

RELACION ENTRE EL MERCADO ACCIONARIO Y DE CDS; ANÁLISIS BAJO UN ENFOQUE NO LINEAL

Sebastián Gómez Barrero

Trabajo de investigación 007/015

Master en Banca y Finanzas Cuantitativas

Tutora: Dra. Dolores Robles

Universidad Complutense de Madrid

Universidad del País Vasco

Universidad de Valencia

Universidad de Castilla-La Mancha

**Relación entre el mercado accionario y de CDS: Análisis bajo un
enfoque no lineal**

Sebastián Gómez Barrero

Trabajo de investigación 015/003

Master en Banca y Finanzas Cuantitativas

Tutores: Dr. Dolores Robles

Universidad Complutense de Madrid

Universidad del País Vasco

Universidad de Valencia

Universidad de Castilla-La Mancha

www.finanzasquantitativas.com

Relación entre el mercado accionario y de CDS: Análisis bajo un enfoque no lineal

Sebastián Gómez Barrero

Tutor: Dr. Dolores Robles

Resumen

En este trabajo se analiza la relación entre el mercado accionario y de CDS entre el 2007 y 2015, bajo un enfoque no lineal. Primero se examina la *lead-lag relationship* utilizando un modelo de corrección de error no lineal. Se encuentra que el rendimiento de las acciones lidera al cambio del spread del CDS. Segundo, se analiza la transmisión de volatilidades entre ambos mercados, sin encontrar evidencia significativa de transmisión de volatilidad. Sin embargo, se observa respuestas simultáneas de las volatilidades durante periodos de crisis o de estrés en los mercados. Tercero, se repite el análisis previo segmentando la muestra en dos periodos, periodo de crisis (2007 - 2010) y periodo después de la crisis (2011 - 2015). Encontrando que aunque el mercado accionario sigue siendo quien lidera al mercado de CDS, este último mejora su capacidad predictiva en el periodo después de la crisis.

Índice

1. Introducción	5
2. Descripción de los datos.	7
3. Análisis preliminar de los datos.	8
3.1. Test de raíz unitaria	8
3.2. Análisis preliminar relación intertemporal entre el mercado de CDS y el mercado accionario, bajo enfoque VAR.	9
3.3. Test de cointegración lineal	10
4. Ajuste no lineal.	11
4.1. Cointegración no lineal	12
4.2. Tipos de decaimiento.	13
4.3. Contraste de cointegración usando la aproximación de Fourier	14
5. Relación intertemporal entre el mercado de CDS y el mercado accionario.	15
5.1. Modelo de corrección de error con decaimiento de Fourier	15
6. Análisis de transmisión de volatilidades	18
6.1. Modelo Bekk	19
7. Efecto de la crisis en la relación CDS-acciones	22
7.1. Análisis comparativo de raíz unitaria.	22
7.2. Análisis comparativo de cointegración.	22
7.3. Efecto de la crisis en la relación intertemporal entre el mercado de CDS y el mercado accionario.	24
7.4. Análisis de transmisión de volatilidades.	25

8. Conclusiones.	27
9. Bibliografía	28

1. Introducción

Las permutas de incumplimiento crediticio (CDS) ó *Credit default swaps* se han convertido en uno de los principales activos para gestionar el riesgo, llegándose a considerar una de las mayores innovaciones en los últimos 25 años para dicho fin. Su capacidad para gestionar el riesgo ha llevado al mercado de CDS a tener un desarrollo exponencial, pasando de un monto notional de \$180 billones en 1997 a \$30.9 trillones en 2006, con un máximo de \$90.5 trillones en 2007. Después del 2007 ha disminuido hasta \$24.1 trillones en 2014¹, lo cual deja de manifiesto su utilidad para cubrirse o especular durante periodos de crisis.

A medida que este mercado se ha venido desarrollado también se ha venido integrando o generando impacto en otros mercados, como por ejemplo el mercado accionario. No es de extrañar que pueda existir tal relación entre ambos mercados, dado que el mercado de CDS provee información respecto al riesgo crediticio de las empresas y el mercado accionario, si es eficiente, debería incorporar en el precio de las acciones la probabilidad de default de las mismas.

De existir tal relación entre las acciones y los CDS, no queda claro cuál mercado sigue al otro en la generación de precios al incorporar nueva información. En este trabajo se estudia el impacto que tiene un mercado sobre el otro, analizando el co-movimiento o *lead-lag relationship* entre el rendimiento de las acciones y el cambio en el spread de los CDS, además se analiza la transmisión de volatilidad entre dichos mercados.

Varios trabajos se han centrado en determinar la *lead-lag relationship* y la transmisión de volatilidades entre CDS y acciones, buscando determinar qué mercado lidera y cuál está rezagado en relación a la incorporación de nueva información en el precio y/o en la volatilidad del activo. Norden y Weber (2009), usando un modelo VAR, analizan el co-movimiento intertemporal del cambio del spread de CDS, cambios del spread de bonos y el retorno de las acciones para 58 firmas entre 2000 y 2002. Encuentran que el mercado accionario lidera a los otros dos mercados y el mercado de CDS lidera al de bonos. Sin embargo, al usar un modelo de corrección de error (VECM), encuentran que el mercado de CDS lidera a los demás mercados sólo en el mercado estadounidense. Yau, Sierra, Fung y Zhang (2008) analizan la relación entre el S&P500 y el índice de CDS, entre 2001 y 2007. Encuentran que el S&P500 parece incorporar la información antes que el índice de CDS, también examinan la volatilidad de ambos mercados y hallan que el mercado de CDS juega un papel de líder en volatilidad.

