

# **ANALISIS DE RIESGO SISTÉMICO EN EUROPA EN EL CONTEXTO DE LA CRISIS FINANCIERA GLOBAL**

**Alerso Pimentel Domínguez**

Trabajo de investigación 013/021

Master en Banca y Finanzas Cuantitativas

Tutores: Dr. Antonio Díaz

Universidad Complutense de Madrid

Universidad del País Vasco

Universidad de Valencia

Universidad de Castilla-La Mancha

# ANÁLISIS DE RIESGO SISTÉMICO EN EUROPA EN EL CONTEXTO DE LA CRISIS FINANCIERA GLOBAL

Alerso Pimentel Domínguez

Trabajo de Investigación

Master en Banca y Finanzas Cuantitativas

Director de Tesina: Antonio Diaz

Universidad de Castilla-La Mancha



Universidad de Castilla-La Mancha

Universidad Complutense de Madrid

Universidad del País Vasco

Universidad de Valencia

<http://www.finanzasquantitativas.com>

## **Dedicatoria**

Dedico esta tesis a mi familia por su apoyo incondicional desde el inicio de esta etapa de mi vida. A mi madre por su amor y dedicación para conmigo y por ocupar un lugar muy especial dentro de mí. A mi padre por ser la persona más influyente en mi vida e inculcar en mí las cualidades de una persona con determinación y perseverancia. A mis hermanas por su colaboración y sus palabras de aliento en los momentos más necesitados.

## **Agradecimientos**

Quiero agradecer en primer lugar a Dios por permitirme culminar exitosamente esta etapa de mi vida y los esfuerzos que esta conllevó.

Quiero agradecer de manera especial a mi director de tesina, Prof. Antonio Diaz, por sus atinadas recomendaciones, dedicación y empeño en todo el proceso de elaboración de este documento. Y por último, pero no menos importante, a Farranaz Alvarez por sus valiosas observaciones y su apoyo constante en las diferentes fases de este trabajo de investigación.

## Índice

	<b>Pág.</b>
<b>Abstract</b>	
<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
<b>2. Revisión de la Literatura</b>	<b>6</b>
<b>3. Metodologías de Interconexión</b>	<b>9</b>
<b>3.1 Análisis de Componentes Principales</b>	<b>9</b>
<b>3.2 Causalidad en el Sentido de Granger</b>	<b>11</b>
<b>4. Datos</b>	<b>12</b>
<b>5. Análisis Empírico</b>	<b>14</b>
<b>5.1 Resultados PCA</b>	<b>15</b>
<b>5.2 Autocorrelaciones</b>	<b>23</b>
<b>5.3 Causalidad</b>	<b>24</b>
<b>5.4 Consistencia del PC1</b>	<b>26</b>
<b>6. Conclusiones</b>	<b>30</b>
<b>7. Referencias Bibliográficas</b>	<b>31</b>

## **Abstract**

El propósito de este estudio es evaluar el riesgo sistémico en Europa mediante la medición de las interconexiones en el sistema financiero europeo, tomando como referencia los rendimientos mensuales de las acciones de las instituciones financieras sistémicamente importantes de la Zona Euro. Utilizando las técnicas de componentes principales y de causalidad en el sentido de Granger para medir la evolución temporal de las correlaciones y la relación de causalidad de las mismas, encontramos que el sistema financiero de la Eurozona está altamente interconectado, con los bancos jugando un papel preponderante en la transmisión de los shocks.

## 1. Introducción

Los mercados financieros a nivel mundial han presentado un gran crecimiento en la última década, no siendo estos sujetos a un mayor grado de supervisión y vigilancia en el periodo previo a la crisis financiera global que tuvo sus inicios en el 2007, la cual puso de manifiesto las grandes debilidades del marco de regulación y supervisión, y la normativa vigente en dicho periodo. El fuerte impacto que ha tenido la crisis en la economía real a nivel mundial, ha llevado a los reguladores a realizar profundas transformaciones en el marco normativo que regula los mercados financieros, así como, intensificar las investigaciones de todas las irregularidades que pudieron provocar la crisis para establecer metodologías más eficientes de supervisión, con la finalidad de garantizar la seguridad y la solvencia de las instituciones financieras tanto a escala individual como sistémica.

La necesidad por parte de los reguladores de medir la magnitud del efecto que provoca un hecho relevante en la economía, es lo que da inicio al concepto de Riesgo Sistémico, catalogado a partir de la crisis como uno de los aspectos más importantes en la regulación financiera actual. La gravedad de la crisis financiera actual ha llevado a las autoridades competentes a emprender diversas reformas del marco de supervisión y regulación microprudencial, y a asignar a los bancos centrales de todo el mundo funciones macroprudenciales en reconocimiento a la importancia del componente sistémico en la estabilidad financiera.

En el 2009, el Fondo Monetario Internacional (FMI por sus siglas en inglés), el Consejo de Estabilidad Financiera (FSB por sus siglas en inglés) y el Banco Internacional de Pagos (BIS por sus siglas en inglés) propusieron por primera vez la definición de evento sistémico como "el riesgo de perturbación de los servicios financieros causado por un daño en la totalidad o parte del sistema financiero, y que tiene el potencial de generar consecuencias negativas graves para la economía real".<sup>1</sup> Este concepto fue originalmente asociado al pánico bancario (Bank runs) y las crisis cambiarias, pero en la actualidad se tiene una visión más amplia de la operatividad del sistema financiero.

En los periodos previos a la crisis financiera global, el enfoque de medición del riesgo sistémico estaba estrechamente relacionado al tamaño de las instituciones bancarias en el sistema financiero, lo que puso en boga el término *"Too Big Too Fail"*, medido por los daños que podrían provocar los problemas financieros de una de esas entidades en la economía. Sin embargo, el incremento en la complejidad de los productos financieros y la globalización de los servicios financieros, ha contribuido a la formación de interconexiones más fuertes, dando lugar al concepto *"Too Interconnected To Fail"*. Mientras una mayor interconexión permite una mayor eficiencia del sistema financiero y la diversificación del riesgo, a la vez juega el papel de mecanismo de transmisión de eventos sistémicamente importantes.

El auge que ha tomado el análisis del riesgo sistémico, es perfectamente medible a través de los esfuerzos que han realizado las grandes economías en implementar una supervisión macroprudencial que contribuya al seguimiento y gestión del riesgo sistémico. Los organismos principales que han sido creados para desempeñar funciones específicamente relacionadas a la evaluación del riesgo sistémico y

---

<sup>1</sup> Financial Stability Board website.

velar por la estabilidad financiera son: el Consejo de Vigilancia de la Estabilidad Financiera (FSOC por sus siglas en inglés) en Estados Unidos y la Junta Europea de Riesgo Sistémico (ESRB por sus siglas en inglés) en Europa. Otras instituciones que han realizado valiosos aportes en términos de estudios y desarrollo de metodologías de medición del riesgo sistémico son el FMI, el BIS, la Organización Internacional de Comisiones de Valores (IOSCO por sus siglas en inglés), el FSB, la Reserva Federal y el Grupo de los 20 (G-20). Adicionalmente, algunos países han establecido comités de riesgo sistémico como Reino Unido, Francia, Alemania, España, Hong Kong y Brasil.

Como era de esperarse, el interés en este campo ha aumentado considerablemente desde la crisis financiera. En un comunicado de prensa de fecha Enero 2013,<sup>2</sup> Janet Yellen (Vicepresidenta de la Reserva Federal) expresó que las investigaciones económicas orientadas a la interconexión como parte del riesgo sistémico a partir del 2007 suman 624 publicaciones, dos veces más de lo que se produjeron en los 25 años anteriores. Aunque cabe destacar que previamente, Allen y Gale (2000) desarrollaron un modelo importante de las redes financieras que proporciona una idea de cómo las redes o interconexiones en el sistema financiero pueden influir en el riesgo sistémico.

En el contexto de la crisis se han producido numerosos cambios que tocan diferentes aspectos de gran relevancia para la adecuada gestión del riesgo sistémico, algunos de estos relacionados a la inclusión de otros tipos de entidades financieras como aseguradoras, fondos de cobertura e intermediarios de valores, otros relacionados a la ampliación del perímetro de regulación a otras jurisdicciones y la definición de las instituciones financieras sistémicamente importantes. Estas medidas nos permitirían contar con un marco de vigilancia macroprudencial efectivo, y que pueda complementar la supervisión microprudencial tanto a escala nacional como internacional.

Las metodologías para detectar la existencia, el nivel y la dirección de los riesgos sistémicos han sido durante mucho tiempo temas de la academia antes de la crisis financiera reciente, sin embargo, las secuelas de una crisis sin precedentes ha despertado un interés nunca antes visto por la medición del riesgo sistémico. No existe una metodología generalmente aceptada para determinar el riesgo sistémico, y muchas de las ya existentes son altamente dependientes de una gran disponibilidad de datos, lo que pone en cuestión la fiabilidad de los resultados obtenidos. Con el objetivo de mejorar a futuro la eficacia de los modelos de análisis de riesgo sistémico, han surgido iniciativas por parte del G-20 y otras instituciones para implementar un plan de reducción de las limitaciones en la data con la finalidad de evaluar mejor el riesgo sistémico, el cual exigirá una mayor coordinación entre agencias reguladoras a nivel internacional.

La base principal en la evaluación del riesgo sistémico es la interconexión entre las instituciones y/o los mercados financieros, por lo tanto los reguladores deben contemplar a las empresas a nivel institucional, así como al mercado desde una perspectiva de la industria en general. Los vínculos o interconexiones en el sistema financiero se han incrementado con factores como la globalización, innovaciones financieras, estrategias de negocios, tecnologías, problemas de liquidez, etc. Estos factores forman parte del concepto *“Too Interconnected to Fail”*, y con ello, al desarrollo de distintos enfoques

---

<sup>2</sup> American Economic Association/American Finance Association Joint Luncheon San Diego, California January 4, 2013.

de evaluación y medición de estas interconexiones, los cuales pueden ser altamente complejos y engorrosos de analizar. Este hecho pone de manifiesto que aunque una empresa no parezca ser lo suficientemente grande para su importancia sistémica, su alto nivel de interconexión con las demás empresas podrían convertirla en sistémicamente importante, y aun más si existe un grado de dependencia entre ellas.

El Comité de Basilea ha tomado medidas orientadas a limitar los riesgos asumidos por los Bancos Sistémicamente Importantes Globalmente (G-SIBs por sus siglas en inglés), cuya situación de insolvencia tiene un mayor potencial de desencadenar externalidades negativas en todo el sistema financiero. Entre estas medidas se encuentran, mayores requerimientos mínimos de capital e indicadores de interconexión que determinarían cuando un banco será sujeto a mayores estándares de regulación. En vista de que las metodologías de evaluación dependen de las interconexiones, las medidas específicas empleadas serán continuamente revisadas y actualizadas, en consecuencia, es esencial procurar una mejora significativa en las metodologías de identificación y monitoreo de las interconexiones financieras de manera directa e indirecta y de este modo contribuir con una supervisión integral del riesgo sistémico.

Los planteamientos previos que resaltan la preponderancia de la gestión del riesgo sistémico por parte de los reguladores a nivel mundial con el objetivo de establecer un marco de actuación macroprudencial, el rol fundamental que juega la academia en el desarrollo de técnicas complejas de medición y monitoreo del riesgo sistémico, y el compromiso de cada uno de los profesionales en la materia de velar por una estabilidad financiera sostenible en el tiempo, son algunas de las razones que motivaron la realización de este estudio. Con el objetivo principal de extender el análisis de riesgo sistémico considerando uno de sus más complejos componentes, como lo es la interconexión del sistema financiero.

