimos entre estos supuestos fundamentales para el trabajo y las hipótesis *operativas* que nos permiten implementar las herramientas necesarias para llevarla a cabo y que serán expuestos conforme sean necesarios.

La primera hipótesis que realizamos establece la relación que debería gobernar la evolución de los distintos tipos de interés del *Euribor* en la situación de que ninguna de las instituciones del panel desarrolla un comportamiento desleal como el descrito en la sección 2.1. Formalmente, el hipótesis se enuncia como:



*Hipótesis 1. La evolución de los tipos de interés del Euribor, en ausencia de fuerzas manipuladoras, está ligada a la evolución de la economía europea y fluctúa conforme cambia la coyuntura de ésta.*

Con la evolución de los tipos de interés nos referimos a dos movimientos distintos: primero, a las variaciones en el tiempo que experimenta el tipo de interés de un determinado vencimiento; y segundo, a los cambios en la curva de rendimiento generado por su estructura temporal. Tradicionalmente, el estudio económico de los tipos de interés ha preferido centrarse en un tipo de interés determinado, normalmente el instantáneo u otro a corto plazo, para explorar sus posibles factores determinantes. Esto puede verse en el enfoque utilizado por (Freixas & Jorge, 2008; Freixas & Rochet, 2008; Woodford, 2003; Walsh, 2010), que centran sus análisis en estudios específicos de los tipos de interés “a corto plazo” o “a largo plazo”, haciendo únicamente referencia a la existencia de modelos completos de la estructura temporal de los tipos de interés. Este enfoque, aunque limitado, sí ha tenido éxito en identificar los fenómenos que más inciden sobre los tipos de interés y también de describir la actuación de una autoridad monetaria óptima, como realiza Taylor (1993) y servirán de base al modelo de la estructura temporal.

Hemos descrito este enfoque como “limitado” porque ignora gran parte de la información que contienen los tipos de interés dentro de sus curvas de vencimiento, tema que exploran Ang *et al* (2006), Taylor & Mody (2003) y Estrella y Hardouvelis (1991). Estos autores concluyen que la pendiente de la curva de vencimiento permite predecir la evolución futura de la producción real basándose en las variaciones que sufre conforme cambia la coyuntura económica, relacionando curvas con pendiente positiva a momentos de recesión y expectativas futuras de crecimiento y curvas con pendiente negativa a momentos de crecimiento y expectativas de desaceleración.

Nuestro análisis tendrá en cuenta ambas variaciones pero dará mayor protagonismo al primero que hemos descrito. Esto nos permite centrarnos en el flujo unidireccional de información de la economía real a los tipos de interés, estableciendo una clara causalidad entre una y otra.

Un segundo elemento importante de la primera hipótesis es la coyuntura económica, término que hemos escogido para aproximar el ciclo económico. Las respuestas de las autoridades monetarias suelen realizarse en base a los cambios en la producción real y la

inflación, como puede verse en las declaraciones de misión del Eurosistema<sup>17</sup> (estabilidad de precios) o de la Reserva Federal<sup>18</sup> (Pleno empleo, estabilidad de precios y de tipos de interés). Estos fenómenos económicos son aproximados por una gran variedad de indicadores económicos que, individualmente, son imperfectos, ya sea por su definición o la metodología empleada para producirla<sup>19</sup>, pero que tomados en conjunto pueden aportar una visión completa. La imperfección de los indicadores y la compleja relación entre ellos justifica el uso de un modelo factorial dinámico: de un conjunto amplio de datos, intentamos extraer la información que describe el proceso subyacente a todos los indicadores.

*Hipótesis 2. El estado de la economía europea puede resumirse en dos factores, uno de inflación y otro de producción, que siguen un proceso de vector autorregresivo de orden  $p$ .*

Un hecho importante para este trabajo es la naturaleza del *Euribor* (ver capítulo 2): a pesar de cumplir la función de un tipo de interés, no es más que un indicador (imperfecto) que aproxima el tipo de interés no observado del mercado interbancario europeo. Por lo tanto, los valores que toma están determinados por cómo las instituciones del panel perciben el estado de la economía y no a una relación matemática exacta. Esto nos lleva enunciar otra hipótesis:

*Hipótesis 3. Las decisiones de los agentes que participan en el proceso de fijación del Euribor en un determinado período de tiempo están condicionadas a la información disponible en ese mismo período.*

Realmente, esta hipótesis es de lógica: la decisión de uno de los agentes del panel dependerá de la información de la que dispone en cada momento. Sin embargo, es importante enunciarla porque impone una restricción sobre los datos y cómo estos deben tratarse en la metodología. Lo importante para la decisión del agente no será únicamente el período de referencia de los datos, sino también el momento en el que dicho dato se publique e incorpore a su conjunto de información. Por lo tanto, las instituciones financieras toman sus decisiones en base a la última información disponible, que no tiene por qué ser la información correcta ni la de mayor calidad. Esto

---

17 [https://www.ecb.europa.eu/ecb/orga/escb/html/mission\\_eurosys.en.html](https://www.ecb.europa.eu/ecb/orga/escb/html/mission_eurosys.en.html)

18 <http://www.federalreserve.gov/aboutthefed/mission.htm>

19 Por ejemplo, una crítica habitual a los Índices de Precio al Consumo es la elección arbitraria de qué bienes entran en la cesta representativa.

nos lleva a utilizar un conjunto de datos preliminares, que explicamos en la siguiente sección.

### 3.2. “Real Time Data”: Datos preliminares versus datos revisados.

En este trabajo hemos elegido trabajar con un conjunto de datos poco habitual, aunque de creciente popularidad para la elaboración de estudios de coyuntura económica: datos en tiempo real. Un conjunto de datos en tiempo real difiere de otro “normal” en el hecho de que utiliza los valores originalmente publicados por las instituciones encargadas de elaborar las estadísticas económicas y no los producidos más recientemente (“latest-available data”, en palabras de Stark y Croushore (2002)). Esto nos lleva a distinguir entre datos *sin revisar*, o *preliminares*, y datos *revisados*.

La elaboración de muchos indicadores macroeconómicos requiere una gran cantidad de información que, en muchos casos, se obtiene con cierto retraso. Esto ha llevado a que las agencias estadísticas, así como las otras instituciones relevantes (bancos centrales, ministerios, etc.), desarrollaran metodologías que les permitiera realizar estimaciones preliminares sobre el valor de un indicador con una información parcial e incompleta con el fin de adelantarse a los posibles cambios en la coyuntura económica. Sin embargo, conforme estas instituciones van completando sus conjuntos de información y realizando sucesivas estimaciones del indicador para el mismo período de tiempo, casi siempre se modifican las cifras obtenidas. Un ejemplo típico de esto es la variación del producto interior bruto (PIB) para un trimestre determinado: en un primer momento se realizan estimaciones preliminares, que luego es repetida en la primera publicación de la contabilidad nacional trimestral y, a lo largo de los siguientes años, revisado en sucesivas publicaciones. En algunos casos estas revisiones pueden ser pequeñas, llegando a ser despreciables a la hora de calcular tasas de variación<sup>20</sup>, mientras que en otras llegar a ser muy significativa, como señalan (Stark & Croushore, 2001).

Por lo tanto, cuando accedemos a una base de datos de estadísticas económicas, como podría ser el del Instituto Nacional de Estadística (INE) o EUROSTAT, las series temporales que ofrecen representan una mezcla de datos preliminares y datos revisados. Para los períodos más recientes se utilizan las estimaciones preliminares, que

---

<sup>20</sup> Como veremos más adelante, muchas de las publicaciones de datos económicos hacen uso del redondeo en las tasas de variación porcentuales, lo cual reduce aún más el impacto de una posible revisión.

normalmente vienen señalados como tales, y para los demás períodos se utilizan las cifras revisadas.

A lo largo de las últimas dos décadas ha habido un esfuerzo considerable por construir bases de datos preliminares, protagonizado mayormente por los bancos centrales y organizaciones supranacionales. Entre las principales destacamos las bases proporcionadas por la Reserva Federal de Filadelfia<sup>21</sup>, la OCDE<sup>22</sup>, el BCE<sup>23</sup>, el Banco de Inglaterra<sup>24</sup> y el Bundesbank<sup>25</sup>. También hemos de mencionar los esfuerzos del Euro-Area Business Cycle Network (EABCN), organización de investigación compuesta por profesionales y académicos especializados en el estudio del ciclo económico, que ha intentado coordinar la construcción de una base de datos en tiempo real más completo que abarcara un gran número de países europeos. Sin embargo, de momento son pocos los países para los que se dispone de datos y, en muchos casos, los períodos abarcados por las bases de datos son inferiores a los diez años.

Utilizar datos preliminares resulta interesante por varias razones. Primero, a la hora de realizar regresiones con el fin de predecir valores futuros, y también presentes (*now-casting*), el uso de un tipo de datos u otro puede tener un gran impacto sobre la calidad de los resultados. Algunos estudios tempranos, como el de Cole (1969), abogaban por el uso de datos revisados ya que, según sus análisis, los datos revisados podían llevar a que los indicadores de bondad de la regresión, como los errores cuadráticos medios, errores absolutos medios, etc., tomasen valores que podían ser dos veces mayores que la misma regresión con datos revisados. Otros autores, como Howrey (1978), resaltaron que el uso de datos preliminares podría ser fructífero siempre que se modificase la metodología para “optimizar el uso” de éstos, procedimiento que lleva a cabo en su estudio. En (Denton & Oksanen, 1972) los autores utilizan un modelo de economía simple para realizar regresiones con ambos tipos de datos y concluyen que a pesar de que el uso de datos revisados sí incide en la significatividad de los parámetros estimados, mejorándola ligeramente, no tiene un efecto claro sobre la bondad del ajuste del modelo en general. De hecho, señalan que sus resultados indican que el uso de éstos

---

21 <https://www.philadelphiafed.org/research-and-data/real-time-center/real-time-data>

22 <http://stats.oecd.org/mei/default.asp?rev=1>

23 <http://sdw.ecb.europa.eu/browseExplanation.do?node=4843526>

24 <https://www.google.es/webhp?sourceid=chrome-instant&ion=1&espv=2&ie=UTF-8#q=Bank+of+England+real+time+database>

25

[http://www.bundesbank.de/Navigation/EN/Statistics/Time\\_series\\_databases/Real\\_Time\\_Data/realtime\\_zeitreihen\\_node.html](http://www.bundesbank.de/Navigation/EN/Statistics/Time_series_databases/Real_Time_Data/realtime_zeitreihen_node.html)

quizás *empeore* la calidad del ajuste. En general, no hay un consenso claro sobre cuál de los conjuntos de datos es superior. Entre los estudios más modernos, destacamos Diebold y Rudebusch (1991), que concluyen su estudio sobre el *Composite Leading Index* de EEUU señalando que, en el caso de este indicador, no hay ganancias de usar datos preliminares; Koenig, Dolmas, y Piger (1999), que expresan su preferencia por los datos preliminares, siempre que la institución encargada de su elaboración explote al máximo los datos necesarios para su estimación; y Croushore (2011), que proporciona una amplia revisión de la literatura centrada en el uso de estos conjuntos de datos y concluye que los datos en tiempo real contienen una gran cantidad de información, lo que convierte su uso en una necesidad para el análisis de las políticas y la realización de predicciones.

Una segunda razón para usar datos preliminares es que pueden proporcionar mayor coherencia interna a los análisis económicos y, sobre todo, su contrastación empírica. Muchos modelos macroeconómicos desarrollados en los últimos años parten del supuesto de expectativas racionales (Minford y Peel, 1992), que sitúa el conjunto de información de la que disponen los agentes económicos en un primer plano. Cuando estos agentes toman una decisión que requiere una predicción sobre la evolución futura de algún indicador macroeconómico, como podrían ser la inflación o el crecimiento de la producción, disponen de una información imperfecta que les lleva a tomar una decisión u otra. Si a la hora de contrastar el modelo utilizamos un conjunto de datos distinto del utilizado por el agente, realmente no podemos llegar a una conclusión sobre la validez de sus resultados. Siguiendo esta lógica, ha florecido una amplia literatura que estudia el impacto que tiene la publicación de indicadores macroeconómicos sobre las expectativas y, consecuentemente, sobre la decisión de los agentes y el desarrollo de los mercados. Podemos destacar el ya mencionado Lu y Wu (2009), Fleming y Remolana (1999), Rudebusch (1995) y Andersen *et al* (2003).

La última razón que destacamos es el hecho de que estos datos preliminares están ligados a un determinado anuncio y por lo tanto pueden ser ligados a unas horas y fechas concretas. Esto resulta ser una ventaja porque permite al analista escoger de qué frecuencia serán los datos con los que trabajará. En Andersen *et al* (2003), por ejemplo, se estudian las variaciones de los tipos de cambio del dólar causadas por los anuncios macroeconómicos estadounidenses en intervalos de cinco minutos. Esto nos será de gran ayuda y nos permite trabajar con tipos de interés diarios en vez de tener que

realizar medias semanales, mensuales o trimestrales, lo cual supondría una pérdida considerable de información.

Trabajar con estos datos también tiene un gran inconveniente y es que construir una base de datos preliminares resulta ser una tarea extremadamente laboriosa. En primer lugar, es necesario disponer de toda la documentación del indicador relevante. Aunque las notas de prensa publicadas por las instituciones relevantes más recientes suelen estar disponibles en internet, para los años anteriores al 2005 la disponibilidad es cada vez menor cuanto más nos adentremos en el pasado. Una segunda dificultad es la heterogeneidad de las publicaciones. Este problema se vuelve muy relevante cuando intentamos obtener datos preliminares de varios países. Aunque las metodologías de elaboración de los grandes agregados macroeconómicos están, en mayor o menor medida, homogeneizadas por los acuerdos internacionales (como los sucesivos Sistemas Europeos de Cuentas), pueden darse diferencias en cómo se presentan estos datos. Por ejemplo, es posible que un país publique solamente la tasa de variación porcentual mensual de su IPC mientras que otro publique tanto la mensual como la interanual, además del índice en sí. Esto limita el acceso a los datos y, en general, será la mayor restricción a la construcción de un conjunto de datos preliminares.