Meng, Gwilym, y Varas (2009) estudian la transmisión de volatilidades entre bonos, CDS y acciones para diez grandes compañías estadounidenses entre 2003 y 2005, utilizando un modelo GARCH multivariante. Dichos autores plantean la hipótesis de que el mercado de CDS origina y transmite la volatilidad a los otros dos mercados, hallando poca evidencia de que esto ocurra. Sin

¹Bank of International Settlements. Trillones de dólares entendidos como 1e+9

embargo, si encuentran que la volatilidad en cualquiera de los tres mercados tiende a transmitirse a los otros dos. Belke y Gokus (2011) analizan la transmisión de volatilidades entre bonos, CDS y acciones, para cuatro grandes bancos estadounidenses, entre 2006 y 2009. Estiman un modelo BEKK diagonal con el que encuentran alta dependencia entre los tres mercados, dicha dependencia fue mayor durante el periodo de crisis. Trutwein y Schiereck (2011) examinan la relación entre las acciones, los CDS y la volatilidad implícita de las opciones, para las principales instituciones financieras, durante periodos de estrés y de aumento de riesgo de default. Encuentran que las acciones y los CDS están más integrados durante dichos periodos. Narayan (2015) analiza la relación entre CDS y acciones para diversos sectores de la economía, estudiando el efecto de la quiebra de Lehman Brothers en 2008. Encuentra que los retornos de los CDS explican la varianza del error de predicción del rendimiento de las acciones.

Esta investigación complementa los trabajos anteriormente realizados en varios aspectos: Primero, se analiza un considerable número de firmas que transan en el mercado estadounidense (75) para un amplio periodo de tiempo (2007 -2015), sin limitar el estudio a un pequeño número de compañías, o que dichas empresas sean solo bancos o instituciones financieras.

Segundo, se analiza el co-movimiento o *lead-lag relationship* entre las acciones y los CDS. La literatura ha estudiado la relación entre CDS y acciones, sin entrar a analizar, en la mayoría de los casos, posibles relaciones de cointegración o ajustes no lineales en cada serie o entre ambos mercados. En el presente documento se amplía dicho análisis partiendo de un enfoque no lineal. Varios trabajos, como Madhavan (2013), Kim y Kim (2010) o Brooks y Henry (200), han analizado la dinámica de los rendimientos de las acciones o de los CDS bajo un enfoque no lineal, pero poco se ha analizado sobre posibles relaciones no lineales entre ambos mercados. En este contexto, la presente investigación parte de este enfoque, siguiendo la metodología planteada por Enders y Ludlow (2002), estos autores muestran que las funciones de Fourier permiten aproximar diferentes tipos de no linealidades sin tener que especificar una forma funcional concreta. Proponen una metodología que permite contrastar la existencia de cointegración no lineal, sin asumir un mecanismo de ajuste no lineal específico, además permite especificar un modelo de corrección de error (VECM) que tenga en cuenta esa no linealidad.

Tercero, se realiza un análisis de transmisión de volatilidades para esas 75 empresas, considerando la posible existencia de relaciones no lineales en los mercados. Para ello se estima un modelo BEKK, a partir de los resultados de la estimación del modelo VECM no lineal, con el fin de modelar la varianza condicional, la estructura de covarianza y la transmisión de volatilidades.

Por último, se estudia en que medida la relación entre mercados se ha visto alterada por la crisis financiera global. Para ello se analiza la relación entre los precios de las acciones, los spread de los CDS y la transmisión de volatilidad durante el periodo de crisis y durante el periodo post-crisis. Para determinar un punto de corte entre ambos periodos, partimos del calendario de aconteci-

mientos de la Reserva Federal de ST. Luis² al igual que se buscó en la literatura los periodos de tiempo manejados para analizar la crisis. Siguiendo a Narayan (2015), se utiliza como punto de corte el 30 de Diciembre de 2010. Cercano a esta fecha la FED terminó su asistencia a AIG, el Departamento del tesoro de U.S vendió sus acciones de Citigroup y La comisión investigativa de la crisis financiera entregó su reporte final de las causas de la crisis financiera y económica de Estados Unidos.

Al analizar los resultados obtenidos para la muestra completa, se encuentra fuerte evidencia de cointegración, así como de correcciones no lineales a desajustes de largo plazo. Los resultados del modelo VECM no lineal indican que es el mercado accionario el que lidera al mercado de CDS. Por otro lado, se encuentra poca evidencia de que exista transmisión de volatilidad de un mercado a otro, sin embargo al analizar los periodos de estrés, se evidencia una alta covarianza entre ambos mercados. Cuando se compara como ha cambiado la relación entre los dos mercados durante la crisis y después de esta. Se observa que el mercado de CDS ha venido ganando terreno en el sentido de aportar más información que permita pronosticar los rendimientos de las acciones. Sin embargo, es el mercado accionario quien sigue liderando al mercado de CDS. También se observa una fuerte respuesta simultánea de volatilidad entre ambos mercados durante la quiebra de Lehman Brothers así como durante otros periodos de estrés.

El resto del documento se organiza de la siguiente manera. En la sección 2 se describen los datos utilizados para el estudio. En la sección 3 se hace un análisis preliminar de dichos datos, y se estima un modelo VAR como análisis preliminar de la relación dinámica entre el mercado de acciones y de CDS. En la sección 4 se describe el contraste de Enders y Ludlow y se muestran los resultados de dicho contraste. En la sección 5 se presenta el modelo de corrección de error no lineal, el cual se utiliza para analizar la *lead-lag relationship* entre el rendimiento de las acciones y el cambio en el spread de los CDS. En la sección 6 se presenta el modelo BEKK, modelo que se utiliza para estimar las varianzas y covarianzas de los rendimientos de las acciones y cambios en el spread de los CDS, al igual que se analiza la transmisión de volatilidades entre ambos activos. En las secciones 7 se plantea el mismo análisis anteriormente mencionado, pero segmentando la muestra en periodo de crisis y periodo post-crisis. Finalmente en la sección 8 se presentan las principales conclusiones.