Si bien es cierto que recientemente han aumentado significativamente las publicaciones que tratan el tema de interconexión en los sistemas financieros, las metodologías utilizadas son muy reducidas y algunas de ellas presentan variantes de la metodología original, donde el aporte técnico suele demostrarse en las diferentes aplicaciones de las mismas, así como el contexto a analizar, en cuanto al mercado (nacional, internacional, global), tipo de información utilizada, etc.

Dentro de las publicaciones que han tenido mayor trascendencia, podemos citar los trabajos de Huang, Zhou y Zhu (2010) que miden el riesgo sistémico en Estados Unidos estimando el precio de una prima de seguro contra dificultades financieras sistémicas, concluyendo que la contribución de los bancos al riesgo sistémico es aproximadamente lineal a su probabilidad de incumplimiento pero no al tamaño y la correlación de sus activos. Más adelante Billio et al. (2011) aplican técnicas econométricas a los rendimientos mensuales de una muestra representativa del universo de bancos, aseguradoras, fondos de cobertura e intermediarios de valores, estos muestran una asimetría en el grado de interconexión entre estos sectores, y plantean que los bancos son los mayores transmisores de shocks entre las instituciones financieras. Acharya et al. (2011), y Adrian y Brunnermeier (2011) ajustan dos medidas de riesgo llamadas "*Expected Shortfall*" y "*CoVaR*", respectivamente, a la evaluación del riesgo sistémico en base a la contribución de cada institución a dicho riesgo. Para la primera metodología, los

autores demuestran empíricamente la habilidad de esta en predecir el surgimiento de riesgo sistémico durante la crisis financiera 2007-2009; en cuanto a la segunda, ellos observan que en el último trimestre de 2006, su medida hubiese predicho más de la mitad de las covarianzas durante la crisis.

Del mismo modo cabe destacar el apoyo de los organismos multilaterales como el FMI, el cual en el año 2009, dedicó su Reporte anual sobre la Estabilidad Financiera Global al tema del riesgo sistémico, donde desarrollaron cuatro métodos de evaluación para medir dependencias e interconexiones, estos son: *“The network approach”*, *“Co-risk model”*, *“Distress dependence matrix”* y el *“Default intensity model”*.

En el presente trabajo analizamos el riesgo sistémico en Europa, haciendo énfasis en la zona euro, a través de la medición de la interconexión existente en el periodo 2002-2012, medida con el uso de diferentes técnicas econométricas basadas en el Análisis de Componentes Principales (PCA por sus siglas en inglés). Dicha técnica estadística es una herramienta ampliamente utilizada para reducir la dimensionalidad en el estudio de un gran número de variables. Aplicando PCA a los rendimientos mensuales de las acciones de los principales bancos y aseguradoras europeas consideradas sistémicamente importantes, no solo por su tamaño sino también por la composición de sus activos y pasivos en relación al mercado, observamos como la estructura de correlación en los rendimientos mensuales de las acciones de las instituciones financieras en consideración, evaluado a partir de la proporción de la varianza total explicada por el primer factor, presenta incrementos significativos en los periodos claves de la crisis financiera y crisis de deuda en Europa.

Europa de por sí muestra un elevado grado de interconexión entre las economías que la componen, siendo este aún más acentuado en la Zona Euro por la concentración de su estructura financiera en una moneda única. Adicionalmente, por el hecho de ser la economía más grande del mundo, con un 23.2%<sup>3</sup> del PIB mundial en el 2012, podríamos afirmar sin ningún tipo de análisis previo, que Europa posee un sistema financiero sistémicamente importante. Por consiguiente, una adecuada gestión del riesgo sistémico en dicha economía nos permitiría contribuir en gran medida a la estabilidad financiera a nivel mundial, siendo este nuestro valor agregado a las investigaciones realizadas sobre esta importante temática.

Los datos utilizados corresponden al periodo Enero 2002-Diciembre 2012 de los rendimientos mensuales de las acciones de 15 bancos europeos definidos por el FSB como G-SIBs, 10 aseguradoras de Europa, 5 de las cuales son consideradas Aseguradoras Sistémicamente Importantes (G-SIIs por sus siglas en inglés) y otras 5 que pertenecen a la lista de las 10 aseguradoras más grandes de Europa en base al total de activos. Además, hemos incluido el índice S&P Europe 350 que engloba aproximadamente el 70% de la capitalización bursátil de la región y los 17 mayores mercados europeos.

El hecho de considerar los bancos y aseguradoras catalogadas como sistémicamente importantes por el FSB, nos permite tomar como punto de partida entidades financieras cuya estructura

---

<sup>3</sup> International Monetary Fund, 2013. "Nominal 2012 GDP for the world and the European Union (EU)". World Economic Outlook Database.

ya ha sido evaluada con escrutinio, y que de manera individual, futuros problemas financieros en algunas de estas entidades podrían afectar significativamente el sistema financiero europeo y mundial.

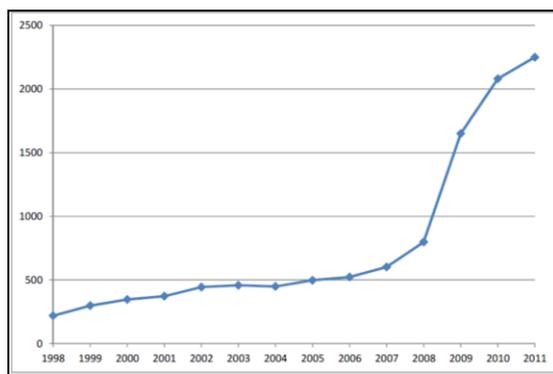
Los resultados muestran un comportamiento dinámico en el primer componente principal (en lo adelante PC1) en el periodo en cuestión, reflejando incrementos puntuales en las correlaciones en fechas claves posteriores a la crisis financiera del 2007 y poniendo en evidencia el alto grado de interconexión que existe en el sistema financiero europeo, el cual es de suma importancia dada la ponderación del mismo en la economía mundial.

El resto del presente trabajo está organizado en 6 apartados. Una breve revisión de la literatura en el segundo apartado. El apartado tres explica la metodología utilizada en el análisis, seguido por la presentación de los datos en el apartado cuatro. El apartado cinco explica los resultados obtenidos, y las conclusiones son expuestas en el apartado seis.

## 2. Revisión de la literatura

Las publicaciones de trabajos cuyo tema central es el riesgo sistémico, han mostrado un crecimiento exponencial en los últimos cinco años a raíz de la actual crisis financiera global. En los años previos a la crisis se tenía una visión sesgada del riesgo sistémico al enfoque *“Too Big Too Fail”*, este básicamente evalúa el riesgo ligado al tamaño de una institución financiera y la necesidad de una intervención por parte del gobierno dadas las repercusiones que una posible insolvencia podría generar en la economía. La forma más utilizada para medir este enfoque es mediante el índice de Herfindahl-Hirschman (HHI), sin embargo, la crisis reveló las grandes debilidades implícitas en esta forma de medir el riesgo sistémico y dio lugar un concepto mucho más amplio como es *“Too Interconnected To Fail”*.

La Figura 1 muestra la producción anual de publicaciones de investigaciones, medidas por una búsqueda en *“Google Scholar”* para documentos que contengan los términos Riesgo Sistémico y Sistema Financiero. Se puede observar la evolución temporal de las publicaciones en el campo del riesgo sistémico desde el 1998 al 2011.



**Figura 1. Evolución de estudios realizados sobre el riesgo sistémico**

Fuente: Markeloff, Warner y Wollin (2012)

Existen pocos estudios que miden las interconexiones en el sistema financiero en los años previos a la crisis financiera de 2007. Allen y Gale (2000) proponen que el riesgo sistémico surge a través de shocks de liquidez que pueden tener un efecto *“dominó”*, causando un problema en un banco y esparciéndolo a otros y pudiendo dar lugar a fallos en todo el sistema. En su modelo, los depósitos interbancarios son el mecanismo de transmisión principal de los shocks de liquidez de un banco a otro. Estos autores comparan dos estructuras de redes: una red *“completa”*, donde todos los bancos prestan y piden prestado de todos los bancos, y una red *“incompleta”* en la cual cada banco pide prestado y presta a un solo banco.

No es sino hasta el inicio de la crisis financiera cuando los grandes bancos centrales a nivel mundial, crean conciencia de la trascendencia de la medición y monitoreo del riesgo sistémico con un

enfoque genérico del mercado. *“We must have a strategy that regulates the financial system as a whole, in a holistic way, not just its individual components”*.<sup>4</sup>

El apoyo de la academia ha sido vital en el desarrollo de algunas metodologías de gestión del riesgo sistémico desde distintos puntos de vista. Numerosas fuentes de riesgo sistémico han sido identificadas por los reguladores e investigadores académicos y estos demuestran que el riesgo sistémico puede ser provocado por un solo factor, así como por una combinación de factores.

Dentro de los estudios realizados recientemente y los cuales han tenido mayor aceptación por parte de las entidades reguladoras del sistema financiero, podemos mencionar los siguientes:

- Huang, Zhou y Zhu (2010) adoptan un indicador de riesgo sistémico medido por el precio de la prima de un seguro contra dificultades financieras sistémicas (distressed insurance premium) y evalúan la contribución marginal de los bancos de manera individual al riesgo sistémico. Esta metodología es aplicada a los 19 bancos que pertenecen al Programa de Supervisión de Evaluación del Capital (SCAP por sus siglas en inglés). Su conclusión fue que la contribución de estos bancos al riesgo sistémico es aproximadamente lineal con su probabilidad de insolvencia, pero altamente no lineal con respecto al tamaño de la institución y la correlación de sus activos.
- Billio et al. (2011) miden las interconexiones entre 4 sectores principales: fondos de cobertura, bancos, aseguradoras e intermediarios de valores, aplicando a estos el Análisis de Componentes Principales y la Causalidad en el sentido de Granger. Ellos encontraron que los cuatro sectores se han vuelto altamente interrelacionados a lo largo de la última década, incrementando así el nivel de riesgo sistémico en la industria financiera y de seguros, vía relaciones complejas y redes cambiantes en el tiempo. Sus resultados muestran una asimetría en el grado de interconexión entre los cuatro sectores, con los bancos jugando un rol mucho más importante que las demás instituciones financieras en la transmisión de los shocks.
- Acharya et al. (2011) presentan un modelo de riesgo sistémico que muestra como la contribución de cada institución financiera al riesgo sistémico puede ser medida y valorada. Esta contribución es denominada *“Systemic expected shortfall”* (SES), que es la propensión de una institución a estar descapitalizada cuando el sistema en su conjunto está descapitalizado.
- Adrian y Brunnermeier’s (2011) proponen una medida de riesgo sistémico llamada CoVaR, el valor en riesgo del sistema financiero condicionado a instituciones en dificultades financieras. Estos definen la contribución de una institución al riesgo sistémico como la diferencia entre el CoVaR condicionado a instituciones que están en dificultades financieras y el CoVaR en el estado medio de la institución. Para el universo de instituciones financieras tranzadas públicamente, ellos cuantifican el grado en el cual variables como el apalancamiento, tamaño y descaldes en los plazos, predicen la contribución al riesgo sistémico.
- Gai, Haldane y Kapadia (2011) desarrollan un modelo de redes en el mercado interbancario donde los créditos sin garantías, la actividad de los repos y los shocks en los “haircuts” aplicados al colateral, son la base principal del estudio. Estos demuestran como las crisis sistémicas de liquidez como la asociada al colapso del mercado interbancario del 2007-2008 pueden surgir

---

<sup>4</sup> Bernanke, B.S. (2009), “Financial Reform to Address Systemic Risk” at the Council on Foreign Relations, Washington, D.C.

dentro de un marco de contagio en la financiación, difundido ampliamente a través de los vínculos en la red.