### **3.2.1. Datos preliminares europeos: Método de recopilación y estadísticos básicos.**

El conjunto de datos que hemos construido para la elaboración de este trabajo es extremadamente interesante, ya que está formado por datos preliminares, como hemos explicado anteriormente, y además porque existen muy pocas bases de datos similares. Como ya hemos mencionado, los intentos de construir estos datos se han llevado a cabo por algunas instituciones nacionales y académicas, centrándose únicamente en los datos nacionales. Tras revisar la literatura existente en esta materia, la única base de datos similar que hemos hallado es la de EABCN, y aun así los indicadores y los intervalos de períodos que reúne difieren de país a país.

Debido al gran esfuerzo que conlleva recopilar los datos que componen este conjunto hemos tenido que limitar el número de países de la eurozona que componen la muestra. Incluir a todos los países que comparten la moneda única sería ideal, pero supone una carga de trabajo superior al disponible para este trabajo. Por lo tanto, hemos reducido la muestra a los cinco países con mayor peso en el producto interior bruto (PIB) de la Unión Europea durante el período estudiado (2002-2012). Finalmente, la muestra

consistirá de datos de Alemania, Francia, Reino Unido, Italia y España. Estos países representan más del 70% del PIB de la Unión Europea, ya sea tomando como definición la UE-28 (74% en 2002, 71% en 2011) o la UE-15 (79% en 2002, 77% en 2011).

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
<b>Alemania</b>	0,23	0,22	0,22	0,21	0,21	0,21	0,21	0,22	0,22	0,22
<b>Francia</b>	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,17	0,17	0,17	0,17
<b>Reino Unido</b>	0,18	0,17	0,18	0,18	0,18	0,18	0,16	0,15	0,15	0,15
<b>Italia</b>	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,13	0,14	0,14	0,14	0,14
<b>España</b>	0,08	0,08	0,08	0,09	0,09	0,09	0,09	0,10	0,09	0,09
<b>Total muestra</b>	0,79	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,77	0,77	0,77	0,77

Fuente: EUROSTAT

Guiándonos por Lu y Wu (2009), hemos escogido un conjunto de indicadores que representa las variaciones coyunturales de la producción y de la inflación. En el ya mencionado artículo trabajan con un total de 17 variables y encuentran que algunos tienen escaso impacto en los tipos de interés. Teniendo en cuenta esto, hemos reducido el número total de indicadores a cinco. Por el lado de la producción utilizamos la tasa de variación del PIB real, la evolución de los índices de producción industrial y el empleo asalariado total. Para aproximarnos a la inflación incluimos la evolución de los respectivos índices de precios de consumo nacionales y la evolución del deflactor del PIB. De nuevo, la elección de estos indicadores frente a otros se ha hecho fundamentalmente en base a su disponibilidad, además de la idoneidad de su uso en el modelo factorial.

Los últimos veinte años han visto un gigantesco incremento de la importancia de internet y los otros nuevos medios de comunicación, algo que ha afectado también a la publicación de datos macroeconómicos. Mientras que hace treinta años éstas se habrían realizado a través de boletines impresos o en conferencias periódicas, la nueva costumbre ha sido publicar las cifras en las páginas web de las instituciones encargadas en formato de documento PDF. En algunos casos, estos documentos se encuentran totalmente disponibles desde el comienzo de su publicación, mientras que para obtener otros hemos tenido que realizar una labor parecida a la de un detective. En ambos casos, es de destacar la gran ayuda aportada por los profesionales de cada una de estas agencias en hacer disponibles estos archivos. A continuación explicaremos el método de

recopilación generalizado y después entraremos en los detalles de cada país o indicador conforme sea necesario.

Hablando en términos generales, los documentos con las publicaciones macroeconómicas se encuentran en los portales de las distintas agencias de estadística: el Office for National Statistics (ONS) de Reino Unido, der Statistisches Bundesamt (DeStatis) de Alemania, el ISTAT de Italia, el INSEE de Francia y el INE de España. Estos portales suelen incluir archivos de las publicaciones en formato PDF o como breves noticias. Tras descargar los ficheros, procedimos a extraer manualmente las fechas de publicación individuales y las cifras relevantes para su inclusión en una hoja de cálculo.

En algunos casos, los archivos necesarios no se encontraban disponibles en la página web y ha sido necesario solicitarlos directamente a los departamentos encargados de su elaboración. Debido a cambios de la página web (por ejemplo, la ONS cambió de página web a finales de la década de los 2000) o de los equipos informáticos, estos archivos ya no estaban disponibles en formato electrónico a través de las agencias de estadística. Ante esta dificultad, nuestra solución fue recurrir a los archivos de páginas de internet, como el servicio *Wayback Machine*<sup>26</sup>, que básicamente *congelan* una página web en un determinado momento y guardan sus contenidos, incluidos los elementos descargables, para que se puedan realizar consultas posteriores. De esta forma podíamos obtener algunos de las publicaciones de datos restantes o, en los casos más difíciles, al menos sus fechas de publicación.

Cuando solo ha sido posible obtener las fechas de publicación se ha recurrido a buscar fuentes estadísticas que repiten las publicaciones puntuales. Por ejemplo, las cifras cuatrimestrales del crecimiento del PIB suelen recibir la atención de una gran variedad de periódicos, además de otras administraciones públicas. En este caso ha sido necesario verificar que la cifra publicada por la entidad se correspondía con el buscado<sup>27</sup> y, posteriormente, se integra en la hoja de cálculo. Las fuentes periodísticas usadas han sido La Repubblica (Italia), Le Monde (Francia) y The Guardian (Reino Unido),.

A pesar de nuestros esfuerzos, no ha sido posible localizar algunos de las estimaciones preliminares de los indicadores. En estos casos se ha mirado la frecuencia

---

26 [www.web.archive.org](http://www.web.archive.org)

27 Para ello, comparamos las cifras publicadas en otras fechas para comprobar que coincidían con los ya recolectados.



de revisión para determinar cuándo se publican las segundas y terceras estimaciones y, de nuevo, según su disponibilidad, se procedía a extraer estos datos. A continuación detallaremos cuando ha sido necesario realizar esto.

En determinados momentos, la publicación de estos datos se retrasa o, en los casos más extremos, no se realiza siguiendo el calendario oficial. Esto incide en nuestros datos por el hecho de que en algunas ocasiones la agencia relevante publica datos sobre dos meses en el mismo día. Esto supone un problema porque debido a la estructura que toman nuestros datos, solo puede haber un dato por día para cada país e indicador, lo cual supone una cierta pérdida de información en la práctica. Ante esta situación, hemos escogido incluir los datos más recientes, es decir, el dato cuya publicación se ha realizado sin retraso, porque consideramos que puede contener mayor información sobre la coyuntura económica de ese momento.

Como muestra la tabla 3.2.2, trabajamos con un total de dieciséis variables macroeconómicas, de las cuales diez representan el lado de la producción real y las restantes seis la evolución de la inflación. En el caso de las publicaciones del PIB, todos los países presentan estimaciones preliminares por lo que no ha sido necesario recurrir a las fuentes archivísticas ya mencionadas. Los datos incluidos en la serie son variaciones porcentuales interanuales del producto interior bruto real, salvo los datos de Francia: las publicaciones preliminares de este país solo incluyen la tasa de crecimiento entre cuatrimestres.

Los datos del deflactor también se representan como las tasas de variación porcentual interanual de este índice. En el caso de España, hay que esperar a la publicación detallada de las cuentas nacionales trimestrales para conocer su valor. De igual forma, para Reino Unido hay que esperar para la publicación de las United Kingdom Economic Accounts, cuya publicación suele hacerse al mes posterior de las estimaciones preliminares. Los datos del deflactor de Italia fueron obtenidas a través de la base de datos de la EABCN y fueron elaborados por el Banco de Italia.

Los datos de los índices de precios se representan como tasas de variación interanual del índice total. Los datos de Reino Unido incluyen un cambio de indicador, ya que antes de noviembre de 2003 en este país se utilizaba el denominado “Retail Price Index”. Sin embargo, las carencias metodológicas de este indicador llevaron a su sustitución por el “Consumer Price Index”, que se corresponde con el IPC armonizado

diseñado por Eurostat. Las propiedades dinámicas de estas dos series no difieren mucho y la frecuencia de su publicación tampoco varía, por lo que hemos incorporado las dos series en una única.

<b>Tabla 3.2.2. Indicadores macroeconómicos</b>				
<b>Indicador y País</b>	<b>Nombre del Indicador</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Última Publicación</b>	<b>Periodo de Referencia</b>
<b>PIB</b>				
<i>ESP</i>	Cuentas Nacionales Trimestrales	Trimestral	11/11/2011	2011-Q3
<i>UK</i>	Gross Domestic Product - Preliminary Estimate	Trimestral	01/11/2011	2011-Q4
<i>DEU</i>	Bruttoinlandsprodukt	Trimestral	15/11/2011	2011-Q5
<i>FRA</i>	Comptes nationaux - premiers résultats	Trimestral	15/11/2011	2011-Q6
<i>ITA</i>	Conti Economici Trimestrali	Trimestral	21/12/2011	2011-Q7
<b>Deflactor</b>				
<i>ESP</i>	Cuentas Nacionales Trimestrales	Trimestral	16/11/2011	2011-Q3
<i>UK</i>	Gross Domestic Product - Preliminary Estimate	Trimestral	22/12/2011	2011-Q4
<i>ITA</i>	Conti Economici Trimestrali	Trimestral	21/12/2011	2011-Q5
<b>IPC</b>				
<i>ESP</i>	Índice de Precios al Consumo	Mensual	14/12/2011	nov-11
<i>UK</i>	Retail Price Index/Consumer Price Index	Mensual	13/12/2011	dic-11
<i>DEU</i>	Verbraucher Preisindex	Mensual	09/12/2011	ene-12
<b>Empleo</b>				
<i>ESP</i>	Encuesta de Población Activa	Trimestral	28/10/2011	Q3-2011
<i>UK</i>	Labour Market Statistics	Mensual	14/12/2011	oct-11
<i>DEU</i>	Arbeitsmarkt	Mensual	30/11/2011	oct-11
<i>ITA</i>	Forze di Lavoro	Trimestral	30/09/2011	Q2-2011
<b>Producción Industrial</b>				
<i>ESP</i>	Índice de Producción Industrial adelantado	Mensual	05/12/2011	oct-11

Fuente: Elaboración Propia

En cuanto a los datos de empleo, de nuevo empleamos tasas de variación porcentual del número de personas con empleo asalariado. Los datos de España son publicados cuatrimestralmente. De forma similar, Italia publica datos tanto mensuales como cuatrimestrales, pero los primeros comienzan a ser publicados a mediados del período que nos interesa. Los datos de empleo de Reino Unido se corresponden a las publicaciones mensuales “Labour Market Statistics”, que se publica dos meses después del final de su período de referencia (cada informe estudia tres meses). Los datos de

Alemania fueron extraídos de la base de datos preliminares del Bundesbank. El último indicador considerado es el índice de producción industrial. Este indicador, aunque de gran importancia, es difícil de obtener para los primeros años del período estudiado. De todas formas, hemos querido incluir la única serie que no incluye interpolaciones, la de España, debido a que su frecuencia de publicación mensual puede contener gran cantidad de información sobre el estado de la economía real.

Los datos extraídos de los documentos y de la bases de datos son incorporados en una serie temporal diaria que abarca los diez años entre 2002 y 2011, teniendo en cuenta que hemos descartado todos aquellos días en los que no se publican tipos de interés. Si en un día no hay ninguna publicación se le asigna el valor “0”. Como es lógico, para una determinada el valor que constituye la moda estadística es cero. Sin embargo, si miramos de nuevo a la tabla 3.2, fijándonos en las fechas de publicación, vemos que los datos macroeconómicos se publican a lo largo del mes por lo que el número de días sin publicaciones se ve reducido: hay 1734 días sin publicaciones.

Tabla 3.2.3. Estadísticos de las variables macroeconómicas <sup>28</sup>								
Variable y país	$y_1$	$y_2$	$y_3$	$y_4$	$y_5$	$y_6$	$y_7$	$y_8$
	ESP	UK	PIB DEU	FRA	ITA	ESP	Deflact. UK	ITA
Media	0,0257	0,0207	0,0152	0,0046	0,0024	0,0472	0,0397	0,0341
Máx.	4,0000	3,6531	5,2000	1,1000	2,9000	4,8000	4,0000	3,9000
Mín.	-4,1000	-5,6308	-7,1000	-1,2000	-6,0000	-0,4000	0,0000	0,0000
Desv. Típica	0,3399	0,3233	0,3431	0,0678	0,2428	0,4175	0,3253	0,2911
Nº Obs.	2564	2564	2564	2564	2564	2564	2564	2564

Fuente: Elaboración Propia

Centrándonos en los estadísticos básicos de nuestros datos podemos ver que se reflejan las características habitualmente utilizadas para describir a los países de la muestra. Por ejemplo, la media del crecimiento de España es la más alta de estos cinco países. A su vez presenta una variabilidad que, sorprendentemente, es superado únicamente por Alemania. Este patrón suele repetirse: España suele mostrar de las medias más extremas y también las varianzas más altas en la mayoría de los indicadores utilizados. A su vez, Italia y Francia suelen presentar cifras más moderadas, señal de que el crecimiento económico que caracterizó gran parte del período estudiado no fue tan acentuado en estos países.

<sup>28</sup> Estos cálculos se han realizado sobre las series diarias. Por lo tanto, incluyen como observación aquellos días en los que no hay publicación.