2. Descripción de los datos.

Para el presente estudio se obtiene toda la información de Thomson Reuters Datastream, tanto para CDS como para las acciones, la muestra cubre un periodo desde el 14/12/2007 hasta el

²FEDERAL RESERVE BANK of ST. LOUIS (2011). *The Financial Crisis, Full Timeline*. Recuperado el 6 de Julio, 2015: <https://www.stlouisfed.org/financial-crisis/full-timeline>

26/03/2015³. El conjunto de empresas que entran en el estudio cumplen los siguientes requisitos. El primer requisito es que exista tanto CDS de la empresa como que transen en bolsa, luego se descartaron las firmas que no cubrieran el periodo de estudio previamente mencionado. Se obtuvo información de 195 empresas, de ellas se eligieron las 75 compañías con CDS más líquidos. El criterio que se utilizó para dicha selección fue que la variación en el spread del CDS día a día no fuese nula en más del 10 % en todo el periodo muestral. Como es habitual, se eligen los CDS a cinco años debido a que son los de mayor liquidez.

En los anexos de este documento se presenta un resumen descriptivo de los rendimientos logarítmicos de las acciones y CDS. Se calcula la media, la mediana, la desviación típica, asimetría y curtosis para cada firma y se presenta el promedio de dichas estimaciones, además se presenta la correlación media entre el rendimiento logarítmico de las acciones y el rendimiento logarítmico del spread del CDS de las 75 empresas.

3. Análisis preliminar de los datos.

En la presente sección se hace un análisis preliminar de los datos. Además se realiza un primer estudio de la relación dinámica entre las acciones y los CDS. Este análisis es importante dado que permiten identificar propiedades relevantes de las series, como estacionariedad y cointegración. Al mismo tiempo se hace una primera investigación sobre el co-movimiento entre el mercado de acciones y de CDS, obteniendo una idea inicial de dicha relación.

3.1. Test de raíz unitaria

Como primer paso para entrar a analizar la relación intertemporal entre el mercado accionario y el de CDS, se analiza la no estacionariedad de las series, tanto para el spread de CDS como para las cotizaciones. Se calcula el test aumentado de Dickey-Fuller de raíz unitaria con deriva, se utiliza el criterio de selección AIC para determinar el número de retardos óptimos en dicha estimación. Se contrasta la hipótesis nula de $\alpha=0$ de la siguiente regresión:

$$\Delta y_t = \alpha y_{t-1} + \sum_{i=1}^p \omega_i \Delta y_{t-i} + \upsilon_t \quad (1)$$

³El inicio de la muestra no pudo ser anterior dado que el histórico que maneja Thomson Reuters de CDS parte en dicha fecha.

donde y_t es el logaritmo del precio de las acciones o el logaritmo del spread del CDS según sea el caso. Los resultados muestran que a un nivel de significación del 1 % todas las series de cotizaciones presentan raíz unitaria, mientras que para 7 de 75 series de spread de CDS se rechaza la hipótesis de que tengan raíz unitaria. Al realizar el mismo test para las series en diferencias se encuentra que todas las series son estacionarias $I(0)$ para cualquier nivel de significancia. La Tabla 1 muestra un cuadro resumen segmentado según varios niveles de significancia⁴.

Tabla 1: Contraste raíz unitaria				
Ho: Existe raíz unitaria				
Total Firmas: 75	Acciones		CDS	
Nivel de significancia	N	%	N	%
0.1	9	12 %	21	28 %
0.05	2	3 %	15	20 %
0.01	0	0 %	7	9 %

3.2. Análisis preliminar relación intertemporal entre el mercado de CDS y el mercado accionario, bajo enfoque VAR.

En esta sección se hace un análisis preliminar sobre la relación intertemporal entre el mercado accionario y de CDS. Para ello se plantea un modelo de vectores autorregresivos (VAR), el cual permite capturar la *lead-lag relationship* entre variables estacionarias:

$$\begin{pmatrix} \Delta SP_t \\ \Delta CDS_t \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} m_1 \\ m_2 \end{pmatrix} + \sum_{i=1}^p \Omega_i \begin{pmatrix} \Delta SP_{t-i} \\ \Delta CDS_{t-i} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} u_{1t} \\ u_{2t} \end{pmatrix} \quad (2)$$

donde ΔSP_t es el rendimiento logarítmico del precio de las acciones, ΔCDS_t es el rendimiento logarítmico del spread del CDS, Ω_i $i=1, \dots, p$, son matrices 2×2 , p es el número mínimo de rezagos que eliminan la autocorrelación serial y u es ruido blanco⁵. Tras estimar el modelo VAR se analiza el co-movimiento entre ambos rendimientos, bajo el enfoque de causalidad de Granger. Este test

⁴Debido a que no es factible mostrar para las 75 empresas los resultados de cada contraste que se haga en el presente documento. Siempre se mostraran tablas resúmenes, pero todos los contrastes mencionados en el presente artículo están disponibles de ser solicitados. Las tablas resumen siempre muestran el porcentaje y el número de firmas para las cuales se rechaza la hipótesis nula, según los niveles de significancia normalmente manejados (10 %, 5 % y 1 %). También es importante aclarar que todos los análisis realizados en el presente documento, basados en valores críticos, se hacen a un nivel de significancia del 10 % a excepción que se especifique lo contrario.

⁵Para cada firma se estimó el número de rezagos óptimos. Se fue agregando rezagos hasta eliminar la autocorrelación serial de los errores de estimación. El mínimo de rezagos óptimos requeridos fue igual a uno y el máximo fue de cuatro.

permite determinar si una variable reacciona a variaciones de la otra, contrastando si los rezagos de los rendimientos de una variable son relevantes para pronosticar la otra variable.