- Cont, Moussa y Santos (2012) examinan el potencial de contagio y riesgo sistémico en una red de instituciones financieras interconectadas, utilizando una metodología cuantitativa como métrica de importancia sistémica de las instituciones llamada Índice de Contagio.
- Jobst (2012) realiza una combinación de valoración de opciones con información de mercado y datos de hoja de balances para generar una medida probabilística de la frecuencia y severidad de que varias entidades experimenten un evento de liquidez en conjunto. Este relaciona el descalce de plazos entre los activos y pasivos de empresas con iguales características, e impacta su liquidez sujeto a cambios en los perfiles de riesgo y en las condiciones de mercado, respectivamente.

Como bien plantea Billio et al. (2011), el tema común en algunos de los estudios mencionados anteriormente es la magnitud de las pérdidas durante los periodos en que muchas instituciones presentan dificultades financieras en conjunto. Estos agregan que esta medida presenta buenos resultados siempre y cuando las pérdidas están bien representadas en los datos históricos, mientras que no recogen los periodos de rápida innovación financiera debido a la posible inexistencia de pérdidas simultáneas en los mismos.

Considerando que la probabilidad de un colapso financiero en el sistema está fuertemente ligada al grado de correlación entre los valores en cartera de las instituciones financieras y las fluctuaciones en los precios de mercado, dadas las condiciones macroeconómicas y de mercado del momento, nuestro estudio está estrechamente relacionado al de Billio et al. (2011), en cuanto al uso de la técnica de componentes principales aplicado a los rendimientos mensuales de los bancos y aseguradoras europeas consideradas globalmente sistémicamente importantes, evaluando así el riesgo sistémico en Europa.

### 3. Metodologías de Interconexión

La necesidad de definir una metodología apropiada para determinar las interconexiones en el sistema financiero y con ello medir los posibles efectos de estos vínculos en el riesgo sistémico, ha provocado que los profesionales y académicos en la materia extrapolen algunas herramientas estadísticas a la identificación, medición y monitoreo de los factores que ponen en cuestión la estabilidad financiera.

En este apartado describimos las dos medidas de interconexión que hemos empleado en el estudio, con el objetivo de identificar cambios en la estructura de correlaciones y la relación de causalidad entre las instituciones financieras. En primer lugar aplicamos el análisis de componentes principales para medir incrementos en conjunto de las correlaciones entre los rendimientos de las acciones de las instituciones financieras. En vista de que la correlación no necesariamente implica causalidad, para medir la direccionalidad de estas correlaciones utilizamos la prueba lineal de causalidad bidireccional en el sentido de Granger, estimando así las relaciones estadísticamente significativas entre las instituciones financieras.

#### 3.1. Análisis de Componentes Principales

Una técnica estadística ampliamente utilizada para representar los movimientos en conjunto y reducir la dimensionalidad de un gran número de variables es conocida como Análisis de Componentes Principales (PCA). El PCA identifica los factores más importantes que determinan los procesos estocásticos multidimensionales a través de la ortogonalización de las series temporales de los datos históricos asociados, convirtiéndose así en un método que permite caracterizar la estructura dominante dentro de un conjunto de números aleatorios.

La flexibilidad en la aplicación de los componentes principales, así como su potencial de arrojar resultados robustos en el análisis de riesgo sistémico nos ha llevado a optar por la implementación de esta técnica en el estudio de las correlaciones entre los bancos y aseguradoras más grandes de Europa, para detectar empíricamente un incremento en la direccionalidad de los rendimientos de los activos.

El análisis de componentes principales es de gran importancia, ya que permite representar la información contenida en una matriz de orden  $(n \times k)$  como una combinación lineal de  $k$  variables incorrelacionadas entre sí que se denominan componentes principales; por ello, cada componente ofrece nueva información con relación a los anteriores. Esta herramienta permite además determinar qué proporción de la varianza total es explicada por cada componente y así poder reducir la dimensionalidad de un conjunto de variables.

El PCA se produce por una descomposición de la matriz de varianza-covarianza ( $\Sigma$ ) de los rendimientos de las acciones de las  $N$  instituciones financieras en una matriz ortogonal de autovectores ( $V$ ) de la matriz de correlaciones de los rendimientos y la matriz diagonal de los autovalores ( $\Lambda$ ).

Suponiendo que la matriz de covarianza es  $\Sigma = \frac{XX'}{T}$ , (kxk), como esta es una matriz simétrica, puede ser factorizada de las siguientes formas:

$$\Sigma = V\Lambda V' \quad (1)$$

$$\Sigma V = V\Lambda \quad (2)$$

Como  $\Sigma$  es semidefinida positiva,

$$\Sigma = V\Lambda^{\frac{1}{2}} \left( V\Lambda^{\frac{1}{2}} \right)' \quad (3)$$

Donde V, (kxk), es una matriz ortogonal de  $\Sigma$ 's autovectores en cada columna, y  $\Lambda$ , (kxk), es una matriz diagonal que corresponde a los autovalores de  $\Sigma$ . Entonces,

$$\Lambda = \begin{pmatrix} \lambda_1 & & \\ & \ddots & \\ & & \lambda_n \end{pmatrix} \quad (4)$$

Donde  $\lambda_1 > \dots > \lambda_n \geq 0$ , son los respectivos autovalores.

La varianza del componente principal i-ésimo es igual a:

$$\frac{\lambda_i}{\sum_{k=1}^n \lambda_k} \quad (5)$$

Que no es más que la proporción de la varianza total explicada por cada componente. Con variables estandarizadas, como es el caso nuestro, la proporción es igual a  $\frac{\lambda_i}{k}$ .

El autovector asociado al mayor autovalor es el primer componente principal y este proporciona la parte dominante de la estructura. Si las variables originales están altamente correlacionadas, el primer componente principal (PC1), relacionado con el mayor autovalor, será significativamente mayor que los demás autovalores, y por ende explicará un alto porcentaje de la variabilidad conjunta.

La razón por la cual construimos componentes principales es porque siempre que haya suficiente correlación entre las variables consideradas, un número muy reducido de componentes principales podrán capturar una gran proporción de las fluctuaciones en el tiempo del conjunto de datos introducidos originalmente.

Así, el primer factor explica,

$$\frac{\lambda_1}{\lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_N} \quad (6)$$

Los primeros dos factores explican,

$$\frac{\lambda_1 + \lambda_2}{\lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_N} \quad (7)$$

Y así sucesivamente.

En nuestro caso, la suma de todos los autovalores representa el riesgo total del sistema (los que es igual a la suma de las varianzas de la matriz de covarianzas), y la suma de cada uno de los autovalores define la fracción acumulada de riesgo. Cuando el sistema está altamente interconectado, un número pequeño de componentes principales pueden explicar gran parte de la volatilidad del sistema.

Es importante destacar que si las variables consideradas presentan diferentes niveles de volatilidad entonces los resultados de aplicar PCA podrán diferir dependiendo de si utilizamos la matriz de correlaciones o covarianzas del vector de rendimientos. Para evitar que la estimación de los componentes principales esté dominada por las variables con las mayores varianzas, procedimos primero estandarizar los datos. Además, esta técnica debería utilizarse con variables estacionarias, como rendimientos o tasas de crecimiento.

### 3.2. Causalidad en el Sentido de Granger

Para estimar la transmisión de los shocks en el sistema financiero es importante medir la direccionalidad de las correlaciones a través del tiempo, de tal manera que hemos utilizado la prueba de causalidad lineal en el sentido de Granger.

La causalidad en el sentido de Granger nos dice que si estamos explicando el comportamiento de una variable “Y” utilizando su propio pasado, el incluir una variable “X” causa a la variable “Y” si al añadir el pasado de “X” a la ecuación esta añade capacidad explicativa. Por lo que “Y” es causada en el sentido de Granger por “X”, si “X” ayuda en la predicción de “Y”, o lo que es equivalente, si los coeficientes de los valores pasados de “X” son estadísticamente significativos. En nuestro caso evaluaremos la causalidad bidireccional con un rezago, para los rendimientos estandarizados de los precios de las acciones de las instituciones financieras, mediante el siguiente modelo:

$$R_t^i = \alpha^i R_{t-1}^i + b^{ij} R_{t-1}^j + \epsilon_t^i \quad (8)$$

$$R_t^j = \alpha^j R_{t-1}^j + b^{ji} R_{t-1}^i + \epsilon_t^j \quad (9)$$

Siendo  $R_t^i$  y  $R_t^j$ , dos series de tiempo estacionarias, y  $\epsilon_t^i$  y  $\epsilon_t^j$  dos procesos de ruido blanco incorrelacionados entre sí.

La significancia estadística de esta prueba viene de la aceptación o rechazo de la hipótesis nula de que  $R_{t-1}^j$  no causa, en el sentido de Granger, a la variable  $R_t^i$  para la ecuación (8) o lo que es lo mismo  $b^{ij} = 0$ ; y por otro lado,  $R_{t-1}^i$  no causa, en el sentido de Granger, a la variable  $R_t^j$  para la ecuación (9),  $b^{ji} = 0$ . Este contraste lo llevamos a cabo utilizando el estadístico F habitual en el contraste de significación de un bloque de variables.

#### 4. Datos

Uno de los problemas principales que en la actualidad enfrentan los investigadores del área de riesgo sistémico en la aplicación de los modelos son las limitaciones en la disponibilidad e integridad de los datos a utilizar, los cuales deben ser completos y contener el nivel de detalle deseado de las operaciones que se realizan en el mercado bajo estudio. Este hecho hace que sea prácticamente imposible entender cuando un shock en una parte de las redes puede propagarse y afectar todo el sistema. Existen esfuerzos por parte de los reguladores para subsanar esta problemática en la mayor brevedad posible. Pues, a pesar de los inconvenientes con los datos, se espera una mejora significativa de las técnicas de análisis de riesgo sistémico, a medida que se vayan actualizando con los avances contemplados en las fuentes de información.

En el presente estudio hemos seleccionado una muestra de 15 bancos y 5 aseguradoras europeas que pertenecen al grupo de los 28 bancos y 9 aseguradoras consideradas por el FSB como Instituciones Financieras Sistémicamente Importantes (SIFI's por sus siglas en inglés). Adicionalmente incorporamos 5 aseguradoras que están en la lista de las 10 aseguradoras más grandes de Europa por el total de activos, según la clasificación de "realbanks", y el índice S&P Europe 350, el cual está constituido por una gran cantidad de empresas de diversos sectores (Blue Chip companies) y que engloba aproximadamente el 70% de la capitalización bursátil de la región y los 17 mayores mercados europeos.

<b>Bancos Europeos (G-SIB's*)</b>	
<b>Zona Euro</b>	<b>No Euro</b>
BBVA*	Credit Suisse*
BNP Paribas*	UBS*
Crédit Agricole*	Barclays*
Société Générale*	HSBC*
Deutsche Bank*	Royal Bank of Scotland*
Unicredit*	Standard Chartered*
ING*	Nordea*
Santander*	

**TABLA 1. Lista de instituciones financieras europeas consideradas**

Fuente: Financial Stability Board, 2012. Update of group of global systemically important banks (G-SIBs)

<b>Aseguradoras Europeas (G-SII's*)</b>	
<b>Zona Euro</b>	<b>No Euro</b>
Allianz SE*	Prudential plc*
Assicurazioni Generali S.p.A.*	Aviva plc*
Axa S.A.*	Legal & General
Aegon	
ING Insurance (ING Verzekeringen N.V.)	
CNP Assurances	
Munich Re	

**TABLA 2. Lista de aseguradoras europeas consideradas**

Fuente: Financial Stability Board, 2013. FSB identifies an initial list of global systemically important insurers (G-SIIs)

La evaluación previa de la estructura, tamaño, mercado al que pertenece y un conjunto de indicadores mediante la metodología desarrollada por el Comité de Supervisión Bancaria de Basilea, además de la evaluación por parte del FSB, G-20, BIS, Asociación Internacional de Supervisores de Seguros (IAIS por sus siglas en inglés) y otros organismos, para cada una de estas instituciones financieras, nos llevan a considerarlas como candidatas potenciales para la medición del riesgo sistémico a desarrollar en nuestro estudio.