De todos modos, no debemos poner gran énfasis en estos estadísticos, ya que se ven modificados en gran medida por la frecuencia diaria de los datos. Cuando veamos el modelo factorial y exponamos los resultados de su aplicación a estos datos, veremos que estos datos generan dos factores económicos que siguen muy de cerca la evolución de la producción y de la inflación.

Tabla 3.4. Estadísticos de las variables macroeconómicas (cont. de Tabla 3.3)								
Variable y país	$y_9$	$y_{10}$	$y_{11}$	$y_{12}$	$y_{13}$	$y_{14}$	$y_{15}$	$y_{16}$
	ESP	IPC UK	DEU	ESP	Empleo UK	DEU	ITA	IPI ESP
Media	0,0142	0,0106	0,0073	0,0081	0,0014	0,0024	0,0023	-0,0645
Máx.	1,400	1,0381	1,7000	7,9949	3,6513	1,0799	1,5825	6,00
Mín.	-1,200	-0,7692	-0,6000	-3,8576	-3,3416	-2,1785	-0,7295	-24,70
Desv. Típica	0,1426	0,0897	0,0836	0,2502	0,1581	0,1361	0,0721	0,141
Nº Obs.	2564	2564	2564	2564	2564	2564	2564	2564

Fuente: Elaboración Propia

### 3.2.2. Datos del tipo de interés: Eonia y Euribor.

Para el estudio de la estructura temporal del tipo de interés, nuestro modelo se centrará en el Eonia, que a fines prácticos representa es el instrumento de política monetaria, y el lado corto de la curva de vencimientos del *Euribor*, representado por cuatro vencimientos: uno, tres, seis y doce meses.

Nuestro estudio se limita a estos vencimientos cortos por dos razones: primero, recordemos que esta estimación tiene como fin facilitar la labor de cuantificar los daños causados a los consumidores de hipotecas, préstamos y líneas de crédito, y lo más habitual (en Europa) es que los créditos con tipo de interés variable tomen como referencia el *Euribor* a tres meses, por lo que estudiar el lado largo de la curva de vencimiento resultaría innecesario. En segundo lugar, los tipos del *Euribor* con vencimiento superior a los doce meses corresponden a los tipos de *swap*, y se fijan de una forma distinta de la descrita en el capítulo anterior. Además, los datos para estos vencimientos solo están disponibles a través de servicios privados, como son Bloomberg o Thomson Reuters, y tienen un precio elevado.

Los datos abarcan un período de diez años y tienen frecuencia diaria, comenzando el día 2/01/2002 y finalizando el 31/12/2011. Como es lógico, hay días en los que no se cita el *Euribor*, como son los festivos o los fines de semana, por lo que hemos eliminado estas observaciones vacías. Una consecuencia de eliminar estas

observaciones vacías es que el número de “días” del año, entendido como días en el que se publica una cifra del *Euribor* o el *Eonia*, varía de un año para otro.

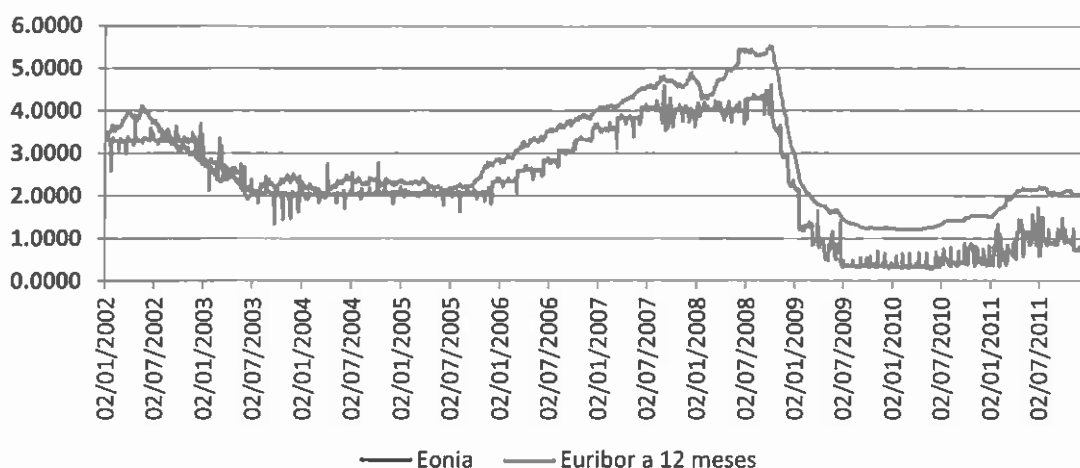


Figura 3.1. El Eonia y el *Euribor* a doce meses (2002-2012).

Fuente: Elaboración propia con datos del Banco de España

La elección de trabajar con datos diarios resulta fundamental para la coherencia interna de este trabajo pero también implica una mayor complejidad en los modelos econométricos utilizados. Si hubiésemos trabajado con datos del tipo de interés de frecuencia mensual estaríamos desperdiciando datos sobre la manipulación, ya que las variaciones provocadas en un determinado día se verían aminoradas. A su vez, sería más fácil construir una base de datos económicos al no necesitar conocer la fecha exacta de la publicación.

En la tabla 3.2.1 presentamos los estadísticos de las series temporales de los tipos de interés, pormenorizado por cada uno de los años estudiados y en total. Además, en la figura 3.1 representamos dos de ellas. Ambas series presentan una gran variabilidad, con pequeños saltos en los datos de un día para otro, pero este comportamiento se intensifica sobre todo a principios del año 2003, en el año que transcurre entre mediados de 2007 y mediados de 2008, es decir, al comenzar la gran crisis financiera mundial, y de nuevo hacia el final del período que estudiamos, que corresponde a los inicios de la crisis del Euro y de la deuda pública. Este hecho queda recogido en las desviaciones típicas calculadas para los años individuales, que crece de forma casi continuada hasta el año 2010, momento en el que se estabilizan todos los tipos de interés en valores próximos a los del año 2002. Los efectos de la política monetaria desde que comenzó la

crisis también queda bastante claro: desde mediados de 2008, las actuaciones del banco central europeo han reducido el tipo de interés desde valores superiores al 5%, en el caso del vencimiento de doce meses, a valores muy próximos a cero.

Si realizamos una comparación entre los distintos vencimientos del *Euribor*, podemos ver que la variabilidad suele disminuir conforme aumenta el plazo de vencimiento. De igual forma, también podemos observar que los valores medios que toman los distintos tipos de interés aumentan con el vencimiento. Otro fenómeno interesante que podemos observar en los datos, y que pondrá a prueba nuestro modelo econométrico, es la inversión de la curva de vencimiento.

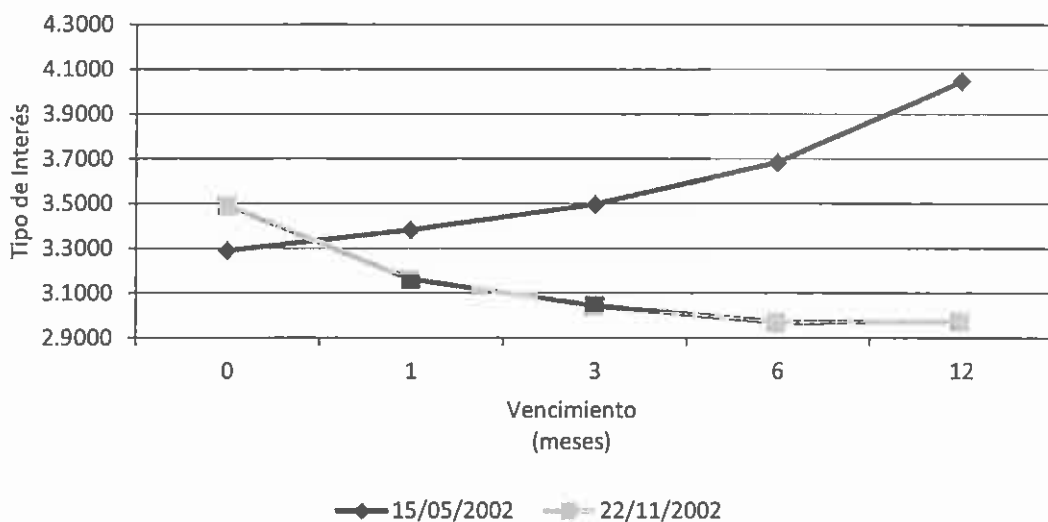


Figura 3.2. La curva de rendimientos del Eonia-Euribor.

Fuente: Banco de España

Este fenómeno ha resultado ser muy popular entre los economistas debido a la variedad de significados que pueden asociarse a él. Frecuentemente se utilizan los *spreads*, que es equivalente a trabajar con la pendiente de la curva de rendimiento, para realizar predicciones sobre el crecimiento de la producción (como es el caso del ya citado Ang *et al*, 2006) o la evolución de la rentabilidad de otros activos financieros. Esto se debe a la relación entre los tipos de interés y las expectativas sobre su evolución futura (Woodford, 2003). Típicamente, una curva de rendimiento con pendiente negativa será señal de que los tipos nominales comenzarán a descender, hecho que suele estar relacionado con contracciones de la producción, es decir, de la recesión.

Tabla 3.2.1. Estadísticos básicos de los tipos de interés.

Año	Eonia			Euribor 1			Euribor 3M			Euribor 6M			Euribor 12M		
	Media	Desv. Típica	Media	Desv. Típica	Media	Desv. Típica	Media	Desv. Típica	Media	Desv. Típica	Media	Desv. Típica	Media	Desv. Típica	
2002	3,287	0,120	3,306	0,105	3,320	0,145	3,353	0,219	3,493	0,354					
2003	2,318	0,349	2,346	0,282	2,330	0,246	2,304	0,208	2,334	0,189					
2004	2,049	0,090	2,081	0,033	2,107	0,046	2,149	0,067	2,275	0,109					
2005	2,088	0,086	2,144	0,091	2,186	0,112	2,237	0,152	2,335	0,203					
2006	2,834	0,382	2,949	0,381	3,088	0,377	3,243	0,375	3,441	0,353					
2007	3,866	0,215	4,085	0,317	4,285	0,378	4,358	0,318	4,453	0,253					
2008	3,870	0,529	4,263	0,501	4,630	0,529	4,714	0,561	4,819	0,599					
2009	0,708	0,480	0,871	0,510	1,202	0,520	1,414	0,453	1,603	0,412					
2010	0,438	0,149	0,573	0,164	0,817	0,150	1,086	0,119	1,354	0,123					
2011	0,871	0,268	1,180	0,203	1,396	0,187	1,641	0,168	2,009	0,181					
<b>Total:</b>	2,229	1,234	2,376	1,252	2,532	1,254	2,646	1,203	2,808	1,163					
<b>Nº Obs.</b>	2564		2564	2564	2564	2564	2564	2564	2564	2564					

Tabla 3.2.2. Desviaciones típicas del Eonia y Euribor dentro y fuera del periodo de manipulación						
	Eonia	Euribor 1M	Euribor 2M	Euribor 3M	Euribor 6M	Nº Obs
2002-2004	0,575	0,555	0,553	0,563	0,609	769
2005-2008	0,828	0,936	1,045	1,048	1,041	1.024
2009-2011	0,374	0,413	0,409	0,366	0,381	771

Inmediatamente sobresalta el incremento de variabilidad que experimenta los tipos de interés en el período de manipulación. Sin embargo, esto no puede atribuirse únicamente a la acción del cártel. Como ya indicó Eisl *et al* (2014), no ha sido posible identificar los momentos específicos de manipulación, ni tampoco las cuantías, con las herramientas habituales de la estadística descriptiva. Resulta que el período de manipulación coincide con el final del último gran período de expansión de la economía europea y la vuelta a la inestabilidad financiera. Los sucesos que desencadenaron la gran recesión, es decir, la crisis *subprime* y la posterior caída de Lehman Brothers, quedan perfectamente reflejados en los datos del tipo de interés y pudieron servir para ocultar los movimientos anómalos generados por el cártel.

### 3.3. Modelo factorial dinámico.

Los modelos factoriales dinámicos son una extensión del análisis factorial clásico que permite analizar la relación existente entre un panel de variables y que, además, captura los comportamientos dinámicos que gobiernan los movimientos de las series temporales. Esta técnica, al igual que su análogo en tiempo estático, es una poderosa herramienta estadística para el estudio de las interconexiones entre variables, que a menudo son muy sutiles.

La lógica detrás de esta metodología es sencilla. El investigador observa una o varias señales que contienen un error de medida, que toman forma de series temporales, y busca explicar las fluctuaciones de éstas. A través de la representación de la serie temporal en el espacio de los estados podrá ligar la evolución en el tiempo de estas variables a unos factores latentes, llamados variables de estado, que en principio no son observadas. Utilizando procedimientos estadísticos y econométricos, que a continuación detallaremos, el investigador podrá estimar los parámetros necesarios para describir los movimientos de las señales y también generar los valores de las variables subyacentes. Resulta muy interesante esta metodología porque puede facilitar el estudio de teorías



que se basan en fuerzas que son difícilmente cuantificables, como son las expectativas de los agentes económicos o aquellas en las que las relaciones entre las variables no están del todo claras (Hamilton, 1994, p. 3045).

Utilizar los datos proporcionados por un modelo de factores en vez de los datos “brutos” tiene dos ventajas fundamentales, ambas señaladas por Lu y Wu (2009): primero, podremos evitar los problemas de sobre especificación que podrían darse de incluir un gran número de variables. Esto está estrechamente relacionado con el principio de la parsimonia, que nos aconseja elegir siempre aquellos modelos más simples, es decir, con menor número de variables, frente a otro con más cuando su capacidad explicativa es similar. La segunda razón es el hecho de que las señales u observaciones procesados estadísticamente pueden presentar menor número de irregularidades ajenas a la serie (por ejemplo, los errores de cálculo debido a fallos informáticos que no son corregidos antes de ser publicado). Evitaremos modelizar los comportamientos erráticos y la calidad de nuestras regresiones, tanto dentro como fuera de la muestra, serán de mayor calidad.