En la Tabla 2 se muestra un resumen de los resultados obtenidos en el contraste de causalidad de Granger. En dicho contraste se encuentra evidencia significativa de que los rendimientos de las acciones mejoran el pronóstico del cambio en el spread de CDS, dado que para el 97% de las firmas, a un nivel de significación del 5%, agregar rezagos del rendimiento de las acciones mejora el pronóstico del cambio en el spread del CDS. Para el 32% de las empresas al mismo nivel de significación se halla evidencia de causalidad en el sentido contrario. En este sentido se encuentra relación bidireccional entre ambas variables para un conjunto significativo de firmas.

Nivel de Significancia	Ec. ΔSP_t		Ec. ΔCDS_t	
	N	%	N	%
0.1	29	39%	74	99%
0.05	24	32%	73	97%
0.01	8	11%	72	96%

La Tabla 2, muestra en la columna 2 y 3 el número y porcentaje de firmas para las cuales agregar rezagos de rendimientos del spread de CDS mejora el pronóstico del rendimiento del precio de las acciones. Mientras que en la columna 4 y 5 se muestran igualmente el número y porcentaje de firmas para las cuales agregar rezagos del rendimiento de las acciones mejora el pronóstico del rendimiento del spread de CDS.

3.3. Test de cointegración lineal

En la presente sección se hace un análisis preliminar al enfoque no lineal, para contrastar si existe una relación de largo plazo entre el spread de CDS y el precio de las acciones. Se parte de la relación de largo plazo entre las variables recogida en la siguiente expresión:

$$CDS_t = \beta_0 + \beta_1 SP_t + \varepsilon_t \quad (3)$$

donde CDS_t es el logaritmo del spread de CDS, SP_t el logaritmo del precio de las acciones y ε_t es el término del error. Es importante notar que dado que la regresión lineal es en logaritmos, el coeficiente β_1 mide la elasticidad del spread de CDS con respecto al precio de la acción.

Se evalúa la cointegración entre el spread de CDS y el precio de las acciones, utilizando dos contrastes de cointegración: el contraste de Engel y Granger (1987) y test del rango de cointegración de Johansen (1991). El primer contraste evalúa la estacionariedad de los errores de la ecuación (3), mientras que el test de Johansen especifica un modelo de vectores autorregresivos (VAR) para obtener la relación de largo plazo entre el precio de las acciones y el spread de CDS⁶. Ambos contrastes de cointegración dan resultados similares. Para el contraste de Johansen, a un nivel de significancia del 10 %, se rechaza la hipótesis nula de que el rango de cointegración es menor o igual a cero para el 73 % de las empresas. A un nivel de significancia del 5 % se encuentra un rango de cointegración mayor que cero para el 63 % de las firmas. Con el test de cointegración de Engel y Granger, para los mismos niveles de significación, se encuentra cointegración para el 68 % y 57 % de las firmas respectivamente. Los resultados de ambos contraste se presentan en la Tabla 3.

Tabla 3: Contrastes de cointegración lineal				
Test de Johansen			Test Engel y Granger	
Ho: Rango de cointegración es \leq a cero			Ho: ε_t tiene raíz unitaria	
H1: Rango de cointegración es $>$ a cero			H1: ε_t no tiene raíz unitaria	
Total Firmas: 75	Firmas		Firmas	
Nivel de signif.	No	%	No	%
0.1	55	73 %	51	68 %
0.05	47	63 %	43	57 %
0.01	27	36 %	30	40 %

4. Ajuste no lineal.

Tras encontrar evidencia significativa de cointegración, el modelo más apropiado para analizar la *lead-lag relationship* entre el rendimiento de las acciones y el cambio en el spread de los CDS es un modelo de corrección de error (VECM). Sin embargo antes de estimarlo, se indagó posibles relaciones no lineales entre las variables, con el objetivo de no mal especificar dicho modelo.

White (1981), como muchos otros autores, muestra que hacer una incorrecta especificación del modelo, conlleva a estimaciones inconsistentes de los parámetros. Rothman (1998) evidencia la dificultad a la hora de elegir el tipo de modelo no lineal que mejor se ajuste a los datos, mostrando que bajo diferentes modelos no lineales se pueden obtener estimaciones plausibles de la tasa de desempleo en Estados Unidos. Enders y Ludlow (2000) muestran que funciones de Fourier permiten aproximar los diferentes tipos de no linealidades presentes en los datos de series de

⁶El test de Johansen evalúa la hipótesis nula $H(r)$ el rango de cointegración es menor o igual a r frente la hipótesis alternativa donde el rango de cointegración es mayor que r (Contraste de traza).

tiempo. Trabajos como el de Jimenez y Robles (2009) han seguido este enfoque para analizar la paridad en el poder adquisitivo bajo un marco no lineal, dado que permite estimar la no linealidad sin tener que especificar ningún modelo en particular. Por todo ello, en este trabajo se utiliza la metodología propuesta por Enders y Ludlow para analizar las relaciones no lineales, dada su capacidad para simular diferentes ajustes no lineales, sin tener que especificar un modelo concreto que capture dicha no linealidad.

4.1. Cointegración no lineal

Para entrar a analizar la posible existencia de una relación no lineal entre el mercado de CDS y el mercado accionario, primero se realiza un contraste de cointegración no lineal entre el logaritmo del spread de CDS y el logaritmo del precio de las acciones. Dicho contraste se realiza en dos etapas, en la primera etapa se obtienen los residuos, ε_t , de la ecuación (3), donde $\hat{\beta}_0$ y $\hat{\beta}_1$ se estiman por mínimos cuadrados ordinarios. En la segunda etapa se contrasta la estacionariedad de dichos residuos estimados.