Cabe destacar que la inclusión de las compañías de seguros viene dada debido a que estas se han movido agresivamente a actividades no tradicionales y complejas que implican altos niveles de riesgos, como son: asegurar productos financieros, derivados de crédito (CDS), negociación de derivados, gestión de inversiones, etc., por lo que crearon unidades de negocios muy similares a la de los bancos, fondos de cobertura e intermediarios financieros. Estas actividades tienen grandes implicaciones en el riesgo sistémico.

De las instituciones financieras mencionadas anteriormente, y el índice S&P Europe 350, hemos trabajado con los precios de cierre ajustados mensuales de las acciones en un periodo que va desde Enero de 2002 a Diciembre 2012, para analizar con más detalle la crisis financiera iniciada en el 2007. Consideramos que estos precios, por sus características de negociación (liquidez), reflejan rápidamente las condiciones del mercado e incorporan las informaciones más actualizadas a nuestra metodología. Hemos transformado los datos a rendimientos estandarizados como describimos en el apartado que describe la metodología de componentes principales.

## 5. Análisis Empírico

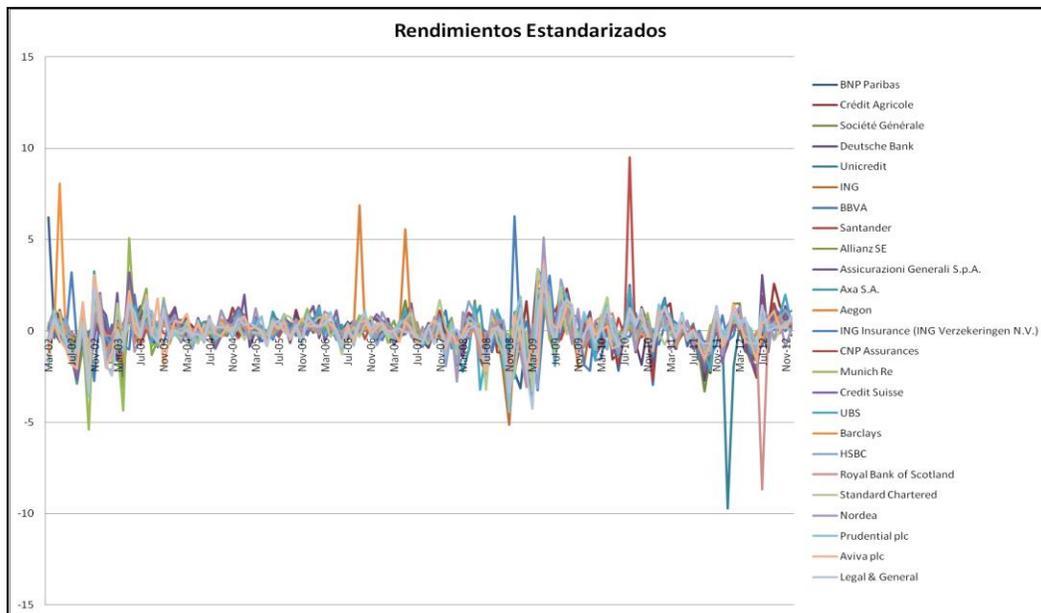
Todo modelo estadístico requiere, previo a su aplicación, un adecuado análisis de los datos a utilizar y velar porque estos cumplan con las propiedades deseadas para optimizar los resultados de la estimación. En nuestro caso, las técnicas de componentes principales y causalidad en el sentido de Granger exigen que las variables introducidas sean estacionarias, por lo que procedemos a comprobar mediante algunas pruebas estadísticas que los rendimientos estandarizados de los precios de las acciones de las instituciones financieras y el índice en consideración son estacionarios.

Aplicamos el habitual contraste de estacionariedad de “*Augmented Dickey Fuller*”. La Tabla 3 resume parte de los resultados del análisis. Para nuestras series éste indica el rechazo de la hipótesis nula de raíz unitaria, concluyendo que los rendimientos estandarizados son estacionarios. La Figura 2 también valida este hecho.

Serie	Hipotesis Nula	Pvalue	Serie	Hipotesis Nula	Pvalue
BNP Paribas	1	0.001	CNP Assurances	1	0.001
Crédit Agricole	1	0.001	Munich Re	1	0.001
Société Générale	1	0.001	Credit Suisse	1	0.001
Deutsche Bank	1	0.001	UBS	1	0.001
Unicredit	1	0.001	Barclays	1	0.001
ING	1	0.001	HSBC	1	0.001
BBVA	1	0.001	Royal Bank of Scotland	1	0.001
Santander	1	0.001	Standard Chartered	1	0.001
Allianz SE	1	0.001	Nordea	1	0.001
Assicurazioni Generali S.p.A.	1	0.001	Prudential plc	1	0.001
Axa S.A.	1	0.001	Aviva plc	1	0.001
Aegon	1	0.001	Legal & General	1	0.001
ING Insurance (ING Verzekeringen N.V.)	1	0.001	S&P Europe 350	1	0.001

\*El valor 1 significa el rechazo de la Hipótesis Nula de Raíz Unitaria

**TABLA 3. Prueba de estacionariedad, Augmented Dickey Fuller, de los rendimientos estandarizados**



**Figura 2. Evolución temporal de los rendimientos estandarizados de las variables en consideración**

## 5.1. Resultados PCA

Para medir la interconexión por PCA y caracterizar la evolución temporal de estas estimaciones, optamos por realizar una ventana móvil de 36 meses a partir de Enero 2002 que es donde inicia la muestra. Como nuestro objetivo es extraer los autovalores y en vista de que tenemos un autovalor por cada variable incluida en el modelo, esta ventana móvil nos permitirá contar con 96 observaciones temporales de un total de 26 autovalores (uno por cada variable) por periodo, que van desde Enero 2005 a Diciembre 2012, es decir, una matriz (96x26).

Como la finalidad del estudio es identificar en qué periodos el sistema financiero presenta mayor interconexión, y por lo tanto una amenaza de riesgo sistémico, utilizamos solo el autovalor del primer componente principal (PC1) debido a que este recoge una proporción significativa de la varianza total.

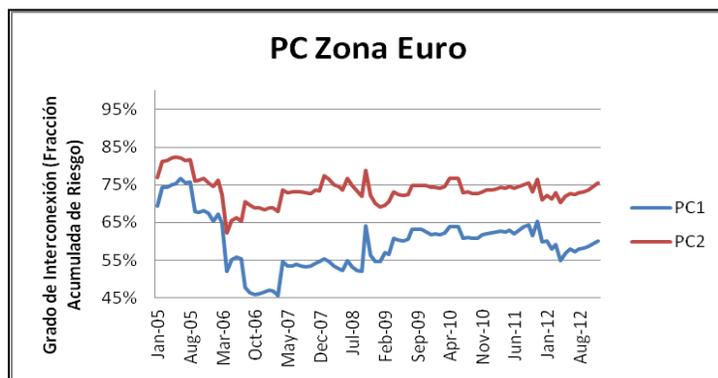
Antes de dar paso al análisis de los resultados, es importante señalar que la razón por la cual decidimos desagregar el análisis de Europa en dos grupos, Zona Euro y No Euro, proviene porque al aplicar la técnica de PCA a todos los bancos y aseguradoras, encontramos cierta inestabilidad en las estimaciones, lo cual podría ser consistente con la teoría económica. Un motivo serían las discrepancias entre los instrumentos de política monetaria de los países de la Eurozona y los países de la zona No Euro, provenientes de las implicaciones de la Unión Monetaria y como los mercados han reaccionado al respecto durante la crisis financiera actual. En los últimos años, temas como la flexibilidad monetaria y el riesgo de contagio en los países de la Eurozona han sido ampliamente discutidos por los hacedores de política monetaria de las principales economías del mundo. En adición a lo mencionado anteriormente, por razones de espacio hemos enfocado el presente estudio al caso particular de la Zona Euro, aun cuando estableceremos ciertas comparaciones entre ambos grupos durante el desarrollo de esta sección.

Como podemos apreciar en la Figuras 3 y 4, el PC1 es bastante dinámico tomando valores que van desde 46% a 76% de la variación de los rendimientos de la Zona Euro, y desde 41% a 73% para la Zona No Euro. Además, los dos primeros componentes principales capturan más del 60% de las variaciones en los rendimientos durante todo el periodo muestral, tanto para la Zona Euro como la No Euro.

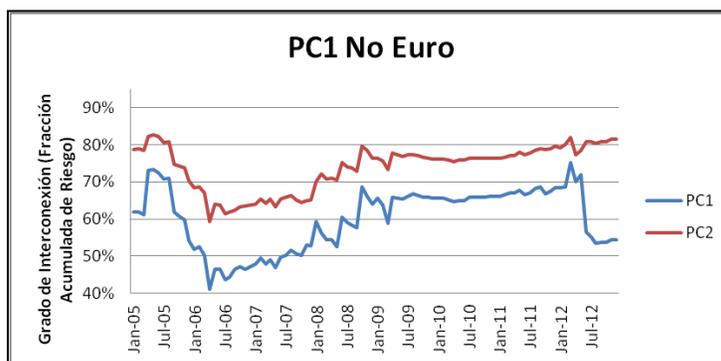
El elevado grado de interconectividad observado en la Figura 3 destaca la evolución temporal de nuestra medida de riesgo sistémico para la eurozona, y esta a la vez presenta mayores matices que la misma medida estimada por Billio et al. (2011) para el caso estadounidense. Observamos además un incremento de aproximadamente un 70% en el valor mínimo y máximo de las fluctuaciones del PC1 con relación a Billio et al. (2011), por lo que como veremos más adelante, es posible que la interconexión en la zona euro sea más marcada que para el caso estadounidense, además de que tiene sentido que las entidades financieras sistémicamente importantes reflejen, en gran medida, una mayor contribución al riesgo sistémico. Sin embargo, no podemos descartar que Billio et al. (2011) utilizan alrededor de 6.6 veces más la cantidad de instituciones financieras que en nuestro estudio, y la técnica de PCA tiende a

reducir la proporción de la varianza explicada por el PC1 a medida que incrementa significativamente el número de variables en el modelo.

Aunque existen teorías que muestran una relación positiva entre los vínculos macroeconómicos y el nivel de riesgo sistémico, exhibiendo un mayor riesgo sistémico para USA en comparación con la Eurozona, diversos estudios indican que los mercados financieros juegan un papel mucho más importante en la identificación, medición y control del riesgo sistémico. Tanto el nivel de riesgo sistémico de USA como el de la Eurozona están estrechamente relacionados a las variables del mercado financiero, siendo una de las principales los rendimientos de las acciones de las instituciones financieras.