Los modelos dinámicos de factores no observados fueron aplicados primero en el campo de la ingeniería, de allí que hablemos de señales, pero su versatilidad hizo que rápidamente se adaptasen a las series temporales económicas. De esta temprana literatura destacamos Geweke (1977), Ross (1976), Engle y Watson (1981) y Chamberlain y Rothschild (1983). Merece la pena señalar que desde un primer instante esta metodología ha encontrado una especial utilidad en el campo de la valoración de activos financieros y la modelización de tipos de interés. Otros campos en los que han recibido una gran atención son el análisis del ciclo económico y la predicción a corto plazo (Duarte y Süßmuth, 2014; Stock y Watson, 1988; Angelini, Banbura, y Rünstler, 2008).

### **3.3.1. Los modelos en el espacio de los estados: notación y nomenclatura básica.**

Antes de proceder a especificar nuestro modelo nos detendremos para realizar una breve exposición de los conceptos básicos y de la notación matemática usada. De esta forma, esperamos facilitar la interpretación de los resultados del modelo que estimamos más adelante. Para un tratado más completo sobre los modelos en el espacio de los estados y

los modelos de factores dinámicos ver Harvey (1989), Hamilton (1994) o Durbin y Koopman (2001).

Supongamos que el vector  $y_t = (y_{1t}, y_{2t}, \dots, y_{Nt})$  contiene las observaciones de  $N$  series temporales en un determinado período  $t$ . Estas observaciones están ligadas al llamado vector de estado,  $x_t = (x_{1t}, x_{2t}, \dots, x_{mt})$ , que contiene las  $m$  variables no observadas, a través de la *ecuación de medida*

$$y_t = Hx_t + d + \varepsilon_t, \quad t = 1, 2, \dots, T, \quad 3.3.1.$$

donde  $H$  es una matriz de dimensión  $N \times m$  cuyos elementos son números constantes,  $d$  es un vector de dimensión  $m \times 1$  constante y  $\varepsilon_t$  es un vector  $m \times 1$  de perturbaciones normalmente distribuidos con media cero, varianza constante y no autocorrelados. Matemáticamente,  $\varepsilon_t \sim N(0, Q)$ ,  $E[\varepsilon_t] = 0$ ,  $Var[\varepsilon_t] = Q$  y  $E[\varepsilon_t \varepsilon_s'] = 0$  para todo  $t \neq s$ . El apóstrofe denota la traspuesta de una matriz o un vector. La relación entre las variables observadas y no observadas es lineal y estática y, de momento, el modelo se asemeja a los modelos lineales habituales de econometría.

El paso del tiempo se introduce en el modelo suponiendo que el vector de estados es generado por un proceso de Markov de primer orden (Harvey, 1991, p. 101), que viene especificado por la *ecuación de transición*

$$x_t = Zx_{t-1} + c + R\eta_t, \quad t = 1, 2, \dots, T, \quad 3.3.2.$$

donde  $Z$  es una matriz  $m \times m$ ,  $c$  es un vector  $m \times 1$ ,  $R$  es una matriz  $m \times m$  y  $\eta_t$  representa otro vector  $m \times 1$  de perturbaciones normalmente distribuidas, también con media cero, varianza constante dada por la matriz  $P$  y autocorrelación nula. Suponemos que en el período 0 el vector de estado tiene media  $\mu_0$  y covarianza  $V_0$ , es decir,  $E[x_0] = \mu_0$  y  $Var[x_0] = V_0$ . Añadimos el supuesto de que las perturbaciones de la ecuación de medida y la ecuación de transición no están correladas para ningún período de tiempo,  $E[\varepsilon_t \eta_s'] = 0$  para todo  $s, t = 1, \dots, T$ , y que además la covarianza entre las dos perturbaciones y la media inicial es nula,  $E[\varepsilon_t \mu_0'] = E[\eta_t \mu_0'] = 0$ .

La ecuación de transición gobierna el comportamiento dinámico del modelo y es la que genera cambios en las variables observadas. Hemos supuesto que los únicos elementos que dependen del tiempo son las variables observadas, las variables de estado y sus respectivas perturbaciones, siendo los demás invariantes en el tiempo. La matriz  $H$  se conoce como la matriz de factores de carga, y controla la aportación de las variables

de (y el cambio en éstas) a las variables observadas. La matriz  $Z$  concentra todas las propiedades dinámicas del sistema compuesto por las expresiones 3.3.1 y 3.3.2 y es equivalente a la matriz de coeficientes de un sistema dinámico determinista. Para que el modelo sea estable, será necesario que el valor absoluto de los autovalores de  $Z$  sean inferiores a la unidad. La matriz  $R$ , que multiplica las perturbaciones de la ecuación de transición, incide sobre la matriz de covarianza de la ecuación de transición y podría omitirse, redefiniendo la perturbación para que tuviera matriz de covarianza igual a  $RPR'$ . Sin embargo, su inclusión nos permitirá realizar supuestos sobre la estructura específica de la varianza y covarianza de  $\eta_t$ , algo que nos será útil en nuestro modelo empírico. Las matrices  $H$ ,  $d$ ,  $Z$ ,  $c$  y  $R$  se denominan en conjunto como las matrices de sistema y normalmente no se conocemos los valores de sus elementos *a priori*, si no que tendrán que ser estimados mediante algún procedimiento econométrico (Hamilton, 1994, p.3055).

Para ello la mayoría de autores recurren a la estimación por máxima verosimilitud logarítmica (Harvey, 1989, p.125-147; Hamilton, 1994, p. 3055-3062). En esta sección prescindiremos de las expresiones matemática, ya que el grado de generalidad del modelo expuesto podría llevar a alguna confusión cuando implementemos nuestra adaptación. Resumidamente, esta metodología requiere construir la función de máxima verosimilitud del modelo, que relaciona las distribuciones de probabilidad de las variables observadas con las variables de estado y los parámetros desconocidos. Una vez hayamos calculado esta función, se trata de encontrar el valor de los parámetros que maximiza el valor de la función. En la práctica, esto significará realizar sucesivos supuestos sobre los valores de los parámetros hasta que alcancemos la combinación que resulte ser máximo. Para llevar a cabo este procedimiento iterativo, nos apoyaremos en el software *Eviews*.

El cálculo de los valores de las variables de estado se realiza mediante el uso del filtro de Kalman (1960). Este filtro genera estimaciones estadísticamente eficientes de los valores no observados y consiste en un algoritmo iterativo que genera predicciones óptimas del valor esperado de  $x_t$  a partir de la información disponible en  $t - 1$ , actualizándose con la incorporación de los nuevos datos en cada período  $t$ . Una de las ventajas más destacadas del filtro de Kalman es su capacidad de funcionar a pesar de la ausencia de alguna observación. Como hemos visto en la sección 3.1, referida a los datos, esto podría ser potencialmente un problema dado el conjunto utilizado. Para

implementar este filtro, es necesario que se conozcan todos los elementos de las matrices de sistema y suponer un valor inicial para la media y la matriz de covarianza de la ecuación de transición, supuesto que ya realizamos anteriormente. Uno de los supuestos básicos del algoritmo es que las perturbaciones siguen distribuciones normales. Aunque existen extensiones del filtro de Kalman que pueden tratar otras situaciones, respetaremos este supuesto en este trabajo.

Para el modelo expuesto en 3.3.1 y 3.3.2 definimos el estimador óptimo de  $x_t$ , con la información disponible sobre  $y_t$  hasta el momento  $t - 1$ , como  $\hat{x}_t$ . Sea  $V_{t-1}$  la matriz de covarianza de los errores de estimación en  $t - 1$ ,  $E[(x_{t-1} - \hat{x}_{t-1})(x_{t-1} - \hat{x}_{t-1})']$ . El estimador óptimo de  $x_t$  viene dado por

$$\hat{x}_{t|t-1} = Z\hat{x}_{t-1} + c \quad 3.3.3.$$

y la matriz de covarianza del error es

$$V_{t|t-1} = ZV_{t-1}Z' + RPR' \quad 3.3.4.$$

para cada  $t = 1, \dots, T$  (Harvey, 1989, p. 105-106). Las ecuaciones 3.3.3 y 3.3.4 se conocen con el nombre de ecuaciones de predicción. Con el paso de cada período y la incorporación de una nueva observación de  $y_t$  las estimaciones se actualizan con las ecuaciones de actualización

$$\hat{x}_t = \hat{x}_{t|t-1} + V_{t|t-1}H'F^{-1}(y_t - H\hat{x}_{t|t-1} - d) \quad 3.3.5.$$

y

$$V_t = V_{t|t-1} - V_{t|t-1}H'F^{-1}HV_{t|t-1}, \quad 3.3.6.$$

donde la matriz  $F_t$ , que representa la matriz de covarianza de las observaciones predichas por el modelo, viene dado por

$$F_t = HV_{t|t-1}H' + Q. \quad 3.3.7$$

Las ecuaciones 3.2.3 y 3.2.4 pueden introducirse en las ecuaciones 3.2.5 y 3.2.6 para que las expresiones pasen directamente de  $t|t-1$  a  $t+1|t$ . Para esta explicación introductoria no realizaremos esta sustitución. Recordando el supuesto que hemos realizado sobre la media y la covarianza de la ecuación de transición, señalamos que los valores escogidos para  $x_0$  y  $V_0$  serán claves para la evolución de los valores filtrados, sobre todo en las primeras iteraciones. El filtro que hemos expuesto produce

predicciones del valor de  $x_t$  para cada período, lo cual nos permite modelizar las series observadas,  $y_t$  cuyas estimaciones son  $\hat{y}_t = H\hat{x}_{t|t-1}$ .

### 3.3.2. Un modelo de factores aplicado a la economía europea.

El modelo que aplicaremos a nuestro conjunto de datos se basa en el desarrollado por Lu y Wu (2009) y parte del supuesto de que la evolución del estado de la economía de la UE puede representarse como un proceso vectorial autorregresivo (VAR) de primer orden,

$$x_t = Zx_{t-1} + R\eta_t, \quad t = 1, \dots, T \quad 3.3.8$$

donde  $x_t$  es un vector de dimensión  $2 \times 1$ ;  $Z$  es una matriz cuadrada y constante de dimensión 2;  $R$  es una matriz diagonal de dimensión dos cuyo elemento  $i$ -ésimo es  $\sqrt{\Delta t}$ , donde  $\Delta t$  es el inverso del número de observaciones por año, es decir, la frecuencia temporal de cada observación; y  $\eta_t$  es un vector aleatorio de dimensión dos que sigue una distribución normal con media nula,  $E[\eta_t] = 0$ , y con matriz de covarianza igual a la matriz de identidad de orden dos,  $E[\eta_t\eta_t'] = I_2$ . Las perturbaciones no están autocorreladas,  $E[\eta_t\eta_s'] = 0$  para  $t \neq s$ . El vector  $x_t$  resume la evolución de la economía europea en dos variables,  $x_{1t}$  y  $x_{2t}$ , que representarán la evolución de la producción y la evolución de la inflación, y que no son observados *a priori*.

La relación de cada uno de estos factores con sus propios valores pasados y los del otro factor son explicados por la matriz  $Z$ . El valor esperado de  $x_t$  es cero, para ambos factores, y esto se comprobará empíricamente siempre que el módulo de los autovalores de  $Z$  sea inferior a uno. La varianza de  $x_t$  viene dado por la matriz  $RR'$ , que es diagonal con su elemento  $i$ -ésimo igual a  $\Delta t$ . Como hemos mencionado antes, la incorporación de  $R$  nos ha permitido realizar un supuesto simplificador sobre las perturbaciones de  $\eta_t$  sin incidir sobre la varianza del vector  $x_t$ .

Ahora supongamos que en un determinado período  $t$ , estos dos factores tienen una relación lineal con  $N$  variables macroeconómicas de países miembros de la UE que puede expresarse de la forma

$$y_t = Hx_t + \varepsilon_t, \quad t = 1, \dots, T \quad 3.3.9$$

donde  $y_t = (y_{1t}, y_{2t}, \dots, y_{N,t})$  es un vector de dimensión  $N \times 1$ ,  $H$  es una matriz constante de dimensión  $N \times 2$  y  $\varepsilon_t$  es un vector aleatorio de dimensión  $N \times 1$  con

media nula,  $E[\varepsilon_t] = 0$ , y matriz de covarianza diagonal igual a  $Q = \text{diag}(\sigma_{\varepsilon_1}^2, \dots, \sigma_{\varepsilon_N}^2)$ . Los errores de medida no están autocorreladas y  $E[\varepsilon_t \varepsilon_s'] = 0$  para todo  $t \neq s$ . Como en el modelo más general expuesto en la sección 3.2, suponemos que las perturbaciones  $\eta_t$  y  $\varepsilon_t$  no están correladas entre si ni tampoco con la media inicial de  $x_t$ ,  $\bar{x}_0$ , ni su covarianza inicial,  $V_0$ . La interpretación de la matriz  $H$  es igual que en el modelo general, solo que ahora representa la aportación de cada uno de los dos factores económicos a la evolución de las variables macroeconómicas de cada país.

El sistema formado por 3.2.8 y 3.2.9 es una representación en el espacio de los estados y podremos proceder a utilizar los métodos descritos anteriormente para calcular los parámetros desconocidos y los estados del vector  $x_t$  para cada  $t = 1, \dots, T$ .