Enders y Loudlow (2002) plantean la siguiente ecuación, para analizar la estacionariedad de ε_t :

$$\hat{\varepsilon}_t = \alpha(t)\hat{\varepsilon}_{t-1} + \sum_{i=1}^p \delta_i \Delta \hat{\varepsilon}_{t-i} + \upsilon_t \quad (4)$$

donde $\hat{\varepsilon}_t$ son los errores de estimación o innovaciones de la ecuación (3), υ_t es ruido blanco con varianza σ^2 y $\alpha(t)$ es función del tiempo.

Enders y Loudlow (2002) muestran que independiente de la forma de $\alpha(t)$, bajo condiciones muy débiles, esta puede ser exactamente representada por una serie de Fourier lo suficientemente larga, pero para mantener el problema manejable, se considera una aproximación de Fourier usando una sola frecuencia, como se muestra a continuación:

$$\hat{\varepsilon}_t = [a_0 + a_1 \sin(2\pi kt/T) + b_1 \cos(2\pi kt/T)] \hat{\varepsilon}_{t-1} + \sum_{i=1}^p \delta_i \Delta \hat{\varepsilon}_{t-i} + \upsilon_t \quad (5)$$

donde k es un entero en el intervalo de 1 a $T/2$, que en conjunto con los demás parámetros minimiza la suma de errores al cuadrado y p es el número mínimo de rezagos que eliminan la

autocorrelación serial⁷.

La aproximación de Fourier propuesta por Enders y Loudlow (2002) nos permite detectar periodos explosivos, donde $\alpha(t)$ excede la unidad, al igual que periodos de calma. Por lo que permite determinar si el decaimiento autorregresivo es lineal o no, sin tener que especificar el tipo específico de no linealidad, reduciendo el problema a elegir los valores apropiados para a_0 , a_1 , b_1 y k que minimicen la suma de errores al cuadrado. También se puede observar que $\alpha(t)$ es constante si a_1 y b_1 son iguales a cero, por lo que la cointegración lineal surge como un caso particular de la ecuación (5).

4.2. Tipos de decaimiento.

Antes de poder analizar los resultados del contraste de cointegración no lineal, es necesario determinar las condiciones que deben cumplirse para que la serie que estamos analizando tenga reversión a la media o a un atractor, además de los tipos de decaimiento autorregresivo que pueden generarse. Para que la serie no sea explosiva se debe cumplir la siguiente condición para $a_0 > 0$ y $r < 2$: $a_0 < 1 + r^2/4$ donde $r = \sqrt{a_1^2 + b_1^2}$. La restricción de $r < 2$ acota la región de decaimiento, sin embargo, es importante notar que dicha región es mayor a la considerada por el ADF test, dado que dicho contraste fuerza a r a ser igual a cero, considerando por consiguiente solamente el segmento lineal del decaimiento autorregresivo. La aproximación de Fourier propuesta por Enders y Loudlow (2002) permite precisar si el decaimiento autorregresivo es no lineal, donde es posible diferenciar cuatro tipos de decaimientos:

1. Decaimiento directo: Cuando $a_0 > r$ y $a_0 + r < 1$. En este caso $\alpha(t)$ nunca excede la unidad y la reversión hacia el atractor es directa aunque la velocidad de ajuste cambia a través del tiempo.
2. Decaimiento con periodos explosivos: Cuando $a_0 > r$ y $a_0 + r > 1$. En este caso habrá k periodos donde $\alpha(t)$ excederá la unidad y la serie y_t presentará periodos explosivos aunque el proceso siempre tendrá reversión hacia el atractor.
3. Oscilaciones: Cuando $a_0 < r$ y $a_0 + r < 1$. En este caso no hay periodos explosivos, pero habrá periodos en los cuales $\alpha(t) < 0$. Durante estos periodos y_t oscilará alrededor del atractor.
4. Oscilaciones y periodos explosivos: Cuando $a_0 < r$ y $a_0 + r > 1$. En este último caso, habrá periodos en los que $\alpha(t) > 1$ como otros periodos en los que $\alpha(t) < 0$. Por lo que la serie y_t presentará periodos explosivos como periodos de oscilación respecto al atractor.

⁷La aproximación de Fourier, $\alpha(t) = a_0 + a_1 \sin(2\pi kt/T) + b_1 \cos(2\pi kt/T)$, puede simular un buen número de ajustes no lineales, además dicha aproximación es especialmente útil cuando $\alpha(t)$ excede la unidad, lo que significa que $\hat{\epsilon}_t$ exhibe periodos explosivos como periodos de calma (Enders y Loudlow (2002)).

4.3. Contraste de cointegración usando la aproximación de Fourier

Finalmente, tras analizar los tipos de decaimiento, Enders y Loudlow (2002) calculan valores críticos⁸ para contrastar la hipótesis nula de no cointegración frente a la hipótesis alternativa de cointegración globalmente estacionaria. Se calculan tres estadísticos de la estimación de la ecuación (5): Primero se hace el test de F_all bajo el cual se contrasta la hipótesis nula de $c = a_1 = b_1 = 0$, donde $c = a_0 - 1$, este primer test permite contrastar si la serie se comporta como un camino aleatorio o si por el contrario se comporta como un proceso estacionario. Después de realizar este contraste se realiza el test de F_trig , bajo el cual se contrasta la hipótesis nula de que $a_1 = b_1 = 0$, dicho contraste tiene como objetivo determinar si existe o no no-linealidad en los datos. Por último, en caso de no rechazar los dos contrastes anteriores, se contrasta la hipótesis nula de $c = 0$, rechazar dicha hipótesis es condición necesaria para el decaimiento hacia el atractor solo cuando $r = 0$. Sin embargo, rechazar la hipótesis nula F_trig ($r > 0$), siendo $r < 2$ al mismo tiempo de rechazar $c = 0$ por la hipótesis alternativa de $c < 0$, es condición suficiente para garantizar reversión a la media.