**Figura 3. Fracción Acumulada de Riesgo de los dos primero componentes principales en la Zona Euro**



**Figura 4. Fracción Acumulada de Riesgo de los dos primero componentes principales en la Zona No Euro**

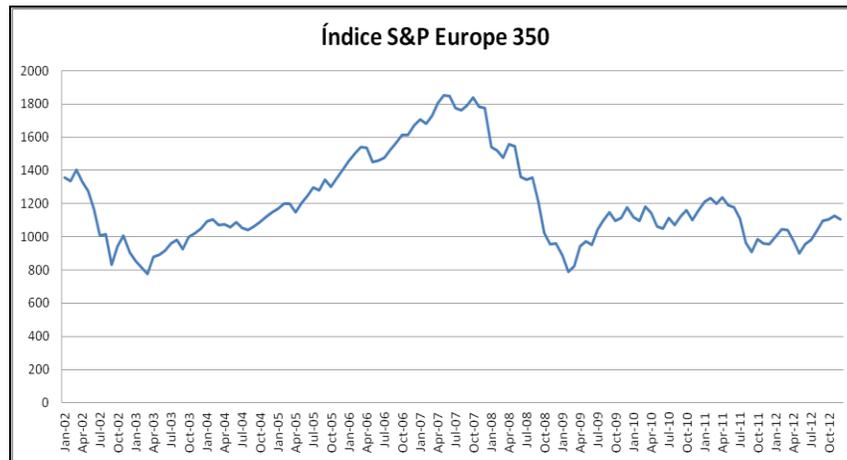
Una ventaja que proporciona la técnica de componentes principales es que tiene múltiples aplicaciones en el ámbito financiero, ya que permite utilizar las estimaciones los PC's que capturan la mayor variabilidad en las series como "inputs" para otros modelos, y también, ser el eje central del análisis como es en nuestro caso en el que evaluaremos la evolución temporal del PC1 según los hecho más relevantes de la crisis financiera actual. Para esto, hemos asociado los periodos cuando el PC1 explica una gran proporción de la varianza total con un incremento en la interconexión de las instituciones financieras consideradas en el análisis.

En la Figura 5 vemos que desde Enero 2005 a Enero 2008 el PC1 de la Zona Euro está por encima del de la Zona No Euro en casi todo el periodo, reflejando una mayor interrelación en la Zona Euro con relación a la No Euro, sin embargo, a partir de Enero 2008 esta tendencia cambia hasta Junio 2012. Esto podría estar asociado a las facilidades que tienen los países de la Zona No Euro en el manejo de su política monetaria, a diferencia de los países de la Eurozona; y el margen existente entre las principales economías del euro y los países periféricos. Además de numerosos hechos ocurridos durante la crisis financiera que impactaron fuertemente a economías como Reino Unido.



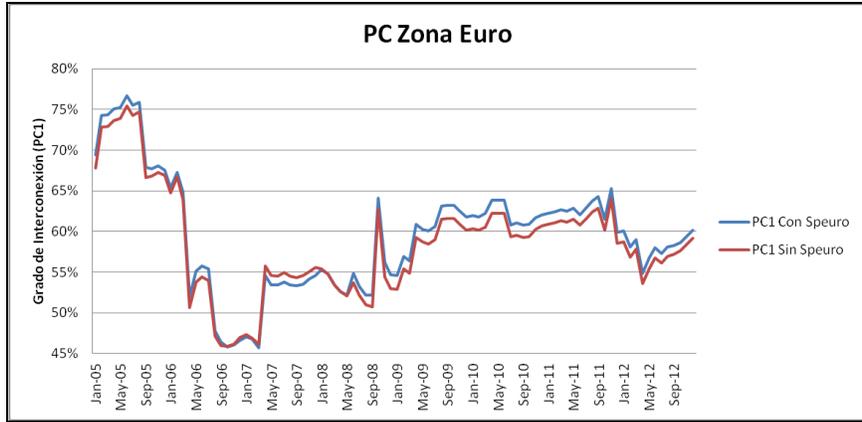
**Figura 5. PC1 de la Zona Euro y No Euro**

Un punto interesante a comentar es la incorporación en el análisis de riesgo sistémico del índice S&P Europe 350 junto con los bancos y aseguradoras sistémicamente importantes. En la Figura 6 podemos observar el comportamiento de dicho índice en el periodo analizado.



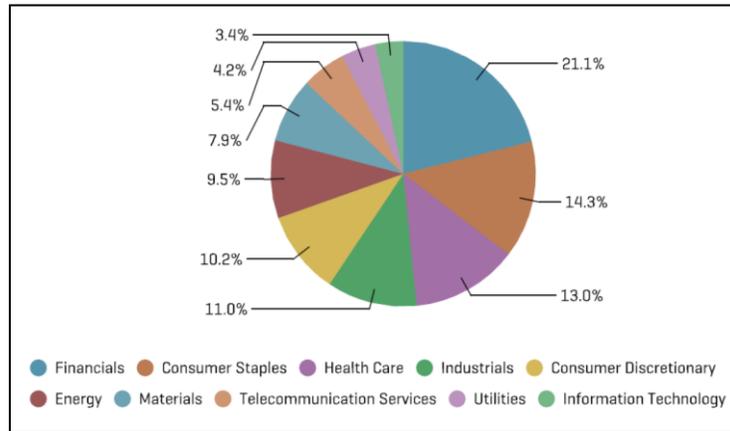
**Figura 6. Comportamiento temporal del índice S&P Europe 350**

Enfocándonos en la Zona Euro, al comparar la evolución del PC1 sin incluir el S&P Europe 350 (Speuro) e incluyéndolo, en la Figura 7 podemos observar que dicha variable aumenta la capacidad explicativa del primer componente principal.



**Figura 7. PC1 de la Zona Euro incluyendo y excluyendo el índice S&P Europe 350**

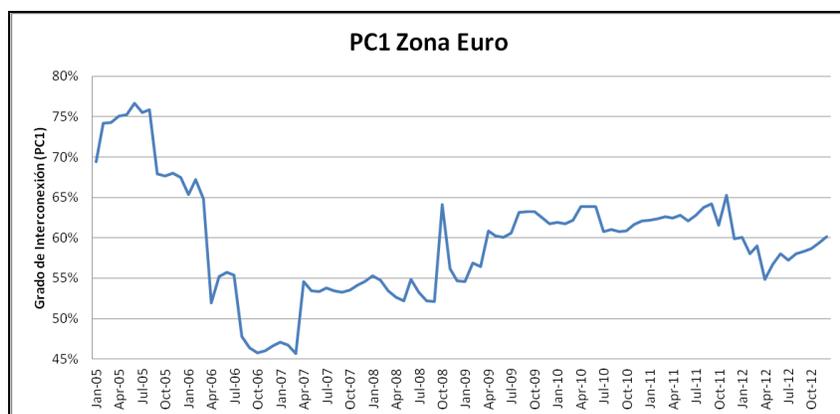
Este hecho y el desglose de la composición de dicho índice, que se muestra en la Figura 8, nos llevan a interpretar el aumento en la capacidad explicativa del PC1 como una transmisión inmediata (Pass-Through) de las condiciones de estas instituciones financieras a los sectores que componen el índice. Representando el sector financiero solo un 21.1% del total del índice.



**Figura 8. Desglose sectores que componen el Índice S&P Europe 350**

Fuente: S&P Dow Jones Indices, website.

A partir de la estimación del PC1 para la Zona Euro (Figura 9), establecemos una cronología de hechos ocurridos principalmente desde el inicio de la crisis financiera mundial, que justifican teóricamente los movimientos intertemporales de nuestra medida de riesgo sistémico.



**Figura 9. PC1 de la Zona Euro**

Dado que nuestro análisis se basa en la crisis financiera iniciada a mediados del 2007, no trataremos con detalle el periodo previo a esta fecha, aunque es importante destacar el alto nivel de interconexión que revela nuestra metodología en el año 2005. Dicho comportamiento puede deberse tentativamente a las secuelas de la Unión Monetaria llevada a cabo en el año 1999, ya que posteriormente fue seguida por un periodo de bajas tasas de interés y un auge muy marcado en los países de la eurozona.

Antes de entrar a la crisis financiera, aparecen algunas señales de alerta que había mostrado el Banco Central Europeo (BCE) antes de alcanzar una de las mayores crisis de todos los tiempos. En diciembre de 2005 el BCE advierte sobre posibles desequilibrios financieros, agregando en Junio de 2006 que los inversores podrían estar subestimando el riesgo en la zona euro, y ya para diciembre del mismo año considera el sistema financiero europeo como potencialmente vulnerable. Inmediatamente un mes más tarde, en enero 2007, el presidente del BCE, Jean-Claude Trichet, define los mercados financieros como potencialmente inestables.

De todo el periodo, nuestro valor más bajo del PC1 (46%), y traducido en el menor grado de interconexión, ocurre en marzo de 2007 y en seguida el siguiente mes refleja un aumento de 9%, dando inicio en agosto del mismo año a una crisis de liquidez que provocó una reducción significativa en los préstamos interbancarios y una inyección monetaria por parte del BCE de 335 billones de euros al sistema bancario de la zona euro. En busca de mermar las presiones en los instrumento de financiación a corto plazo, en diciembre de 2007, los bancos centrales de la economías más grandes del mundo tomaron una serie de medidas orientadas a mitigar estos problema de liquidez.

Sin embargo no es hasta octubre del año 2008 cuando la quiebra de Lehman Brothers y el rescate de AIG por parte del gobierno de Estados Unidos en septiembre de 2009, da inicio a una crisis sin precedentes, alcanzando el PC1 su segundo mayor pico en nuestro estudio. La rápida propagación de la crisis llevó al BCE a reaccionar inmediatamente reduciendo su tasa de interés de política monetaria en 0.5%, e incrementando la protección mínima de los depósitos bancarios para mantener la confianza de los depositantes.

En vista de que estas medidas no fueron suficientes para enfrentar la situación crítica que vivían las instituciones financieras, desde finales de septiembre a mediados de octubre de 2008 el BCE realiza cambios importantes en sus operaciones de refinanciación con el fin de mejorar la posición de liquidez general del sistema bancario de la zona euro. Este pasa de implementar un procedimiento de subasta sin un monto preestablecido de adjudicación, a llevar a cabo operaciones de refinanciación semanales a tipo de interés fijo con adjudicación plena, proporcionando toda la liquidez requerida por los bancos. Además optó por ampliar la lista de activos recibidos como garantía (collateral), incluyendo activos de menor calificación crediticia a lo acostumbrado. Estas medidas, y la reducción nuevamente de las tasas por el BCE en 1.25%, pudieron ser motivo de una considerable disminución del grado de interconexión en los tres meses siguientes.

A principios del 2009 la situación se torna aun peor:

- Reino Unido entra en recesión y RBS reporta la mayor pérdida en la historia corporativa británica.
- La data del PIB de la Oficina Nacional de Estadísticas del Reino Unido muestra una profundidad en la recesión en los primeros 3 meses con una contracción en la economía de 1.9%, la peor desde 1979.
- El G-20 acuerda un paquete global de estímulo de 5 trillones de euros. En este sentido, la Fed anuncia una ampliación en su programa de alivio cuantitativo por un monto adicional de 750 billones de dólares en compras de deuda corporativa, y 300 billones en deuda del tesoro americano. Por su parte, el Banco de Inglaterra reduce su tasa de interés a un mínimo histórico de 0.5% y lanza su programa de alivio cuantitativo por un monto inicial de 75 billones de libras, y terminando el año en 200 billones de libras. Por último, el BCE reduce el tipo de intervención en 1.25% durante el primer cuatrimestre del año, para un reducción de 3.25% desde el inicio de la crisis.
- El BCE ordena a Francia, España y Grecia a reducir su déficit presupuestario y teme un riesgo de una desaceleración en la integración financiera de Europa.