Para este modelo el estimador del filtro de Kalman de los estados en el período  $t$  viene dado por la expresión

$$\hat{x}_{t|t-1} = Z\hat{x}_{t-1}, \quad t = 1, \dots, T, \quad 3.3.10$$

por lo que la estimación de las observaciones  $y_t$  es  $\hat{y}_t = H\hat{x}_{t|t-1}$ , y la covarianza del error de los estados estimados es

$$V_{t|t-1} = ZV_{t-1}Z' + RR'. \quad 3.3.11$$

Las estimaciones se actualizan con las ecuaciones

$$\begin{aligned} \hat{x}_t &= \hat{x}_{t|t-1} + V_{t|t-1}H'F^{-1}(y_t - H\hat{x}_{t|t-1}) \\ &= \hat{x}_{t|t-1} + V_{t|t-1}H'F^{-1}(y_t - \hat{y}_t) \end{aligned} \quad 3.3.12$$

y

$$V_t = V_{t|t-1} - V_{t|t-1}H'F_t^{-1}HV_{t|t-1} \quad 3.3.13$$

donde la covarianza estimada de las observaciones es  $F_t = HV_{t|t-1}H' + Q$ . Para conseguir unas expresiones más manejables, definimos  $K_t = V_{t|t-1}H'F_t^{-1}$ , que se conoce como la ganancia de Kalman óptima (Harvey, 1989). Operando con las cuatro ecuaciones anteriores, el filtro de Kalman de nuestro modelo queda de la forma

$$\begin{aligned} \hat{x}_{t|t-1} &= Z\hat{x}_{t-1} \\ V_{t|t-1} &= ZV_{t-1}Z' + RR'. \\ \hat{x}_t &= \hat{x}_{t|t-1} + K_t(y_t - \hat{y}_t) \end{aligned}$$

$$V_t = V_{t|t-1} - K_t A_t K_t'$$

$$t = 1, \dots, T.$$

El último paso necesario para implementar nuestro modelo es estimar los valores de los parámetros desconocidos. En este modelo desconocemos los elementos de las tres matrices Z, H y Q, y los aproximaremos aplicando el enfoque de la máxima verosimilitud logarítmica.

Agrupando los elementos de estas matrices en un vector de argumentos  $\theta$ , tenemos

$\theta = (z_{11}, z_{21}, \dots, z_{22}, h_{11}, \dots, h_{N,1}, h_{12}, \dots, h_{N,2}, \sigma_{\varepsilon_1}^2, \dots, \sigma_{\varepsilon_N}^2)$  que supondremos que toma un valor inicial  $\theta^0$ . Las observaciones generados por el sistema dinámico descrito anteriormente siguen una distribución normal, ya que son combinación de variables aleatorias normalmente distribuidas,  $y_t | x_t; \theta^0 \sim N(\mu_t(\theta^0), \Sigma(\theta^0))$ . Por lo tanto se conoce la expresión cerrada de su función de verosimilitud. Dado el vector de parámetros desconocidos, tenemos que (Hamilton, 1989, p. 3055):

$$\begin{aligned} \sum_{t=1}^T \log f(y_t | x_t; \theta^0) = & -\frac{NMT}{2} \log 2\pi - \frac{1}{2} \sum_{t=1}^T \log |\Sigma(\theta^0)| - \\ & - \frac{1}{2} \sum_{t=1}^T [y_t - \mu_t(\theta^0)]' [\Sigma(\theta^0)]^{-1} [y_t - \mu_t(\theta^0)], \end{aligned} \quad 3.3.14$$

donde

$$\mu_t(\theta^0) = [H(\theta^0)]' \hat{x}_{t|t-1}(\theta^0) \quad 3.3.15$$

y

$$\Sigma(\theta^0) = [H(\theta^0)]' V_{t|t-1}(\theta^0) [H(\theta^0)] + Q(\theta^0). \quad 3.3.16$$

### 3.3.3. Resultados del modelo de factores.

Los cálculos realizados para estimar el modelo de factores se han realizado utilizando los algoritmos provistos en el programa Eviews. Dados los supuestos sobre la relación entre las series macroeconómicas y los factores, además de los supuestos sobre su matriz de covarianza, hemos estimado un total de 52 parámetros (32 de la matriz H, 16 de Q y cuatro de Z). Las estimaciones de los parámetros son extremadamente sensibles a los valores iniciales que escogamos para  $\theta$ , y para evitar arbitrariedad en su elección hemos iniciado el proceso iterativo suponiendo que todos los coeficientes dinámicos y de carga son nulos y que las varianzas de los errores era unitaria. Como el

número de observaciones anuales varía según el año hemos fijado  $\Delta t = 1/255$ , tomando el año más corto como la frecuencia de observación.

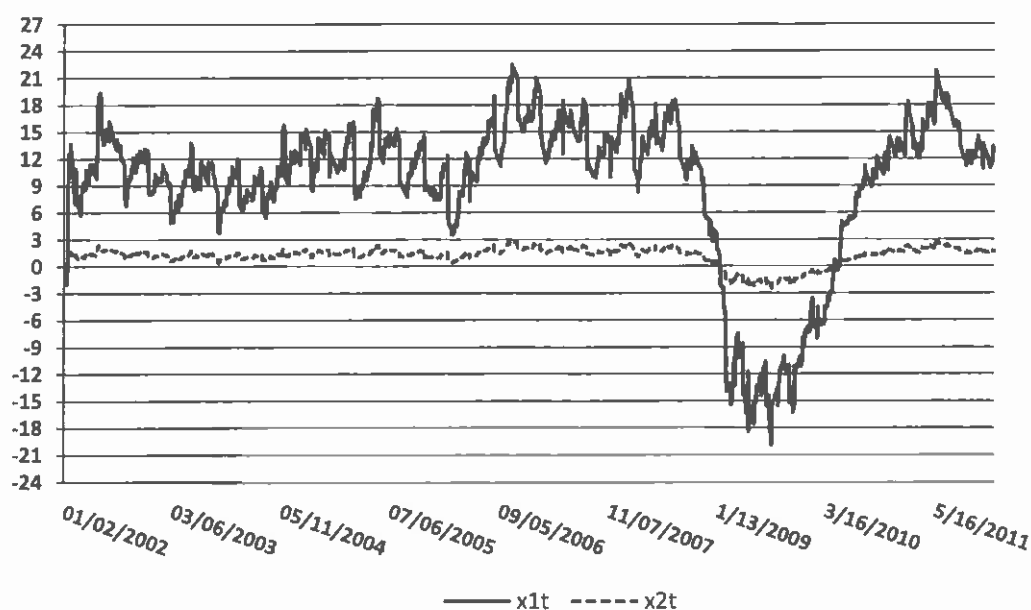


Figura 3.3. Evolución de los dos factores económicos, 2002-2011<sup>29</sup>

Fuente: Elaboración propia

El modelo analizado utiliza todas las series de datos expuestas en la sección 3.2.1 y presentamos sus resultados en las tablas 3.3.1 y 3.3.2. El objetivo de este modelo ha sido generar una serie de factores, cuya evolución siguiera el estado de la economía, basados en un conjunto de datos imperfectos como son los datos preliminares. La primera observación que realizamos acerca de los resultados es que el modelo podría simplificarse, eliminando algunas de las series económicas del conjunto de señales. Esto queda plasmado en los coeficientes de la matriz de cargas,  $H$ , que muestra la aportación diferencial de cada factor a la variación de su respectivo señal. Muchos de los coeficientes calculados padecen de bajos niveles de significatividad. Una segunda dificultad de su interpretación surge del signo de los estados. En la figura 3.3 podemos ver que los factores pasan de ser negativos durante los años más duros de la Gran Recesión. Dado el coeficiente referido al PIB de España,  $-0.611275$ , una disminución del primer factor,  $x_{1t}$ , la producción, debería de generar un aumento del PIB de España.

Un factor que también influye en la significatividad de un determinado coeficiente es la fecha de publicación. En las primeras versiones de este modelo que solo incluían los

<sup>29</sup> Las fechas de la gráfica toman el formato estadounidense MM-DD-AAAA



datos de un solo indicador para los cinco países, el PIB, los resultados apuntaban a que los coeficientes correspondientes a la producción de Reino Unido no eran estadísticamente significativos. Esto se debe a que las estimaciones preliminares de Reino Unido se publican en un mes distinto al de los demás países. Mientras que los otros cuatro publican sus estimaciones en febrero, mayo, agosto y noviembre, Reino Unido las publica en enero, abril, julio y octubre. En estas primeras simulaciones, la eliminación de los datos de Reino Unido empobrecía la calidad de los factores, a pesar de la escasa significatividad de sus parámetros. Resumiendo, no debemos de rechazar el modelo basándonos únicamente en las pruebas estadísticas aplicadas a los coeficientes de su matriz de cargas. Aun así, muchos de los coeficientes toman valores con sentido económico. Por ejemplo, en el caso de los indicadores de empleo un aumento del primer factor, que hemos interpretado como el factor de producción, genera un aumento del empleo mientras que los aumentos en el segundo factor, la inflación, causa una reducción.

<b>Tabla 3.3.1. Resultados del modelo factorial: Matriz de cargas</b>				
<b>Variable</b>	<b>H</b>		<b>Estadístico Z de los coeficientes</b>	
<b>PIB ESP</b>	-0.611275	4.953637	-0.094553	6.208419
<b>PIB UK</b>	-0.199324	1.623127	-0.094581	5.857957
<b>PIB DEU</b>	-0.011213	0.094094	-0.094294	4.104287
<b>PIB FRA</b>	-0.078403	0.642837	-0.094445	5.952307
<b>PIB ITA</b>	0.015259	-0.099587	0.008619	-0.006967
<b>DEFL ESP</b>	-0.72747	5.895704	-0.094555	6.200144
<b>DEFL ITA</b>	0.008693	-0.056893	0.006754	-0.00548
<b>DEFL UK</b>	0.012246	-0.079797	0.012332	-0.010168
<b>IPC ESP</b>	0.009366	-0.067311	0.094043	-0.684661
<b>IPC DEU</b>	-0.00423	0.0392	-0.093303	1.081126
<b>IPC UK</b>	0.017788	-0.138699	0.094687	-4.890003
<b>IPI ESP</b>	0.044766	-0.292478	0.007849	-0.006396
<b>EMPL ESP</b>	0.007502	-0.049366	0.006307	-0.005112
<b>EMPL UK</b>	0.000332	-0.001056	0.004712	-0.001859
<b>EMPL DEU</b>	0.001003	-0.006154	0.001846	-0.001403
<b>EMPL ITA</b>	0.001379	-0.008916	0.004686	-0.003733

Fuente: Elaboración propia

Las estimaciones de las varianzas de los errores de medidas de las señales, expuesta en la tabla 3.3.2, parecen haber sido más acertadas que los coeficientes de la matriz de carga. Todos ellos son altamente significativos, y las varianzas estimadas toman valores bastante bajos, salvo una excepción que corresponde a la señal de IPI de España. Los

parámetros de la matriz Z controlan el comportamiento dinámico del modelo y los coeficientes cruzados, es decir, los coeficientes  $z_{12}$  y  $z_{21}$ , presentan valores que no son estadísticamente significativos.

Tabla 3.3.2. Resultados del modelo factorial: Dinámica, varianzas de las señales y estados finales						
Matriz Z				Diagonal de Q	Estad. Z	
2.708375	-13.77829			$\sigma_1$	0.01598976	-52.29637
0.336504	-1.71269			$\sigma_2$	0.10653625	-221.1748
				$\sigma_3$	0.00454701	-651.4721
<b>Estadísticos Z de matriz Z</b>				$\sigma_4$	0.05692128	-406.9673
-0.093041	0.093214			$\sigma_5$	0.10338535	-178.0384
0.093214	-10.64644			$\sigma_6$	0.0345454	-64.05269
				$\sigma_7$	0.0853476	-398.1611
				$\sigma_8$	0.1063404	-196.4895
	<b>Estado Final</b>	<b>Estad. Z</b>	<b>Prob.</b>	$\sigma_9$	0.02033268	-484.1801
$x_{1t}$	12.67475	2.37965	0.173	$\sigma_{10}$	0.00696863	-752.4739
$x_{2t}$	1.573542	2.36920 6	0.178	$\sigma_{11}$	0.00801769	-591.524
<b>Verosimilitud Logarítmica</b>	7495.451			$\sigma_{12}$	1.97742007	108.312
				$\sigma_{13}$	0.06229868	-548.8258
				$\sigma_{14}$	0.0249752	-1852.311
				$\sigma_{15}$	0.01852461	-1016.678
				$\sigma_{16}$	0.00519317	-1067.285

Fuente: Elaboración Propia

Hemos hecho énfasis en la importancia de no descartar el modelo solamente porque haya generado parámetros poco significativos. Si miramos los estadísticos relacionados con la evolución de los dos factores económicos, podemos ver que ambos resultan ser significativos a pesar de lo mencionado anteriormente. Centrándonos en la figura 3.3, vemos que los factores varían con una frecuencia muy alta. Cada uno de estos saltos se corresponde a la publicación de una nueva cifra macroeconómica, que hace variar los estados a través de las actualizaciones del filtro de Kalman. Tanto su trayectoria como las oscilaciones aparentemente aleatorias encajan con la experiencia de los últimos años, por lo que consideramos que ambos factores sirven para aproximar el estado percibido de la economía europea durante el período estudiado.

Los resultados aquí presentados han sido obtenidos utilizando el conjunto de datos completo. En futuras simulaciones, es posible que eliminemos algunas de estas para observar qué impacto tiene sobre los factores económicos. En base a pruebas ya

realizadas podemos decir que la forma, al menos a rasgos generales, de los factores económicos no varía sustancialmente de un modelo a otro. Sin embargo, sí que hemos apreciado un cambio de posición: en este modelo ambos factores se sitúan alrededor del cero, mientras que en otras simulaciones éstos han tomado valores totalmente negativos o totalmente positivos.

#### **3.4. La estructura temporal de los tipos de interés.**

El tipo de interés toma un lugar central en la teoría económica y condiciona todo tipo de decisiones intertemporales, ya sean de producción, inversión o consumo, y constituye el elemento fundamental de la teoría de política monetaria. Sin embargo, como señala Walsh (2010, p. 465), es habitual que los economistas se centren solamente en las diferencias entre los tipos de interés nominales y reales aunque también es fundamental la diferencia entre los tipos de interés a corto y a largo plazo.