En la Tabla 4 se puede ver los resultados del contraste de Enders-Ludlow para cointegración no lineal⁹. Comparando el contraste de cointegración no lineal propuesto por Enders y Loudlow (2002) con el test de Johansen (1991) y el contraste de Engel y Granger(1987), se observa que para todas las firmas¹⁰ que los contrastes lineal encuentran cointegración, el contraste de F_all también lo hace. Pero además el 71 % de dichas firmas presentan un estadístico F_trig significativo, mostrando evidencia que indica que su decaimiento autorregresivo es no lineal. Analizando las empresas que los contrastes lineales no detectan cointegración, para ningún nivel de significancia normalmente utilizado, el contraste no lineal encuentra evidencia de cointegración para el 30 % de las mismas, además el tipo de decaimiento es no lineal para el 50 % de ellas.

Table 4: Contraste cointegración Enders y Loudlow.

		Ho: $c^* = a_1^* = b_1^* = 0$									
		Ho: $a_1^* = b_1^* = 0$									
		Ho: $c^* = 0$									
Nivel de Significancia	F_all	F_all		F_trig		F_all and F_trig		C*		F_all o C*	
		N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
0.1	64	85 %	49	65 %	45	60 %	48	64 %	64	85 %	
0.05	57	76 %	42	56 %	34	45 %	42	56 %	42	56 %	
0.01	50	67 %	33	44 %	28	37 %	27	36 %	0	0 %	

⁸Los valores críticos se pueden encontrar en la Tabla 2 de Enders y Loudlow (2002)

⁹En la Tabla 4 se presentan el número y porcentaje de compañías para las cuales se rechazan las hipótesis nulas para los estadísticos F_all , F_trig y C^* además se presentan otras dos columnas resumen que muestran para cuales empresas se rechazó la hipótesis nula, tanto en el contraste del estadístico F_all como el del estadístico F_trig (F_all & F_trig).

¹⁰Solo hubo un caso donde el test de Johansen rechazó la no cointegración y el test de Enders y Loudlow no rechazó dicha hipótesis.

5. Relación intertemporal entre el mercado de CDS y el mercado accionario.

5.1. Modelo de corrección de error con decaimiento de Fourier

Tras realizar el contraste de cointegración no lineal de Enders-Ludlow, se halla fuerte evidencia de cointegración entre el mercado accionario y el de CDS analizado por empresas¹¹, además se encuentra evidencia de decaimiento no lineal. Dichos resultados sugieren que el modelo más apropiado para analizar co-movimiento entre las acciones y los CDS es el modelo de corrección de error (VECM), dado que según el teorema de representación de Granger, si dos variables de naturaleza I(1) están cointegradas, sus relaciones dinámicas están caracterizadas por dicho modelo. La presencia de relaciones de cointegración entre ambos mercados es un resultado novedoso que no se encuentra en la mayoría de los análisis previos. Dichos estudios se han centrado en analizar la existencia de cointegración entre índices sectoriales o índices generales y aunque dentro de los sectores tiende a existir alta correlación, el ruido que se agrega al no estar comparando las mismas empresas, dificulta en gran medida encontrar relaciones de largo plazo. Autores como Norden y Weber (2009) y Meng, Gwilym, y Varas (2009) realizan sus análisis para firmas, pero no contrastan la existencia de cointegración. Sólo Norden y Weber (2009) contrastan cointegración, pero para CDS y bonos.

Al haber encontrado evidencia de no linealidad en el ajuste a los desequilibrios de largo plazo, se hace necesario que utilicemos un modelo que lo tenga en cuenta. El uso de un modelo de corrección de error lineal del ajuste del spread del CDS y el precio de las acciones hacia el equilibrio de largo plazo estaría mal especificado. Por ello se especifica un modelo VECM con decaimiento de Fourier, para contrastar la *lead-lag relationship* entre las acciones y el spread de los CDS:

$$\begin{pmatrix} \Delta SP_t \\ \Delta CDS_t \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} m_1 \\ m_2 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \alpha_{11} & \alpha_{12} & \alpha_{13} \\ \alpha_{21} & \alpha_{22} & \alpha_{23} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ \sin \frac{2k^*t}{T} \\ \cos \frac{2k^*t}{T} \end{pmatrix} \hat{\varepsilon}_{t-1} + \sum_{i=1}^p \Phi_i \begin{pmatrix} \Delta SP_{t-i} \\ \Delta CDS_{t-i} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} e_{1t} \\ e_{2t} \end{pmatrix} \quad (6)$$

donde ΔCDS_t es el rendimiento o cambio del spread de CDS, ΔSP_t es el rendimiento del precio de las acciones y Φ_i , $i=1, \dots, p$, son matrices 2×2 , y p es el número mínimo de rezagos que eliminan la autocorrelación serial¹². La matriz de alphas (α_{ij}) captura el proceso de ajuste a desequilibrios

¹¹También se encontró evidencia significativa de cointegración utilizando el test de Johansen (1991) y el contraste de Engel y Granger (1987)

¹²Para cada firma se estimó el número de rezagos óptimos. Se fue agregando rezagos hasta eliminar la autocorrelación serial de los errores de estimación. El mínimo de rezagos óptimos requeridos fue igual a uno y el máximo fue de cuatro.

pasados. El término que capta los desequilibrios de la relación de largo plazo, $\hat{\varepsilon}_{t-1}$, aparece multiplicado por un vector con tres elementos que permiten desagregar el ajuste al equilibrio en tres componentes. El primero toma valor 1 y permite captar la existencia de un proceso de ajuste lineal mediante los coeficientes α_{11} y α_{21} . Los otros dos elementos, $\sin \frac{2k^*t}{T}$ y $\cos \frac{2k^*t}{T}$, permiten captar la existencia de no linealidades en el proceso de ajuste a esos desequilibrios mediante los coeficientes α_{i2} y α_{i3} , $i=1,2$, respectivamente.