Esto se refleja en un incremento en la interconexión del sistema, alcanzando el PC1 un 61% en abril, la cual aumentó a su mayor nivel del año 2009 cuando en octubre los temores sobre una crisis de deuda soberana desarrollaron en los inversores dudas sobre la capacidad de Grecia de cumplir con sus obligaciones dados los elevados niveles de deuda pública. En diciembre del mismo año Grecia admite que su deuda ha alcanzado los 300 billones de euros, la mayor en la historia moderna (113% del PIB, casi el doble del límite de la zona euro de 60%). Por otro lado el BCE decide conducir refinanciamientos ilimitados a plazos de 1 año a los bancos.

Durante el 2010 observamos cierta estabilidad en el PC1, fluctuando de manera más acentuada en abril con la rebaja de la calificación de la deuda pública griega a la categoría de bonos basura, esto creó una alarma en los mercados financieros a tal punto que Grecia prácticamente no podía disponer de los mercados de capitales como una fuente de financiamiento, viéndose forzada a pedir apoyo financiero y recibiendo el primer rescate (110 billones) para mayo del mismo año. Previo a este hecho, el BCE había detectado graves irregularidades en los procedimientos contables de Grecia, su déficit

presupuestario fue revisado a la alza a 13.6% de 3.7%, más de 4 veces el máximo permitido por las reglas de la Unión Europea.

Un paquete de medidas fueron adoptadas a partir del rescate de Grecia, entre las que están la creación del Mecanismo Europeo de Estabilización Financiera en mayo de 2010 con un volumen de 750 billones de euros, la intervención en el mercado de deuda pública y privada, a través de su “*Securities Markets Programme*”, para asegurar liquidez y profundidad en los mercados disfuncionales, y la publicación de las pruebas de estrés de los bancos de la zona euro. Este año concluye con un rescate a Irlanda por 85 billones de euros. Estas disposiciones redujeron en un 5% nuestra medida de riesgo sistémico en julio de 2010, manteniéndose estable hasta el primer durante el resto del año.

El año 2011 fue crucial para la eurozona, alcanzando en noviembre del 2011 el grado más alto de interconexión desde el inicio de la crisis. A continuación veremos el conjunto de hechos que marcaron esta etapa de alta interconexión en la Zona Euro:

- En abril de 2011 Portugal solicita la activación de un mecanismo de ayuda, seguido en mayo por el rescate de Portugal (78 billones) y en julio el segundo rescate de Grecia por parte del BCE, ambos sucesos se corresponden con una leve reducción de nuestro PC1 en junio del mismo año.
- La interconexión volvió a elevarse en el tercer trimestre del año, a niveles muy parecidos a cuando estalló la crisis financiera en octubre 2008, cuando los rendimientos de los bonos de España e Italia se dispararon y esto llevó al BCE a anunciar la compra de deuda española e italiana para reducir el coste de endeudamiento, debido a la preocupación de que la crisis de deuda se extienda a economías más grandes como España e Italia. Podemos asociar esta última medida con una disminución efímera de nuestra medida de riesgo sistémico en la eurozona en octubre.
- La brevedad de la disminución del PC1 en el mes de octubre se puede relacionar, en adición a lo anterior, con lo siguiente: Standard & Poor reduce la calificación a la deuda italiana, en su informe del Panorama Económico Mundial el FMI recorta sus previsiones de crecimiento a estos países y advierte que están entrando a una fase peligrosa. En adición, se produjo una contracción en el crecimiento del sector privado de la eurozona por primera vez en dos años. Por otro lado, sugerencias no faltaron cuando la directora del FMI, Christine Lagarde insta a los países a “actuar ahora y actuar juntos” para mantener la trayectoria de recuperación económica; el primer ministro británico, David Cameron, llama a una acción rápida para la crisis de deuda; y el secretario del tesoro de Estado Unidos, Timothy Geithner, llama a Europa a crear un "firewall" alrededor de sus problemas para detener la propagación de la crisis.
- El momento de mayor tensión en la zona euro, según nuestra medida de riesgo sistémico, se produjo en noviembre de 2011, lo que llevó al Parlamento Europeo a prohibir las ventas en corto<sup>5</sup> de deuda y acciones de instituciones financieras, y la compra al descubierto de CDS.<sup>6</sup>

---

<sup>5</sup> Las ventas en corto consisten inicialmente en pedir prestado un activo financiero, bonos en este caso, a un intermediario financiero para venderlos en el mercado. En una fecha posterior hay que recomprar esos activos para devolverlos al intermediario. La operación sólo requiere de un depósito de garantías y, en el caso de que el activo pague dividendos o cupones durante la operación, habrá que pagar su importe al intermediario.

- La situación mejoró notablemente en diciembre con acciones como: El BCE revela medidas de préstamos de emergencia para ayudar a los bancos, y las autoridades ayudaron al sector bancario cuando el banco Dexia recibe un gran rescate. Además, los ministros de finanzas de la eurozona aprobaron el tramo de los próximos 8 billones de euros de los préstamos de rescate a Grecia, lo que evitó una potencial insolvencia por parte de dicho país. Más adelante, Mario Draghi se convierte en el nuevo presidente del BCE y automáticamente reduce en 0.5% las tasas de interés y en 1% las reservas bancarias, además de anunciar medidas de apoyo a los préstamos bancarios y a la actividad en el mercado monetario, ofreciendo básicamente dos operaciones de refinanciación a largo plazo (Longer Term Refinancing Operations, LTRO) y relajando las condiciones exigidas a los activos depositados como garantía.

Las inyecciones de liquidez por parte del BCE permitieron mejorar considerablemente los resultados de la banca europea, en especial la española e italiana, esto debido a que las entidades financieras solucionan temporalmente sus problemas de liquidez financiándose a mediano plazo a pesar de las tensiones en el mercado interbancario. Además, estas instituciones destinan gran parte de sus recursos a la compra masiva de deuda soberana, reduciendo así la prima de riesgo de la deuda española y la italiana. Este hecho ayudó a estos países a refinanciar el gran volumen de vencimientos de deuda a los que tenían que hacer frente en el primer semestre de 2012.

- El BCE asignó 489 billones de euros a 523 bancos en su primera operación de financiación a mayor plazo.

Todas estas medidas explican una notable caída en el nivel de interconexión en diciembre de 2011.

En cuanto al 2012, en el primer cuatrimestre continúa una reducción en el PC1 conducido por el segundo paquete de ayuda financiera a Grecia, el BCE asigna 530 billones de euros a 800 bancos en su segunda operación de financiación a mayor plazo y la fuerte demanda en la subasta de deuda española a finales de abril, aun cuando su costo de financiamiento había aumentado.

Este no fue el caso del Segundo cuatrimestre, donde a finales de mayo el cuarto banco más grande de España solicita al gobierno un rescate de 19 billones de euros. La posibilidad de este rescate se evaporó cuando a principios de junio la prima de riesgo española llega a su nivel más alto desde su entrada al euro en 1999 (por encima de los 600 puntos básicos), llevando a España una crisis de deuda y la necesidad de solicitar apoyo financiero a finales de junio, en conjunto con Chipre. La ayuda financiera se instrumenta a través del MEDE (mecanismo europeo de estabilidad) y se utilizan 40 mil millones de los 100 mil millones disponibles hasta final de 2015. Esto provocó un aumento de la interconexión en el sistema financiero en este periodo.

---

<sup>6</sup> Los Credit Default Swaps son básicamente un seguro de crédito sobre un bono. El comprador del CDS paga las primas al vendedor del CDS a cambio de una compensación de las pérdidas en caso de incumplimiento del emisor del bono. Si el comprador del CDS no posee el bono (compra al descubierto) y por ende no busca una cobertura al riesgo de insolvencia, estaría especulando con que el emisor del bono incumpla o con que aumente su prima de riesgo para deshacer su posición a un precio mayor.

A pesar de las tensiones en el mercado de deuda en julio, observamos una ligera reducción del PC1 cuando el BCE redujo su tasa de interés de política monetaria en 0.25%, al nivel mínimo histórico de 0.75% y las declaraciones del presidente del BCE, Mario Draghi, quien dijo que “El BCE está listo para hacer lo que sea necesario; y créanme, será suficiente”, calmando de esta manera los mercados.

Los ministros de finanzas de zona euro aceptaron de manera unánime proporcionar a España asistencia financiera con el fin de apoyar la recapitalización de sus instituciones financieras, cuyos fondos se canalizarían a través del Fondo de Reestructuración Ordenada Bancaria.

El buen ajuste de este recuento cronológico a nuestras estimaciones nos permite inferir que la metodología de componentes principales aplicada a los bancos y aseguradoras más grandes de la zona euro, muestra que la eurozona de por sí está altamente interrelacionada en periodos de estabilidad financiera y sus matices han sido extremadamente marcadas en la actual crisis financiera.

Dada nuestra estrecha relación con el análisis de Billio et al. (2011) para el caso estadounidense, a continuación aplicamos dos indicadores adicionales de interconexión que estos han propuesto, la autocorrelación del promedio ponderado de los rendimientos de las instituciones financieras y la causalidad lineal en el sentido de Granger para los bancos y aseguradoras de la zona euro.

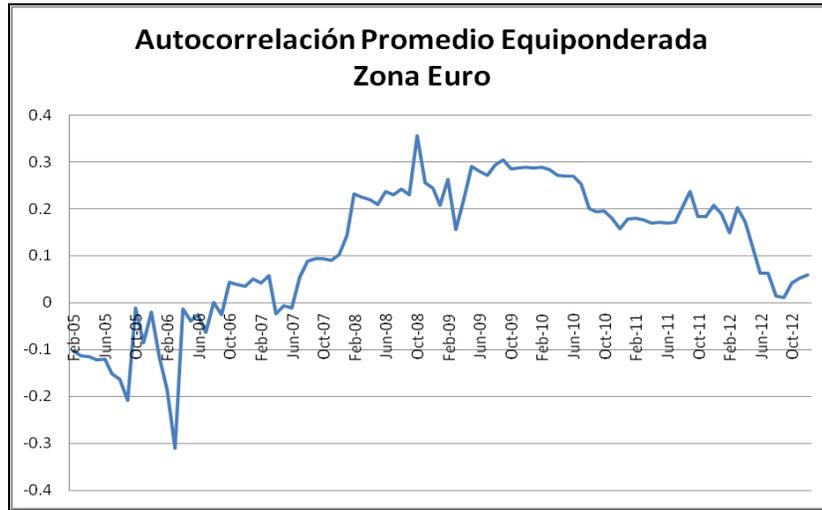
## **5.2. Autocorrelaciones**

Por su parte, la autocorrelación es la forma más sencilla de calcular el grado de similitud entre una serie de tiempo y sus valores rezagados en un intervalo de tiempo definido. En nuestro caso, si las correlaciones entre nuestras variables son altas, la autocorrelación del promedio de estas variables debería capturar gran parte de los movimientos en conjunto de dichas variables, actuando como una especie de “correlación conjunta”, algo teóricamente similar al PC1.

En la Figura 10 observamos la dinámica de las autocorrelaciones del promedio ponderado de los rendimientos de las acciones de las instituciones financieras en cuestión, aun cuando Billio et al. (2011) propone una ponderación por el valor de mercado y los activos bajo gestión en el caso de los fondos de cobertura, nosotros calculamos una medida equiponderada debido a la homogeneidad de nuestras instituciones en términos de importancia sistémica.

Como ha sido ampliamente debatido, no es un misterio que en periodos de crisis las correlaciones entre la mayoría de los activos se revierten en una misma dirección, provocando acciones por parte de las instituciones financieras que acentúan aun más dichas correlaciones. Este hecho se podría traducir en que el promedio de los rendimientos estandarizados fluctúe de manera similar a estos rendimientos de manera separada, logrando así disponer de una única serie temporal y calcular la autocorrelación de la misma. La Figura 10 muestra un incremento de la autocorrelación a partir de agosto de 2007 con la crisis de liquidez, prologándose por los próximos 4 años y alcanzando su nivel más alto en la crisis financiera de octubre de 2008. El comportamiento de la autocorrelación para el periodo agosto 2007-junio 2010 está estrechamente ligado a lo que plantean Getmansky, Lo, y Makarov (2004)

para los fondos de cobertura, quienes asocian un incremento de las autocorrelaciones con una mayor exposición al riesgo de liquidez.