Esta distinción es aún más relevante para el caso de manipulación del *Euribor*, ya que los esfuerzos de las instituciones del cártel pudieron centrarse en un vencimiento específico o, como es más probable, en varios de ellos. En el caso de que sólo se hubiera visto afectado un único vencimiento, podríamos proceder de forma más directa y realizar distintas regresiones lineales para determinar el impacto. Sin embargo, la falta de detalles de la nota de prensa de la CE nos lleva a inferir que la manipulación afectó a varios tipos *Euribor* y, por lo tanto, será necesario modelizar la curva de vencimiento completa.

En un momento del tiempo dado, un activo financiero<sup>30</sup> se valora según sus tipos de interés al contado para distintos vencimientos, que van desde un mes a varios años. La relación entre los tipos de interés para los distintos vencimientos es muy importante, ya que en algunos momentos el tipo de interés a corto plazo puede situarse por encima, o por debajo, de los tipos de interés a más largo plazo, y según cuál sea la relación podemos llegar a unas conclusiones u otras sobre el estado del mercado financiero y su desarrollo futuro. En muchos estudios, como Ang *et al* (2003), esta relación también se utiliza para realizar predicciones sobre la evolución de la economía real y detectar posibles recesiones.

---

30 En los análisis de las curvas de rendimiento, es habitual considerar los bonos del estado (específicamente, los bonos del gobierno federal de EEUU) por ser considerado activos sin riesgo. Ver Sharpe *et al* (1999, p.112-163) o Kettel (2002).

Esta rama de la literatura es fundamental para este trabajo, ya trata de clarificar la relación existente entre la evolución de los tipos de interés y la economía real. Se conoce que existe un flujo bidireccional entre estos dos elementos, como señala Wu & Rudebusch (2008), pero no ha quedado claro cuál de ellos predomina. Esto ha llevado a los investigadores a realizar supuestos sobre el desarrollo de este flujo de información: en el ya citado Lu & Wu (2009), comienzan estimando un modelo en el que el estado de la economía determina la estructura temporal de los tipos de interés; en Ang *et al* (2003), se hace el supuesto contrario y, finalmente, en Wu y Rudebusch (2008) estiman un modelo que toma como *inputs* tanto variables macroeconómicas como variables latentes de los datos sobre los tipos de interés para estudiar ambos flujos simultáneamente.

El modelo que desarrollamos a continuación encaja en una creciente literatura que estudia los determinantes macroeconómicos de la curva de vencimientos, llamado el enfoque macro-finanzas (Rudebusch, 2010; Diebold *et al*, 2005). Hasta principios de la década de los 2000, tanto los practicantes de la valoración de activos financieros profesionales como los académicos tenían la costumbre de utilizar las llamadas variables latentes. Este procedimiento se fundamenta en los modelos en el espacio de los estados y tomaba como variable observada los distintos vencimientos de un determinado tipo de interés. A partir de éstos se hallaban unas variables latentes que resumían la información relevante sobre la dinámica y estructura de los tipos y se podía proceder a realizar las predicciones o regresiones correspondientes. Lo habitual es trabajar con un número reducido de variables latentes, normalmente dos o tres, para evitar problemas con la sobre-especificación.

Estas variables latentes se apodan como las fuerzas macroeconómicas con las que, teóricamente, se corresponden. Pearson y Sun (1994) hablan de “inflación” para describir el factor que determina los tipos de interés a largo plazo, pero en ningún momento utilizan datos de este fenómeno. De forma parecida, algunos asignan los nombres de “nivel” y “curvatura” a los factores que determinan los vencimientos a largo plazo y el diferencial entre los tipos a corto y a largo, respectivamente<sup>31</sup> (Dai & Singleton, 2000; Litterman & Scheinkman, 1991). La búsqueda de un fundamento macroeconómico a estos modelos y sus factores ha llevado, lógicamente, a la incorporación de series macroeconómicas junto a las variables latentes. Esta

---

31 En inglés, “level” y “slope”, respectivamente.

combinación puede realizarse de dos formas: o bien aportando un modelo macroeconómico que fija la relación entre los factores latentes y las variables macroeconómicas, como hacen Wu y Rudebusch (2008), o bien sin especificar explícitamente ésta y permitiendo que los parámetros del modelo resuman esta información (Dewachter & Lyrio, 2006; Hördahl, Tristani, & Vestin, 2006). Ambos enfoques han generado resultados favorables, demostrando que el desarrollo de este enfoque podría ser especialmente prometedor.

La implementación de las metodologías macro-finanzas se realizan en el marco de los modelos afines de la estructura temporal<sup>32</sup>, que también se fundamenta en los modelos del espacio de los estados. La característica principal de estos modelos es que la relación dinámica entre los valores presentes y pasados de los factores es afín y lineal. Este supuesto hace que las expresiones derivadas para calcular el tipo de interés en cada vencimiento también sean afines, aunque no lineales. Esta familia de modelos goza de una serie de ventajas sobre otras variantes. En primer lugar, las expresiones que genera son intuitivos y sencillos de interpretar comparado con algunas otras variantes. Segundo, los modelos afines permiten introducir restricciones de no arbitraje (Piassezi, 2010; Harrison & Kreps, 1979), una condición necesaria para llevar a cabo una correcta estimación de los tipos de interés. De nuevo, la forma lineal de los factores (ya sean latentes o económicos) resulta ser fundamental para evitar cálculos excesivamente enrevesados. La última ventaja es que es el modelo más utilizado, tanto en el mundo académico como en el sector privado, y por lo tanto representa lo más cercano a un marco teórico-práctico universalmente aceptado.

A continuación describiremos el modelo de tipo de interés con condiciones de no arbitraje. Detallaremos cómo se realizarán las estimaciones y plantaremos el último paso necesario para llevar a cabo su implementación. En la sección de aplicación empírica, ajustaremos una versión simplificada del modelo temporal utilizando regresiones aparentemente no relacionados (SUR, por sus siglas en inglés). La metodología SUR es una variante de mínimos cuadrados que permite modelizar sistemas de ecuaciones cuya interrelación surge de las perturbaciones a las que son sometidas.

---

<sup>32</sup> Ver Duffie (1996) para una exposición exhaustiva sobre los distintos tipos de modelos de estructura temporal.

### 3.4.1. El modelo de la estructura temporal.

El punto de partida de nuestro modelo es establecer la relación entre el tipo de interés a corto plazo y los dos factores macroeconómicos que hemos hallado en la sección 3.3.2. Se ha vuelto costumbre utilizar las reglas monetarias del tipo Taylor (1993) para este fin, ya que indican una relación explícita entre la producción real y la inflación, y existe una gran variedad de formas funcionales para aproximar esta relación. Si llamamos  $y_t^r$  al tipo de interés a corto plazo, suponemos que la regla monetaria viene dada por

$$y_t^r = a_r + b_r'x_t, \quad t = 1, 2, \dots, T \quad 3.4.1$$

donde  $a_r$  es un escalar y  $b_r$  es un vector de parámetros de dimensión  $2 \times 1$ . Los parámetros correspondientes al vector traspuesto se interpretan como la sensibilidad del tipo de interés a corto plazo a variaciones en la evolución de la inflación y la producción. Según la política oficial del BCE el único objetivo de la política monetaria es mantener la estabilidad de precios a medio plazo, pero sería discutible afirmar que la evolución de la economía real, ya sea a través del empleo o la producción, no se tienen en cuenta a la hora de plantear sus actuaciones. Por esta razón incluimos ambos factores económicos en el modelo.

El siguiente elemento imprescindible del modelo es describir la evolución de las variables explicativas, los factores económicos. Supondremos que siguen la misma dinámica que la obtenida en el modelo factorial, por lo que su expresión matemática es exactamente igual:

$$x_t = Zx_{t-1} + R\eta_t, \quad t = 1, \dots, T. \quad 3.4.2$$

Los parámetros de esta ecuación tienen la misma interpretación que en el modelo factorial. Recordando, el parámetro  $Z$  gobierna la estabilidad del sistema dinámico y tendrá que tener autovalores de módulo inferior a la unidad y la matriz  $R$  es diagonal con elementos  $i$ -ésimos igual a  $\sqrt{\Delta t}$ , la frecuencia de observación. Como estamos tratando nuestro caso específico de dos factores económicos, el vector  $x_t$  es de dimensión dos, al igual que el vector de perturbaciones  $\eta_t$ . Las perturbaciones mantienen sus propiedades probabilísticas y siguen una distribución normal con esperanza nula, matriz de covarianza igual a la identidad y autocorrelación nula.

La derivación del modelo de estructura temporal es especialmente complejo, por lo que nos referimos a los desarrollos expuestos en Ang y Piazzesi (2003), que se

corresponden al caso de tiempo discreto<sup>33</sup>. La dificultad viene de la imposición de las restricciones de no arbitraje y sus implicaciones matemáticas sobre las ecuaciones vistas hasta ahora. Los tipos de interés que nosotros observamos en la realidad no están libres de riesgo y, aunque sean pequeñas y fugaces, pueden existir oportunidades de arbitraje. Esto hace que sea necesario ajustar los valores calculados por el modelo. Para ello, es necesario demostrar matemáticamente que existe una medida libre de riesgo,  $Q^*$ , equivalente a la medida del mundo real,  $Q$ . La demostración se basa en el cálculo estocástico y la aplicación de la derivada de Radon–Nikodym, que permite pasar de una medida a otra. Prescindiremos de entrar en los detalles de este desarrollo matemático, ya que representaría ser una digresión del presente trabajo, y nos centraremos en los cambios prácticos causados por la condición de no arbitraje.

El principal cambio es la necesidad de modelizar los procesos de riesgo, llamados los precios de mercado del riesgo y denotado por  $\lambda_t$  para un determinado momento del tiempo. Los precios del riesgo varían en el tiempo según varía el estado de la economía, es decir, conforme cambian los valores obtenidos en nuestro modelo factorial. Matemáticamente, su relación es afín y viene expresado por

$$\lambda_t = \lambda_0 + \lambda_1 x_t, \quad t = 1, \dots, T, \quad 3.4.3$$

donde  $\lambda_t$  es un vector de dimensión dos,  $\lambda_0$  es un vector de parámetros de dimensión dos y  $\lambda_1$  es una matriz  $2 \times 2$ . Siguiendo el desarrollo de Ang y Piassezi (2003), tenemos que la estructura temporal del tipo de interés viene dado por

$$y_t^\tau = \frac{a(\tau)}{\tau} + \left[ \frac{b(\tau)}{\tau} \right]' x_t, \quad t = 1, 2, \dots, T, \quad 3.4.4$$

donde  $\tau = T - t$  es el vencimiento a considerar, que en nuestro caso se corresponderá a un mes, tres meses, seis meses y doce meses. Los parámetros de la ecuación del tipo de interés a corto plazo eran constantes, por lo que la expresión resultante era bastante sencilla de entender. Sin embargo, los coeficientes son las soluciones a un sistema de ecuaciones en diferencias de primer orden que dependen del plazo de vencimiento e incluyen todos los parámetros expuestos hasta ahora. Explícitamente, los coeficientes resuelven el sistema dinámico

$$a(\tau + 1) = a(\tau) - b(\tau)'[-R\lambda_0] + \frac{1}{2}b(\tau)'RR'b(\tau) - a_r, \quad 3.4.4$$

---

<sup>33</sup> Para el caso de tiempo continuo, véase Duffie y Kan (1996) o Piazzesi (2010).

$$\begin{aligned}
 b(\tau + 1)' &= b(\tau)'[Z - R\lambda_1] - b_r', \\
 a(0) &= 0, \\
 b(0)' &= (0 \quad 0).
 \end{aligned}$$

El modelo utilizado es afín, ya que tanto los factores dinámicos, los procesos de riesgo, los tipos de interés a corto plazo y a las ecuaciones de la estructura temporal tienen forma de “constante más coeficiente”, aunque la relación es más compleja en el caso de las ecuaciones de la estructura temporal.

En total tendremos que estimar cuatro grupos de parámetros,  $a_r$ ,  $b_r'$ ,  $\lambda_0$  y  $\lambda_1$ , para poder calcular los coeficientes del modelo de estructura temporal. La obtención de los primeros dos no plantea excesivas dificultades, ya que podría realizarse por máxima verosimilitud o mínimos cuadrados, utilizando las ecuaciones 3.4.1 y 3.4.2. Sin embargo, obtener los parámetros que controlan la dinámica de los precios del riesgo plantea mayores dificultades. Esto se debe a que estos parámetros se encuentran dentro de las ecuaciones en diferencias 3.4.4. El cálculo de estos parámetros parte del programa matemático

$$\min_{\{\lambda_0, \lambda_1\}} \sum_{\tau=1,3,6,12} \sum_{t=1}^T (\hat{y}_t^\tau - y_t^\tau)^2, \quad 3.4.5$$

donde  $\hat{y}_t^\tau$  es el vector de tipos de interés estimados para cada uno de los vencimientos  $\tau$  y  $y_t^\tau$  es el vector de tipos de interés estimados para esos mismos vencimientos. Este programa no es más que la minimización de la suma de los residuos al cuadrado, pero ahora nos encontramos que las ecuaciones en diferencias 3.4.4 funcionan como una restricción al programa matemático. Esto impide el uso de la mayoría de aplicaciones informáticas pre-programadas, como las rutinas incluidas en Eviews, y requiere el uso de métodos numéricos para alcanzar el máximo. Debido al gran coste computacional de este cálculo, preferimos prescindir de esta estimación en este momento y pasar a utilizar otras metodologías más sencillas.

El modelo que hemos planteado buscará alcanzar el mayor ajuste posible a los datos del Eonia y el *Euribor*, sin tener en cuenta la manipulación del cártel. Para controlar por este efecto incorporaremos un tercer factor al vector de estados,  $x_t$ . Este factor se basará en una variable dicotómica, adaptado al marco dinámico que requiere un modelo de estructura temporal.