La estimación del modelo (6) se hace en varias etapas. Primero, se estima el término de corrección de error a partir de la ecuación (3). Una vez estimados $\hat{\varepsilon}_{t-1}$ se calcula k^* óptimo en la estimación de la ecuación (5). Finalmente, se estima el modelo VECM con decaimiento de Fourier presentado en la ecuación (6).

Para el análisis de *lead-lag relationship* entre CDS y acciones, se utiliza el concepto de causalidad de Granger, tanto para corto como para largo plazo. Al estar dos variables cointegradas, al menos una de ellas debe causar a la otra, sea de forma directa o por medio de un efecto sobre una tercera variable. Bajo esta premisa, se analizan los coeficientes de ajuste a los desequilibrios de largo plazo α_{ij} . La variable i se considera débilmente exógena si los correspondientes α_{ij} , $j=1,2,3$ son no significativos. Esto implica que esta variable no responde a los desequilibrios pasados. Igualmente se analiza la causalidad de Granger de corto plazo, contrastando si los rezagos de los rendimientos de una variable son relevantes para pronosticar a la otra.

Se comienza el análisis resumiendo los resultados de la estimación de la relación de largo plazo (ecuación (3)), que se muestra en la Tabla 5. Como se puede observar, el signo de β_1 es negativo para el 96 % de las empresas analizadas. Es razonable encontrar que a largo plazo se encuentre una relación negativa entre el spread de CDS y el precio de las acciones, pues los inversores darán más valor a aquellas empresas que tengan menor riesgo de default.

Tabla 5: Coeficiente de la relación de largo plazo.				
Nivel de Significancia	$\beta_1 < 0$		$\beta_1 > 0$	
	N	%	N	%
0.01	72	96 %	3	4 %

En las Tablas 6 y 7 se pueden ver de forma resumida y por nivel de significancia, la respuesta a desequilibrios pasados estimados en el modelo (6). En cuanto a la respuesta de los rendimientos de las acciones ante desequilibrios pasados, (α_{1j} $j=1,2,3$), se encuentra una respuesta significativa en el 91 % de las empresas. En el 31 % de los casos la respuesta al desequilibrio se encuentra tanto en el componente lineal como en alguno de los no lineales. En el caso de los CDS (α_{2j} $j=1,2,3$), el 100 % de los rendimientos del spread de CDS responden a desequilibrios del pasado. El 79 % de dichas empresas muestran una respuesta al desequilibrio tanto en el componente lineal como en alguno no lineal. Por último es importante destacar que tanto para las acciones como para los

CDS, del conjunto de firmas con respuesta significativa a desequilibrios pasados, en la mayoría el mecanismo de ajuste fue no lineal.

Estos resultados, sugieren la presencia de causalidad en sentido débil bidireccional entre ambos mercados, puesto que tanto los rendimientos del spread de CDS como los rendimientos de las acciones responden a los desequilibrios del pasado. También es destacable que el mecanismo de ajuste tiene en ambos casos un alto componente no lineal, lo cual no habría podido ser detectado con un modelo VECM lineal.

Finalmente se analizó la causalidad de Granger de corto plazo entre el mercado accionario y el de CDS, los resultados de dicho análisis se muestran en la Tabla 8¹³. Tras estimar el modelo VECM no lineal, ecuación (6), se contrasta la significancia conjunta de los rezagos de la variable predictiva en la ecuación de la variable a predecir. Los resultados muestran fuerte evidencia de que el mercado accionario lidera al mercado de CDS. Para 72 de las 75 empresas, a un nivel de significancia del 1 %, agregar rezagos del rendimiento de las acciones mejora el pronóstico del rendimiento del spread del CDS. Por el contrario sólo en 10 de las 75 firmas, al mismo nivel de significancia, se encuentra que agregar rezagos de rendimientos del spread de CDS mejora el pronóstico del rendimiento de las acciones. Estos resultados reflejan que en la mayoría de los casos son las acciones quienes tienen un papel de líder, aunque también se encuentra causalidad bidireccional entre las acciones y los CDS para algunas firmas¹⁴.

En resumen, al igual que Norden y Weber (2009), se encuentra que existe una clara relación inversa entre el precio de las acciones y el spread de los CDS y que es el rendimiento de las acciones el que lidera al rendimiento del spread de CDS.

¹³La Tabla 8, muestra en la columna 2 y 3 el número y porcentaje de firmas para las cuales agregar rezagos de rendimientos del spread de CDS mejora el pronóstico del rendimiento del precio de las acciones. Mientras que en la columna 4 y 5 se muestran igualmente el número y porcentaje de firmas para las cuales agregar rezagos del rendimiento de las acciones mejora el pronóstico del rendimiento del spread de CDS.

¹⁴En los anexos se presenta una tabla resumen, Tabla (9), del nivel de significancia individual de los coeficientes que componen las matrices Φ_i de la ecuación (6)

Tabla 6: Test Causalidad de Granger largo plazo.