**Figura 10. Autocorrelación del rendimiento promedio de las 15 instituciones financieras en el estudio**

Separando estas autocorrelaciones en 5 sub periodos (Tabla 4) vemos que existe una consistencia de nuestros resultados para la zona euro con los resultados de Billio et al. (2011) hasta el periodo 2008 para el mercado norteamericano que es donde culmina su estudio. Estos exponen una transición de valores negativos a positivos en las autocorrelaciones a partir del 2005 y un pico en el periodo 2006-2008, lo que también podemos observar en nuestros resultados. Sin embargo, aunque entendemos las limitaciones de esta medida y su simplicidad, observamos un decrecimiento en los periodos posteriores al inicio de la crisis financiera, lo cual no va acorde con el comportamiento de nuestra medida principal de interconexión (PC1), donde esta alcanza su pico en noviembre de 2011 con las tensiones en el mercado de deuda pública de España e Italia.

Autocorrelaciones	
2002-2004	-0.10
2004-2006	0.04
2006-2008	0.26
2008-2010	0.18
2010-2012	0.06

**Tabla 4. Extracto autocorrelaciones por sub periodos**

### 5.3. Causalidad

En cuanto a la causalidad en el sentido de Granger, a diferencia de la correlación, esta nos muestra cualitativamente si existe una relación unidireccional o bidireccional entre dos o más variables, y si una o varias variables están induciendo la estructura de correlación entre estas. Por lo que la

causalidad consiste en determinar el mecanismo de transmisión de los shocks que se producen en el sistema financiero, los cuales hemos identificados a través de nuestra medida de riesgo sistémico.

En adición al análisis de autocorrelación, estimamos la causalidad en el sentido de Granger para la totalidad de las instituciones financieras con el objetivo de evaluar el número total de conexiones para cada subperiodo y reconocer cuales son los actores principales que estimulan estas conexiones, es decir, medir la direccionalidad de estas conexiones. El total de posibles conexiones es igual a 210 ( $N(N-1)$ ).

En la Tabla 5 podemos observar el número total de conexiones y el porcentaje de conexiones en base al total de conexiones de cada subperiodo para nuestra muestra de 8 bancos y 7 aseguradoras de la zona euro. El porcentaje de conexiones durante el periodo de la crisis de liquidez e inicios de la crisis financiera casi se triplica con relación al periodo anterior, pasando de un 9% en 2004-2006 a más del doble en 2006-2008, un 24%, tras el inicio de la crisis financiera. Billio et al (2011) presenta un comportamiento parecido pero con un cambio menos drástico al que obtuvimos para la zona euro, con un porcentaje de 13% para la misma fecha.

	<b>Total de Conexiones</b>	<b>% de Conexiones</b>
2004-2006	17	8%
2006-2008	51	24%
2008-2010	18	9%
2010-2012	21	10%

**Tabla 5. Número de conexiones como porcentaje del total de conexiones**

En la Tabla 6 presentamos las relaciones de causalidad bidireccional entre las instituciones sistémicamente importantes para los 4 subperiodos analizados. Dicha tabla muestra que para el periodo 2006-2008 el número de conexiones entre los bancos, y de los bancos a las aseguradoras acaparó el 70% del total de conexiones del periodo, denotando la supremacía de los bancos sistémicamente importantes sobre las aseguradoras, y siendo nuevamente consistente con los resultados de Billio et al. (2011) quienes concluyen que los bancos juegan un rol mucho más importante que las demás instituciones financieras en la transmisión de los shocks. Cabe destacar que durante este periodo, ING fue el banco que produjo la mayor cantidad de conexiones con un 35% del total de conexiones hacia el resto de los bancos, y un 21% a las aseguradoras, colocándola como la institución más propensa a transmitir los shocks en el sistema financiero de la zona euro. Esto tiene relación con el conglomerado de productos financieros que dicha entidad ofrecía para aquel entonces, viéndose forzada a desligarse de su línea de negocios como aseguradora, posteriormente.

Enero 2004- Diciembre 2006 / Número de conexiones						Enero 2008- Diciembre 2010 / Número de conexiones					
		A		Bancos Aseguradoras Bancos (%) Aseguradoras (%)				A		Bancos Aseguradoras Bancos (%) Aseguradoras (%)	
De	Bancos	2	6	12%	35%	De	Bancos	4	5	22%	28%
	Aseguradoras	3	6	18%	35%		Aseguradoras	5	4	28%	22%
Enero 2006- Diciembre 2008 / Número de conexiones						Enero 2010- Diciembre 2012 / Número de conexiones					
		A		Bancos Aseguradoras Bancos (%) Aseguradoras (%)				A		Bancos Aseguradoras Bancos (%) Aseguradoras (%)	
De	Bancos	17	19	33%	37%	De	Bancos	2	8	10%	38%
	Aseguradoras	10	5	20%	10%		Aseguradoras	2	9	10%	43%

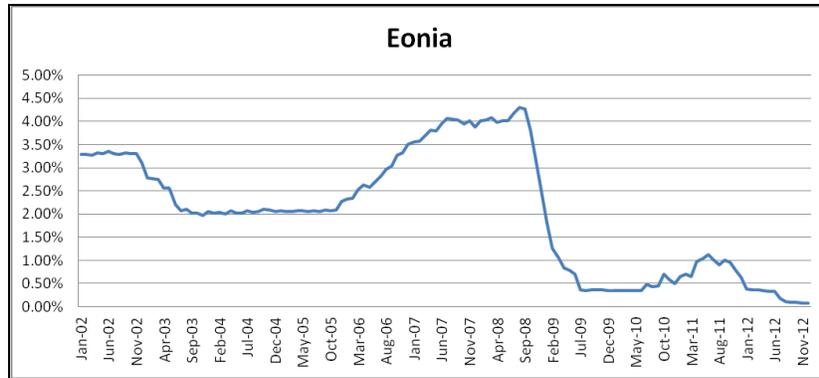
**Tabla 6. Número de conexiones por relación de causalidad entre bancos y aseguradoras**

#### 5.4. Consistencia del PC1

En nuestro estudio podemos observar las similitudes entre nuestros resultados para la zona euro con los resultados proporcionados por Billio et al. (2011) para el caso estadounidense en los periodos 2004-2006 y 2006-2008, en cuanto al crecimiento de la autocorrelación y el número de conexiones. En teoría, estas medidas deberían seguir un patrón similar a la evolución del PC1, sin embargo, su comportamiento difiere en los periodos posteriores al 2008 donde nuestra medida de riesgo sistémico se mantiene en niveles altos. Esto puede deberse a las particularidades de la crisis en la zona euro, al pasar de una crisis financiera a una crisis de deuda en los países periféricos; y por las diferencias en los tipos de políticas monetarias siendo la política expansiva propia de la Fed, y por el contrario la timidez de Alemania tratando de no poner en riesgo la inflación. Dichas peculiaridades pudieron haber provocado un aumento exponencial de los canales de transmisión de los shocks al sistema financiero de la eurozona.

Si bien es cierto que nuestra medida principal de riesgo sistémico e interconexión está íntimamente ligada a factores de correlaciones y causalidad, la composición de la proporción de la varianza explicada por cada variable puede cambiar en el tiempo con las estimaciones de la ventana móvil, y un número reducido de variables pueden mantener los elevados niveles de interconexión. Sin embargo, este no sería el caso para las autocorrelaciones y la causalidad debido a que estas dependen de manera equitativa de prácticamente todas las variables.

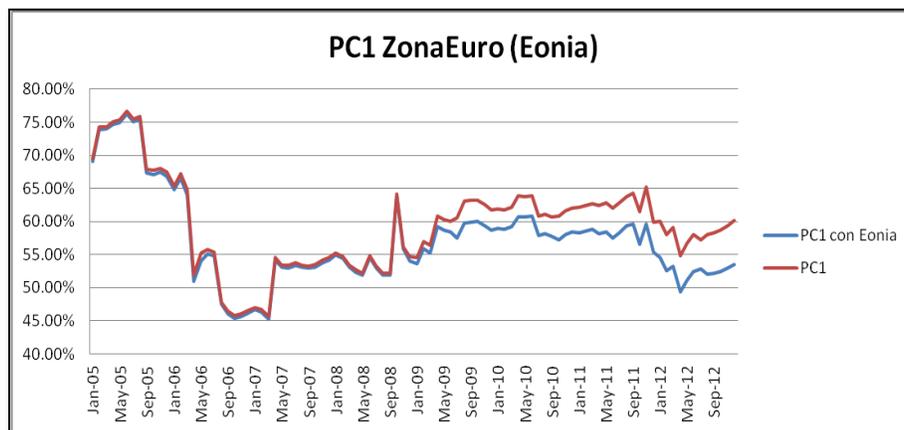
Para evaluar en detalle la consistencia de nuestra medida de riesgo sistémico, como planteamos en el apartado 5.1, procedemos a dividir nuestro análisis en dos periodos, de enero 2007 a diciembre 2009 capturando la crisis de liquidez y la crisis financiera, y de enero 2010 a diciembre 2012 que recoge las tensiones del mercado de deuda pública de las distintas economías de la zona euro. Para el primer periodo estimamos nuevamente el PC1 incluyendo esta vez el Eonia (Euro OverNight Index Average, Figura 11), el cual es considerado como un buen indicador para medir las tensiones en el mercado interbancario de la zona euro.



**Figura 11. Evolución temporal del Eonia Enero 2002-Diciembre 2012**

Antes de continuar nuestro análisis es importante señalar que la metodología de componentes principales nos permite medir el valor agregado de incorporar una variable adicional al modelo, y que la varianza explicada por el PC1 tiende a disminuir con el aumento del número de variables. Si la proporción de la varianza explicada por el PC1 aumenta al incluir otra variable quiere decir que esta aporta información relevante al modelo, de lo contrario no se incluye dicha variable.

En la Figura 12 podemos observar el comportamiento del PC1 incluyendo la variable Eonia<sup>7</sup> en comparación con nuestra estimación inicial del PC1. Esta gráfica muestra cómo desde el inicio de la muestra hasta diciembre de 2009, la diferencia entre ambas estimaciones es prácticamente nula, pero a partir de enero de 2009 la brecha aumenta progresivamente durante el resto del periodo. En base a lo planteado en el párrafo anterior podríamos decir que nuestra medida de interconexión recoge perfectamente las tensiones en el mercado interbancario, e incluir el Eonia no reduce la capacidad explicativa del PC1 hasta finales de 2008, aunque si reduce posteriormente su contribución a la varianza explicada por el PC1.

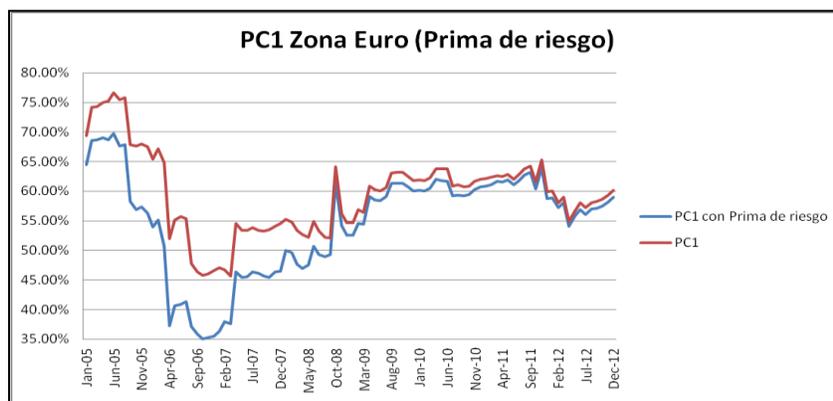


**Figura 12. PC1 Zona Euro incluyendo el Eonia**

<sup>7</sup>Trabajamos con la serie histórica del Eonia en primeras diferencias para estacionarizarla.