El gran inconveniente de estas metodologías más simples es que no se fundamentan en la teoría del tipo de interés, por lo que no cumplen las restricciones de no arbitraje. Sin embargo, nos servirán como una primera aproximación a los valores del tipo de interés que habrían regido en ausencia de la acción del cártel.

### 3.4.2. Resultados del modelo SUR.

Para poder realizar una primera aproximación a la desviación del *Euribor*, utilizaremos un modelo de regresión lineal cuyos coeficientes son simples constantes. Utilizaremos los dos factores económicos calculados en la sección del modelo factorial y también incorporaremos una variable dicotómica,  $m_t$ , para distinguir entre el período de manipulación y el resto del tiempo. Esta variable toma el valor 1 en todos los días comprendidos entre septiembre de 2005 y mayo de 2008 y cero en cualquier otro día del intervalo.

Matemáticamente, este modelo se especifica como

$$y_t^r = a_r + b_{1r}x_{1t} + b_{2r}x_{2t} + v_{r,t}, \quad t = 1, 2, \dots, T, \quad 3.4.6$$

que de nuevo representa el tipo de interés instantáneo, y

$$y_{\tau,t} = a_{\tau} + b_{1\tau}x_{1t} + b_{2\tau}x_{2t} + c_{\tau}m_t + v_{\tau,t}, \quad t = 1, 2, \dots, T, \quad 3.4.7$$
$$\tau = 1, 3, 6, 12,$$

que representa el tipo de interés para los demás vencimientos. Suponemos que las perturbaciones  $(v_{rt}, v_{1t}, \dots, v_{12t})$  no están autocorreladas en el tiempo pero que sí hay dependencia transversal, es decir, que su matriz de covarianza no es diagonal. Además, las esperanzas de estas perturbaciones son nulas y sus covarianzas son constantes.

Por lo tanto, se trata de un sistema de cinco ecuaciones con un total de 19 parámetros que tendrán que ser estimados. Para ello utilizaremos el ya mencionado modelo SUR, o de regresiones aparentemente no relacionados. Esta metodología es una generalización de las regresiones simultáneas lineales y se utiliza fundamentalmente para estimar ecuaciones que, a priori, no tienen relación entre ellas. Si tenemos un número determinado de ecuaciones que queremos analizar, cada una con su propia variable dependiente y explicativa, sin compartir ninguna de ellas (recordad: aparentemente no relacionada), podremos capturar las posibles interrelaciones que surgen del impacto que

tienen las perturbaciones sobre sus valores finales (Srivastava & Giles, 1987; Greene, 1990[2003]).

En nuestro modelo, todas las ecuaciones están relacionadas explícitamente ya que comparten los dos factores macroeconómicos. Además, las cuatro ecuaciones de la estructura temporal incorporan un segundo elemento de interrelación, la variable ficticia. Trataremos este modelo como uno SUR para determinar si además están interrelacionadas a través de su perturbación, y para contrastar los resultados haremos alusión a sus estimaciones por mínimos cuadrados ordinarios (es decir, suponiendo que las perturbaciones no tienen relación ninguna) aunque no presentaremos las tablas con las estimaciones.

Tabla 3.4.1. Coeficientes estimados con el modelo SUR				
	Coeficiente	Error Estándar	Estadístico t	Probabilidad
$a_r$	1.513441	0.030389	49.80254	0.000
$b_{1r}$	49.91889	19.65251	2.540078	0.0111
$b_{2r}$	-401.4641	158.3001	-2.536095	0.0112
$a_1$	1.615517	0.027483	58.78173	0.000
$b_{11}$	41.5925	17.69505	2.350516	0.0188
$b_{21}$	-334.4213	142.5328	-2.346276	0.019
$c_1$	0.274053	0.021689	12.6356	0.000
$a_3$	1.805723	0.027933	64.64526	0.000
$b_{13}$	37.64543	17.97169	2.094707	0.0362
$b_{23}$	-302.6774	144.7611	-2.090875	0.0366
$c_3$	0.355144	0.023742	14.95851	0.000
$a_6$	1.948243	0.026613	73.2074	0.000
$b_{16}$	32.46678	17.1117	1.897344	0.0578
$b_{26}$	-261.0035	137.8339	-1.893609	0.0583
$c_6$	0.416662	0.023944	17.40167	0.000
$a_{12}$	2.114755	0.025538	82.80729	0.000
$b_{1,12}$	28.37058	16.40501	1.729385	0.0838
$b_{2,12}$	-228.0164	132.1415	-1.725547	0.0845
$c_6$	0.432041	0.024824	17.4045	0.000

Fuente: Elaboración Propia

El modelo requiere la estimación de un total de 19 coeficientes, que quedan representados en la tabla 3.4.1. En todas las ecuaciones encontramos que el coeficiente constante es estadísticamente significativo, pero se da un caso bastante particular en lo que refiere a los factores económicos. Este modelo lineal generalizado genera coeficientes cuya significatividad desciende conforme aumenta el plazo de vencimiento estudiado. Comenzando con la estimación del tipo de interés instantáneo, el Eonia,

vemos que todos los parámetros resultan ser significativos. Sin embargo, a partir de la ecuación del *Euribor* a seis meses deja de cumplir la condición habitual de significatividad, superando el 0.05. En todos los casos la variable ficticia es estadísticamente significativa y además su coeficiente aumenta con los plazos de vencimiento, indicando que su importancia en la determinación del tipo de interés con el vencimiento. A nuestro juicio, esto indica una concentración de la actividad del cártel en los vencimientos de más largo plazo al observarse una progresiva pérdida de relación entre el estado de la economía y el tipo de interés. Esto apoyaría el análisis realizado en el segundo capítulo de este trabajo, en el que veíamos que una institución financiera podía beneficiarse en el mercado de los *swaps*, que se ven afectados fundamentalmente por los vencimientos más altos del *Euribor*.

Si comparamos los resultados obtenidos con el método de mínimos cuadrados ordinarios, obtenemos unos resultados similares. Se vuelve a repetir el patrón explicado antes: los factores económicos pierden importancia conforme aumenta el plazo de vencimiento, mientras que la variable ficticia la gana. Los p-valores calculados para los coeficientes aumentan en comparación con el modelo SUR, lo cual debería indicar una peor calidad de ajuste, pero la calidad del ajuste, aproximado por el  $R^2$  (tabla 3.4.2), aumenta. Mientras que el modelo SUR no llega a alcanzar 0.4, la estimación por mínimos cuadrados lo sobrepasa en todas las ecuaciones del *Euribor*. Los valores estimados para los coeficientes también varían de un modelo a otro. Ambos procedimientos coinciden en su estimación para la ecuación del Eonia, pero para las ecuaciones del *Euribor* hay una diferencia notable: los estimadores de mínimos cuadrados subestiman la importancia de los factores económicos y generan coeficientes más bajos. Por lo tanto, el modelo SUR representa el marco metodológico correcto para llevar a cabo este tipo de análisis de regresión sencillos.

<b>Tabla 3.4.2. Indicadores de bondad del ajuste del modelo SUR</b>			
<b>Ecuación: EONIA</b>			
<b>R-squared</b>	0.285852	<b>Media variable dependiente</b>	2.229108
<b>Adjusted R-squared</b>	0.285294	<b>Desv. típica variable dependiente</b>	1.233911
<b>Error estándar de la regresión</b>	1.043152	<b>Suma cuadrada de los residuos</b>	2786.792
<b>Ecuación: EURIBOR 1</b>			
<b>R<sup>2</sup></b>	0.350277	<b>Media variable dependiente</b>	2.376285
<b>R<sup>2</sup> Corregido</b>	0.349516	<b>Desv. típica variable dependiente</b>	1.252074
<b>Error estándar de la regresión</b>	1.00983	<b>Suma cuadrada de los residuos</b>	2610.577
<b>Ecuación: EURIBOR 3</b>			
<b>R<sup>2</sup></b>	0.336777	<b>Media variable dependiente</b>	2.53233
<b>R<sup>2</sup> Corregido</b>	0.335999	<b>Desv. típica variable dependiente</b>	1.254161
<b>Error estándar de la regresión</b>	1.021968	<b>Suma cuadrada de los residuos</b>	2673.713
<b>Ecuación: EURIBOR 6</b>			
<b>R<sup>2</sup></b>	0.350579	<b>Media variable dependiente</b>	2.646298
<b>R<sup>2</sup> Corregido</b>	0.349818	<b>Desv. típica variable dependiente</b>	1.202982
<b>Error estándar de la regresión</b>	0.970011	<b>Suma cuadrada de los residuos</b>	2408.76
<b>Ecuación: EURIBOR 12</b>			
<b>R<sup>2</sup></b>	0.367508	<b>Media variable dependiente</b>	2.808179
<b>R<sup>2</sup> Corregido</b>	0.366767	<b>Desv. típica variable dependiente</b>	1.162874
<b>Error estándar de la regresión</b>	0.925368	<b>Suma cuadrada de los residuos</b>	2192.142

Fuente: Elaboración Propia

## **Conclusiones**

En este trabajo hemos desarrollado una metodología para estimar el impacto que tuvo la acción del cártel de instituciones financieras en los distintos tipos de interés del *Euribor*. Basándonos en las guías metodológicas más relevantes del momento hemos identificado las características que debería tener un informe de cuantificación de daños para cumplir con su objetivo de ser una prueba en una demanda judicial. Con este fin hemos intentado que este trabajo tuviera un desarrollo lógico, con una estructura clara y explicando paso a paso cómo encaja cada elemento de la metodología en ese fin último, intentando así soslayar las dificultades que podrían surgir de la gran complejidad de algunas de las herramientas matemáticas.

Nuestro trabajo tiene cuatro aportaciones principales. La primera de estas se refiere al a revisión bibliográfica de la literatura especializada en la cuantificación de daños y perjuicios derivados de infracciones de competencia. Hemos ordenado y estructurado las recomendaciones de las guías más destacadas. Por un lado, esto ha servido de justificación de la estructura del resto del proyecto, pero por otro pensamos que ese breve resumen del conocimiento colectivo sobre las cuantificaciones podría servir de punto de partida para afrontar casi cualquier caso de cuantificación de daños sin necesidad de que sea causado por prácticas anticompetitivas.

La segunda es el conjunto de datos construido para la realización del modelo factorial. La idea de trabajar con datos preliminares es muy interesante debido al importante papel que tiene la calidad de la información que utilizan los agentes a la hora de realizar sus decisiones. Además de esto, se conoce que la calidad de las predicciones econométricas, así como los análisis de regresión, puede verse fuertemente influido por el uso de un tipo de datos “normales” o preliminares.

Sin embargo, la construcción de bases de datos preliminares presenta una gran dificultad: la falta de acceso a las fuentes primarias necesarias para llevar a cabo los procesos de recopilación. Esta dificultad impide la recopilación de largas series temporales, ya que conforme nos adentramos en el pasado, mayor número de vacíos encontramos en los datos. El trabajo de organismos como la EABCN, que intentan coordinar su desarrollo a nivel internacional, será fundamental para este campo en el futuro. La base de datos que nosotros aportamos al campo abarca dieciséis series

temporales e incluye información sobre cinco indicadores y cinco países de la UE para un intervalo de tiempo superior a la década.

La tercera aportación de este trabajo es el modelo factorial dinámico. Nuestro modelo ha conseguido resumir la gran cantidad de información económica estudiada en solamente dos series temporales. Además, la evolución de estos dos factores se ajusta bastante a la experiencia de los últimos años: en el primero de ellos se ve claramente el aumento de la producción en los años anteriores a 2008, la gran caída desencadenada por la crisis financiera de ese mismo año y la letárgica recuperación económica. A su vez, el segundo factor se mantiene relativamente estable, con cierto crecimiento hasta el inicio de la crisis que luego desemboca en una trayectoria con tendencia negativa. Los modelos basados en el espacio de los estados y los factores latentes ofrecen un gran poder analítico, como hemos demostrado adaptando un modelo a los datos europeos.

La cuarta, y última, aportación significativa de este proyecto es el análisis de regresión realizado a los tipos de interés Eonia y *Euribor*. A día de hoy sigue siendo muy habitual el uso de factores latentes extraídos de los mismos tipos de interés para llevar a cabo estas regresiones. A pesar del buen comportamiento de estos modelos, hay que tener en cuenta la falta de coherencia lógica que esto supone: al fin y al cabo, la variable explicada es la variable explicativa y *viceversa*. Por esto es necesario continuar trabajando para conseguir un mayor acercamiento entre la literatura macroeconómica y la financiera, para que futuros análisis puedan realizarse sin depender de tales incoherencias. Nuestro análisis no ha entrado en gran profundidad, limitándose a un análisis preliminar basado en las técnicas habituales de la econometría. En términos generales el ajuste conseguido por estos modelos sencillos no ha sido de gran calidad pero nos ha permitido afinar nuestra búsqueda de los efectos de la manipulación. Conforme aumenta el plazo de vencimiento, los factores macroeconómicos se vuelven menos importantes para la determinación de los tipos de interés. Esto concuerda con una de nuestras hipótesis fundamentales: que la manipulación del *Euribor* se manifiesta como una disminución de la relación entre el estado de la economía y los tipos de interés nominales.

Entendiendo los límites de este análisis econométrico, hemos aportado un modelo dinámico de la estructura temporal que cumple con todos los requisitos teóricos de la teoría financiera dominante, destacando la inclusión de restricciones de no arbitraje. A la luz de los resultados de las regresiones más sencillas, podemos esperar que este

model genere resultados de mayor calidad al garantizar mantener la forma de curva de vencimiento en cada momento del tiempo.

En cuanto al cálculo del diferencial del tipo de interés *Euribor* no podemos realizar ninguna afirmación sobre el signo o la dimensión de este. Los análisis realizados hasta el momento no han conseguido un ajuste lo suficientemente bueno para llevar a cabo un cálculo lo suficientemente preciso. Sin embargo, hemos de destacar que el análisis del mecanismo de manipulación y los hechos del caso particulares del caso parecen indicar que la manipulación pudiera ser mayoritariamente a la baja.