Tomando en cuenta el resultado anterior, podemos decir que el Eonia presenta movimientos en conjunto con los precios de las acciones de los bancos y aseguradoras sistémicamente importantes, y el índice S&P Europe 350, hasta diciembre de 2008. Un motivo para ello puede ser la diversidad de factores que inciden en las fluctuaciones de los precios de las acciones de las instituciones financieras, donde hasta el año 2008, dentro de las problemáticas de la crisis, tuvieron mayor auge los temas como exceso de apalancamiento, problemas liquidez, tamaño, descalces en plazos, tensiones en el mercado interbancario, reducciones en las calificaciones de riesgos, entre otros; siendo esto validado por nuestra cronología de hechos que inicia en el 2007. El Eonia es altamente sensible a los factores mencionados anteriormente, y dadas las características de nuestra muestra, este nos indica las condiciones en las que se encuentra el sistema bancario y por ello se ajusta perfectamente a la evolución de nuestra medida de interconexión en dicho periodo. Como veremos más adelante, el efecto de estos factores se desvanece a partir de enero de 2009 con la llegada de otros tipos de problemas monetarios a la eurozona.

En cuanto al periodo 2010-2012, hicimos nuevamente la estimación del PC1 incluyendo la prima de riesgo promedio entre España e Italia como proxy de las tensiones en el mercado de deuda pública de la zona euro. En la Figura 13 podemos observar que ocurre el efecto contrario al de la Figura 12, puesto que la brecha es muy amplia desde el inicio de la muestra hasta octubre de 2008 y se reduce paulatinamente con el tiempo. Este hecho muestra que aunque no es una variable que aporta información adicional al modelo, su correlación con las demás variables aumenta significativamente en el último trienio de la muestra como consecuencia de la crisis de deuda.



**Figura 13. PC1 Zona Euro incluyendo Prima de riesgo promedio entre España e Italia**

Como observamos, la prima de riesgo promedio entre España e Italia presenta un mejor ajuste a nuestra medida de riesgo sistémico, a partir de enero de 2009, que el evidenciado por el Eonia en el análisis previo. Esto lo denotamos como un punto de inflexión en el cual la eurozona vive un periodo de transición de una crisis meramente financiera, a los inicios de una crisis de deuda dentro de algunos países miembros. Durante este periodo los precios de las acciones de los bancos y aseguradoras sistémicamente importantes reaccionan en mayor proporción a externalidades macroeconómicas producidas por los países periféricos, y en menor medida a los factores que llevaron a dichas instituciones a dificultades financieras desde mediado de 2007. Además, nuestra medida de interconexión con las variables originales recoge mejor las tensiones en el mercado de deuda que con la

inclusión de una variable que en teoría debería contribuir a una mayor proporción de la varianza explicada por el PC1, como lo es la prima de riesgo.

Cabe destacar que no nos referimos a que la crisis financiera concluyó a finales de 2008, sino que debido a la gran cantidad de medidas tomadas por los principales bancos centrales del mundo y orientadas a resolver los problemas surgidos en el 2007 y 2008, llevaron a que en 2009 se enfrentaran las secuelas de dichos problemas y la vulnerabilidad del sistema financiero de la zona euro pase a ser dominada por el preámbulo de lo que fue la crisis de deuda, como podemos observar en nuestra cronología de hechos a partir de 2009.

La idea de evaluar los periodos 2007-2009 y 2010-2012 de manera separada, es revelar la estabilidad de nuestra medida de riesgo sistémico durante los problemas de liquidez de mediados de 2007, la crisis financiera de 2008 y las crisis de deuda iniciada por Grecia en el 2010. Aun cuando cada una de estas fueron detonadas por distintos factores, la interconexión medida por el PC1 tomando en cuenta los bancos y aseguradoras sistémicamente importantes, y el S&P Europe 350, recogen en buen porcentaje las tensiones provocadas por cada una de estas crisis y podríamos decir que actúan como los principales canales de transmisión del riesgo sistémico en la zona euro. Aunque la crisis de deuda puso de manifiesto que los originadores de una nueva crisis en la zona euro, con repercusiones en todo el sistema, pueden ser algunos países miembros, los cuales, una vez se identifiquen, habría que denominarlos como “países sistémicamente importantes” y de este modo aplicar una serie de medidas que ayuden a reforzar la supervisión de dichos países por parte de las altas instancias de la Unión Europea. Esta vez sucedió en ese orden (crisis financiera-crisis de deuda), pero la inversa es perfectamente posible.

Es posible que muchas otras medidas de riesgo sistémico, que se basan en el análisis de la liquidez, el tamaño e incluso las interconexiones de las instituciones financieras, no encuentren una aplicación satisfactoria en la eurozona, esto debido a que el componente “Unión Monetaria” y las implicaciones que este conlleva, juegan un papel crucial a la hora de evaluar el riesgo sistémico.

## 6. Conclusiones

La tendencia que han venido mostrando los sistemas financieros a lo largo de los años es cada vez más orientada hacia un mayor grado de interconexión, magnificado en la última década por la gran apertura de los mercados financieros, la desregulación castigada por la innovación financiera, y el crecimiento exponencial de los mercados. A pesar de que cierto nivel de interconexión es lo ideal para el adecuado funcionamiento de los mercados financieros, el exceso del mismo amplía los canales de transmisión de las perturbaciones financieras que ponen en tela de juicio la estabilidad del sistema financiero mundial.

La Zona Euro de por sí contiene implícitamente un mayor grado de interconexión por el simple hecho de la unión monetaria entre los países miembros y el tamaño de sus economías a nivel agregado, por lo que la evaluación de riesgo sistémico merece especial atención en dicha región. Es por esto que en el presente estudio proponemos el uso de la metodología de Análisis de Componentes Principales y la Causalidad en el Sentido de Granger, como medidas del grado de interconexión y la direccionalidad de estas conexiones entre las instituciones financieras sistémicamente importantes, respectivamente, como variables proxy del riesgo sistémico en la Eurozona.

Aplicando estas metodologías a los rendimientos mensuales estandarizados de las acciones de los bancos y aseguradoras sistémicamente importantes de la Zona Euro, mostramos que estas medidas son capaces de resaltar, a través de un mayor grado de interconexión, los momentos claves desde la crisis de liquidez a mediados de 2007 hasta la reciente crisis de deuda vivida por los países periféricos de Europa. La técnica de componentes principales, en conjunto con nuestra cronología de hechos, identifica claramente los acontecimientos que han generado un incremento significativo en las correlaciones de las instituciones financieras propuestas en el análisis, siendo el complemento perfecto la medida de causalidad que nos presenta las instituciones o sectores que actuaron como intermediarios o transmisores de dichos shocks.

Aunque el análisis de las interconexiones en el sistema financiero ha tomado mucho auge en los últimos 4 años, los esfuerzos no van orientados a la pura eliminación de dicho factor de riesgo sistémico, sino al desarrollo de procedimientos que nos permitan mantener la interconexión a niveles apropiados y acrecentar las exigencias regulatorias siempre que se superen estos niveles. Para ello, los reguladores a nivel mundial deberán mantenerse a la vanguardia del desarrollo de los mercados financieros, para lograr minimizar las probabilidades de ocurrencia de otras crisis que puedan ser catastróficas para el sistema financiero mundial.

## 7. Referencias Bibliográficas

- Acharya, V.V., Pedersen, L.H., Philippon, T., Richardson, M., 2010. Measuring Systemic Risk. Working Paper 10-02, Federal Reserve Bank of Cleveland.
- Adrian, T., Brunnermeier, M., 2011. CoVaR.
- Allen, F., Gale, D., 2000. Financial Contagion. *Journal of Political Economy*, 108 (February), 1-33.
- Ang, A., Longstaff, F.A., 2013. Systemic sovereign credit risk: Lessons from the U.S. and Europe. *Journal of Monetary Economics*; 60 (2013) 493-510.
- Bank for International Settlements, 2011. Global systemically important banks: Assessment methodology and the additional loss absorbency requirement. Rules text. ISBN: 92-9197-893-0.
- Billio, M., Getmansky, M., W.Lo, A., Pelizzon, L., 2011. Econometric measures of connectedness and systemic risk in the finance and insurance sectors. *Journal of Financial Economics*; 104 (2012): 535 – 559.
- Brunnermeier M., Hansen L.P., Kashyap A., Krishnamurthy A., Lo A. W., 2010. Modeling and Measuring systemic Risk.
- Cerutti E., Claessens S., McGuire P., 2012. Systemic Risks in Global Banking: What can Available Data Tell Us and What More Data Are Needed? Bank for International Settlements. (376). ISSN 1682 – 7678.
- Cont, R., Moussa, A. Santos, E.B., 2012. Network structure and systemic risk in banking systems.
- Deloitte Center for Regulatory Strategies, 2013. SIFI designation and its potential impact on nonbank financial companies. A roadmap for nonbank financial companies through the new world of systemically important financial institution designation.
- Financial Stability Board, 2012. Update of group of global systemically important banks (G-SIBs).
- Financial Stability Board, 2013. FSB identifies an initial list of global systemically important insurers (G-SIIs). Press release.
- Financial Stability Board, 2013. Global systemically important insurers (G-SIIs) and the policy measures that will apply them.
- Gai, P., Haldane, A., Kapadia, S., 2011. Complexity, Concentration and Contagion. *Journal of Monetary Economics*; 58 (5).
- Getmansky, M., Lo, A.W., Makarov, I., 2004. An econometric model of serial correlation and illiquidity in hedge fund returns. *Journal of Financial Economics*; 74 (2004) 529-609.

- Huang, X., Zhou, H., Zhu, H. 2010. Systemic Risk Contributions. Journal of Financial Services Research.
- Hyun, J., 2012. Managing systemic risk from the perspective of the financial network under macroeconomic distress. Financial Stability Institute. ISSN 1684 – 7180.
- International Monetary Fund, 2009. Responding to the Financial Crisis and Measuring Systemic Risks. Global Financial Stability Report. ISBN: 978-1-58906-809-4.
- International Monetary Fund and Financial Stability Board, 2012. The Financial Crisis and Information Gaps.
- International Organization of Securities Commissions, 2010. Objectives and Principles of Securities Regulation.
- International Organization of Securities Commissions, 2011. Mitigating Systemic risk, A Role for Securities Regulators, Discussion Paper.
- Jobst, A.A., 2012. Measuring Systemic Risk-Adjusted Liquidity (SRL) - A Model Approach. International Monetary Fund Working Paper.
- Markeloff R., Warner G., Wollin E., 2012. Modeling Systemic Risk to the Financial System. MITRE Corporation. (1870).
- Morrison & Foerster LLP, 2012. Systemically Important Nonbank Financial Institutions: FSOC Approves Final Rule.
- S&P Dow Jones Indices, 2010. S&P European Indices Methodology.
- S&P Dow Jones Indices, 2013. S&P Europe 350. Disponible en: [www.spindices.com](http://www.spindices.com)
- The Geneva Association, 2010. Systemic Risk in Insurance. An analysis of insurance and financial stability. Special Report of the Geneva Association Systemic Risk Working Group.