Nos gustaría tomar la oportunidad de recordar que este informe representa un avance sobre lo que será el informe final, que ya incluirá el cálculo del diferencial. Entre los cambios previstos al presente trabajo incluimos varios cambios a la base de datos usados, un refinamiento del modelo factorial utilizada y la implementación del programa matemático necesario para realizar la estimación del modelo dinámico de la estructura temporal.





## Bibliografía

- Abrantes-Metz, R. M., Kraten, M., Metz, A. D., & Seos, G. S. (2010). Libor manipulation? *Journal of Banking & Finance*, 36:136-150.
- Acharya, V., Gromb, D., & Yorulmazer, T. (2012). Imperfect Competition in the Interbank Market for Liquidity as a Rationale for Central Banking. *American Economic Journal: Macroeconomics*, 4(2):184-217.
- Agencia de defensa de la competencia de Andalucía (ADCA). (2014). *Documento de trabajo: Guía práctica para la cuantificación de daños derivados de infracciones de los artículos 101 y 102 del TFUE*. Sevilla.
- Andersen, T., Bollerslev, T., Diebold, F., & Vega, C. (2003). Micro effects of macro announcements: real time price discovery in foreign exchange. *Econometrica* 71, 529-626.
- Anderson, P., Bolema, T., & Geckil, I. (2007). *Damages in Antitrust Cases*. Chicago: Anderson Economic Group, LLC.
- Ang, A., & Piazzesi, M. (2003). A no-arbitrage vector autoregression of term structure dynamics with macroeconomic and latent variables. *Journal of Monetary Economics* 50(4), 745-787.
- Ang, A., Piazzesi, M., & Weid, M. (2006). What does the yield curve tell us about GDP growth? *Journal of Econometrics* 131, 359-403.
- Angelini, E., Banbura, M., & Rünstler, G. (2008). Estimation and Forecasting the Euro Area Monthly National Accounts from a Dynamic Factor Model. *ECB Working paper no. 953*.
- Ashurst. (2004). *Study of the conditions of claims for damages in case of infringement of EC competition rules: Comparative Report*. Bruselas: Comisión Europea.
- Banco Internacional de Pagos. (1983). *The international bank market: a descriptive study*. Basilea.
- BCE. (2011). *Implementation of Monetary Policy in the Euro Area*. Frankfurt am Main.
- Bucher, M., Hauck, A., & Neyer, U. (2014). *Fricitons in the Interbank Market and Uncertain Liquidity Needs: Implications for Monetary Policy Implementation*. Dusseldorf: Dusseldorf Universtiy Press - Discussion papers.
- CEPS, EUR & LUISS. (2007). *Making Antitrust Enforcement More Effective in the EU: Welfare Impact and Potential Scenarios*. Brussels: Dirección General de Competencia de la CE.
- Chamberlain, G., & Rothschild, M. (1983). Arbitrage, factor structure, and mean-variance analysis on large asset. *Econometrica* 51, 1281-1304.
- Cole, R. (1969). Data errors and forecasting accuracy. En J. Mincer, *Economic Forecasts and Expectations: Analyses of Forecasting Behavior and Performance* (págs. 47-82). New York: National Bureau of Economic Research.

- Comisión Europea. (2005). *Green Paper on damages actions for breach of the EC antitrust rules*. Bruselas.
- Comisión Europea. (2008). *White paper on damages actions for breach of the EC antitrust rules*. Bruselas.
- Comisión Europea. (4 de 12 de 2013). *Antitrust: Commission fines banks € 1.71 billion for participating in cartels in the interest rate derivatives industry*. Recuperado el 9 de 1 de 2015, de [http://europa.eu/rapid/press-release\\_IP-13-1208\\_en.htm](http://europa.eu/rapid/press-release_IP-13-1208_en.htm)
- Connor, J. (2014). *The Private International Cartels (PIC) Data Set: Guide and Summary Statistics, 1990-2013*.
- Croushore, D. (2011). Frontiers of Real-Time Data Analysis. *Journal of Economic Literature* 49:1, 72-100.
- Dai, Q., & Singleton, K. (2000). Specification Analysis of Affine Term Structure Models. *Journal of Finance* 55, 1943-1978.
- De Connick, R. (2010). Estimating Private Antitrust Damages. *Concurrences* (1), 39-43.
- De Connick, R. (2011). *Dirección General de Competencia de la CE*. Recuperado el 9 de 1 de 2015, de [http://ec.europa.eu/dgs/competition/economist/deconinck\\_at\\_damages.pdf](http://ec.europa.eu/dgs/competition/economist/deconinck_at_damages.pdf)
- de Haan, J., Oosterloo, S., & Schoenmaker, D. (2009). *European Financial Markets and Institutions*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Denton, F., & Oksanen, E. (1972). A Multi-Country Analysis of the Effects of Data Revisions on an Econometric Model. *Journal of the American Statistical Association* 67, 286-291.
- Dewachter, H., & Lyrio, M. (2006). Rates, Macro Factors and the Term Structure of Interest. *Journal of Money, Credit and Banking, Vol 38 No. 1* , 119-140.
- Diebold, F., & Rudebusch, G. (1991). Forecasting Output with the Composite Leading Index: A Real-Time Analysis. *American Statistical Association* 86, 603-610.
- Diebold, F., Piassezi, M., & Rudebusch, G. (2005 (May)). Modelling Bond Yields in Macroeconomics and Finance. *AEA Papers and Proceedings*, 415-420.
- Dirección General de Competencia. (2010). *Best practices for the submission of economic evidence and data collection in cases concerning the application of articles 101 and 102 of TFEU and in merger cases*. Recuperado el 8 de Enero de 2015, de [http://ec.europa.eu/competition/antitrust/legislation/best\\_practices\\_submission\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/competition/antitrust/legislation/best_practices_submission_en.pdf)
- Duarte, P., & Süßmuth, B. (2014). Robust Implementation of a Parsimonious Dynamic Factor Model to Nowcast GDP. *CESifo Working Papers No. 4574*.
- Duffie, D. (1996). *Dynamic Asset Pricing Theory*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Durbin, J., & Koopman, D. (2005). *Time series analysis by state space methods*. Oxford: Oxford University Press.
- Durbin, J., & Koopman, S. (2001). *Time Series Analysis by State Space Methods*. Oxford: Oxford University Press.

- Eisl, A., Jankowitsch, R., & Subrahmanyam, M. (2015). *The Manipulation Potential of Libor and Euribor*. Obtenido de <http://people.stern.nyu.edu/msubrahm/papers/LIBOR.pdf>
- Engle, R., & Watson, M. (1981). A one-factor multivariate time series model of metropolitan wage rates. *Journal of the American Statistical Association* 76, 774-781.
- Estrella, A., & Hardouvelis, G. A. (1991 ). The Term Structure as a Predictor of Real Economic Activity. *Journal of Finance* 46, 555-576.
- European Money Market Institute. (2014). *Euribor® Code of Conduct*.
- European Money Markets Institute. (2015). *Euribor Reform*. Recuperado el 25 de Julio de 2015, de [www.emmi-benchmarks.eu/euribor-org/euribor-reform.html](http://www.emmi-benchmarks.eu/euribor-org/euribor-reform.html)
- Fleming, M., & Remolana, E. (1999). *The Term Structure of Announcements*. Basel: BIS Working Papers. Recuperado el 30 de 6 de 2015, de <http://www.bis.org/publ/work71.pdf>
- Fouquau, J., & Spieser, P. K. (2014). Statistical evidence about Libor maipulation: A "sherlock. *Journal of Banking & Finance*.
- Freixas, X., & Jorge, J. (2008). The Role of Interbank Markets in Monetary Policy: A Model with Rationing. *Journal of Money, Credit and Banking*, 1151-1176.
- Freixas, X., & Rochet, J. (2008). *The Microeconomics of Banking*. London: The MIT Press.
- Geweke, J. (1977). The dynamic factor analysis of economic time series. En D. Aigner, & A. Golberger, *Latent Variables in Socio-Economic Models*. Amsterdam: North Holland.
- González Velasco, M. (2000). *El mercado interbancario: mercados, medios e instituciones financieras*. León: Universidad de León, Secretariado de Publicaciones.
- Gravelle, H., & Rees, R. (2004 [1981]). *Microeconomics, 3rd Edition*. Essex: Pearson Education Limited.
- Greene, W. H. (1990[2003]). *Econometric Analysis [5th Ed]*. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall.
- Hamilton, J. (1994). State-Space Models. *Handbook of Econometrics* 4, 3039-3080.
- Harrison, J., & Kreps, D. (1979). Martingales and Arbitrage in Multiperiod Securities Markets. *Journal of Economic Theory* 20, 381-408.
- Harvey, A. (1989). *Forecasting, Structural Time Series Models and the Kalman Filter*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Hördahl, P., Tristani, O., & Vestin, D. (2006). A joint econometric model of macroeconomic and term structure dynamics. *Journal of Econometrics* 131, 405-444.
- Howrey, E. (1978). The use of preliminary data in econometric forecasting. *Review of Economics and Statistics* 60, 193-200.
- Huizing, P. J. (2015). Parallel enforcement of rate rigging: lessons to be learned from LIBOR. *Journal of Antitrust Enforcement* 3(1), 173-2014.
- Kalman, R. (1960). A New Approach to Linear Filtering and Prediction Problems. *Journal of Basic Engineering* 82 (Series D), 35-45.

- Keske, S. (2010). *Group Litigation in European Competition Law: A law and economics perspective*. Antwerp: Intersentia.
- Kettel, B. (2002). *Economics for financial markets*. Elsevier.
- Koenig, E., Dolmas, S., & Piger, J. (1999). *The use and abuse of "real-time" data in economic forecasting*. Kansas City, Mo: Federal Reserve Bank of Kansas City.
- Litterman, R., & Scheinkman, J. (1991). Common factors affecting bond returns. *Journal of Fixed Income* 1, 51-61.
- Lu, B., & Wu, L. (2009). Macroeconomic releases and the interest rate term structure. *The Journal of Monetary Economics*, 56, 872-884.
- Maier-Rigaud, F., & Schwalbe, U. (2013). Quantification of Antitrust Damages. *Working Paper Series: 2010-ECO-09*, 23-38.
- Minford, P., & Peel, D. (1992). *Rational Expectations Macroeconomics: An Introductory Handbook [2ª Ed.]*. Oxford, UK: Blackwell.
- Mollencamp, C., & Whitehouse, M. (29 de Mayo de 2008). Study casts doubt on key rate. *Wall Street Journal*.
- OECD. (2000). *Hard Core Cartels*. Paris.
- Oxera (and a multi-jurisdictional team of lawyers led by Dr Assimakis Komninos). (2009). *Quantifying Antitrust Damages: Towards a non-binding guidance for courts*. Brussels: Publications Office of the European Union.
- Pearson, N., & Sun, T. (1994). Exploiting the conditional density in estimating the term structure: an application to the Cox, Ingersoll and Ross model. *Journal of Finance* 54, 1279-1309.
- Peña, D. (2005). *Análisis de series temporales*. Madrid: Alianza Editorial.
- Piazzesi, M. (2010). Affine term structure models. En L.-P. Hansen, & A. Sahalia, *Handbook of financial econometrics* (págs. 691-766). Oxford: North-Holland.
- Ross, S. (1976). The Arbitrage Theory of Capital Asset Pricing. *Journal of Finance* 13, 341-360.
- Rubinfeld, D. (2009). *Antitrust Damages, Research Handbook on the Economics of Antitrust Law*. Einer Elhauge editor.
- Rudebusch, G. (1995). Federal Reserve interest rate targeting, rational expectations and the term structure. *Journal of Monetary Economics* 35, 245-274.
- Rudebusch, G. (2010). Macro-finance models of interest rates and the economy. *The Manchester School* 78, Issue Supplement S1, 25-52.
- Rudebusch, G., & Wu, T. (2008). A macro-finance model of the term structure, monetary policy and the economy. *Economic Journal* 118, 906-926.
- Sharpe, W., Alexander, G., & Bailey, J. (1999). *Investments, 5ª edición*. London: Prentice-Hall International.
- Srivastava, V. K., & Giles, D. E. (1987). *Seemingly Unrelated Regression Equations Models: Estimation and Inference*. New York: Marcel Dekker.
- Stark, T., & Croushore, D. (2001). A Real Time Data-Set for Macroeconomists. *Journal of Econometrics*, 111-130.

- Stark, T., & Croushore, D. (2002). Forecasting with a real-time data set for macroeconomists. *Journal of Macroeconomics* 24, 507-531.
- Stock, J., & Watson, M. (1988). A Probability Model of the Coincident Economic Indicators. *NBER Working Paper #2772*.
- Taylor, J. (1993). Discretion versus policy rules in practice. *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*, 39 (págs. 195-214). North Holland.
- Taylor, M., & Mody, A. (2003). *The High Yield Spread as a Predictor of Real Economic Activity: Evidence of a Financial Accelerator for the United States*. Working Paper. IMF.
- Velasco, L., Alonso, C., Echebarría, J., Herrero, C., & Gutiérrez, J. (2011). *La aplicación privada del derecho de la competencia*. Valladolid: Lex Nova.
- Vives, X. (2010). *Competition and Stability in Banking: A New World for CP?* Recuperado el 13 de 5 de 2015, de <http://blog.iese.edu/xvives/files/2011/09/Competition-and-Stab-in-Banking-A-new-world-for-CP.pdf>
- Walsh, C. (2010). *Monetary Theory and Policy*, 3ª Edición. Cambridge, MA.: The MIT Press.
- Woodford, M. (2003). *Interest and Prices: Foundations of a Theory of Monetary Policy*. Princeton: Princeton University Press.
- Wu, T., & Rudebusch, G. (2008). A Macro-Finance Model of the Term Structure, Monetary Policy and the Economy. *The Economic Journal* 118 (July), 906-926.