Resumen Contrastes de significancia individual para α_{1j}								
Coeficientes asociados a ecuación del rendimiento de las acciones								
	IND		LINEAL		NO LINEAL		L/NL	
Nivel de Significancia	$\alpha_{11}, \alpha_{12}, \alpha_{13}$		α_{11}		α_{12}, α_{13}		$\alpha_{11}, \alpha_{12}, \alpha_{13}$	
	N	%	N	%	N	%	N	%
0.1	68	91 %	25	33 %	64	85 %	21	28 %
0.05	62	83 %	19	25 %	61	81 %	18	24 %
0.01	55	73 %	12	16 %	54	72 %	11	15 %

*IND: entrega el número de firmas para las cuales al menos uno de los coeficientes α_{1i} es significativo. LINEAL: entrega el número de firmas para las cuales el coeficiente α_{11} es significativo. NO LINEAL: entrega el número de firmas para las cuales al menos uno de los coeficientes que capturan la no linealidad es significativo. L/NL: entrega el número de firmas para las cuales tanto el coeficiente lineal α_{11} como alguno de sus coeficientes no lineales son significativos.

Tabla 7: Test Causalidad de Granger largo plazo

Resumen Contrastes de significancia individual para α_{2j}								
Coeficientes asociados a ecuación del rendimiento del spread de CDS								
	IND		LINEAL		NO LINEAL		L/NL	
Nivel de Significancia	$\alpha_{11}, \alpha_{12}, \alpha_{13}$		α_{11}		α_{12}, α_{13}		$\alpha_{11}, \alpha_{12}, \alpha_{13}$	
	N	%	N	%	N	%	N	%
0.1	75	100 %	64	85 %	70	93 %	59	79 %
0.05	74	99 %	59	79 %	67	89 %	52	69 %
0.01	73	97 %	55	73 %	63	84 %	45	60 %

Tabla 8: Test Causalidad de Granger corto plazo

Nivel de Significancia	Ec. ΔSP_t		Ec. ΔCDS_t	
	N	%	N	%
0.1	24	32 %	74	99 %
0.05	19	25 %	74	99 %
0.01	10	13 %	72	96 %

6. Análisis de transmisión de volatilidades

Tras analizar el co-movimiento entre el rendimiento del precio de las acciones y el cambio del spread de CDS, se entra a modelar la matriz de varianzas y covarianzas condicional y se estudiar

la transmisión de volatilidades entre ambos mercados. La presente sección se organiza de la siguiente manera. Primero, se presenta el modelo BEKK, modelo que se utiliza para estimar las varianzas y covarianzas condicionales. Segundo, por medio del test de Wald se analiza la transmisión de volatilidades entre mercados. Por último, se estudian las varianzas y covarianzas condicionales estimadas.

6.1. Modelo Bekk

El análisis de transmisión de volatilidades se hace a partir de la estimación de un modelo BEKK(1,1)¹⁵, partiendo de los errores estimados en el modelo VECM no lineal (ecuación 6). El modelo BEKK es un modelo GARCH multivariante propuesto por Engle and Kroner (1995), que permite medir relaciones dinámicas entre las volatilidades de las variables:

$$H_t = CC' + A'e'_{t-1}e_{t-1}A + B'H_{t-1}B \quad (7)$$

donde C es una matriz triangular inferior 2x2, A y B son matrices cuadradas de los parámetros ARCH y GARCH respectivamente, también de tamaño 2x2 y H_t es la matriz de varianzas y covarianzas condicional. Por la forma en que está construido, este modelo asegura que la matriz de varianzas y covarianzas sea definida positiva. Su forma matricial es:

$$\begin{pmatrix} h_{11,t} & h_{12,t} \\ h_{21,t} & h_{22,t} \end{pmatrix} = CC' + A' \begin{pmatrix} e_{1,t-1}^2 & e_{1,t-1}e_{2,t-1} \\ e_{1,t-1}e_{2,t-1} & e_{2,t-1}^2 \end{pmatrix} A + B' \begin{pmatrix} h_{11,t-1} & h_{12,t-1} \\ h_{21,t-1} & h_{22,t-1} \end{pmatrix} B \quad (8)$$

$$C = \begin{bmatrix} c_{11} & 0 \\ c_{12} & c_{22} \end{bmatrix}, A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{bmatrix}, B = \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} \\ b_{21} & b_{22} \end{bmatrix}$$

El modelo se estima en dos etapas, en la primera etapa se estima el modelo VECM no lineal, ecuación (6). En la segunda, los residuos estimados en ese modelo, $\hat{e}_{i,t}$, se utilizan para estimar el BEKK(1,1). Como puede verse en las ecuaciones (7) y (8), la matriz de varianzas y covarianzas condicional (H_t) depende de su primer retardo, también depende del cuadrado de los residuos estimados y del producto cruzado de dichos residuos retardados también un periodo. Tras la estimación del modelo, se contrasta si los residuos estandarizados y sus cuadrados son ruido blanco y que no quede heteroscedasticidad condicional residual¹⁶. Para esto se realiza un contraste de

¹⁵Bollerslev, Chou, Kroner (1992) mostraron que especificar un GARCH(1,1) tiende a ser suficiente para encontrar estimaciones robustas para los parámetros.

¹⁶Los residuos estandarizados del modelo BEKK fueron calculados usando la siguiente formula $\hat{z}_t = H_t^{-0.5}\hat{e}_t$,siguiendo la metodología de Su y Huang 2010.

Ljung-box encontrando que para la mayoría de los casos no se rechaza la hipótesis nula de ausencia de autocorrelación en dichas series.¹⁷.

El mecanismo de transmisión de volatilidades entre el rendimiento de las acciones y el rendimiento del spread de CDS se da a través de los parámetros de las matrices A y B: $a_{12}, b_{12}, a_{21}, b_{21}$ ¹⁸. Estos parámetros permiten determinar si la volatilidad que presentó un activo en el momento $t-1$ afecta de forma significativa la volatilidad del otro activo el día t , ya sea que dicha transmisión de volatilidad se dé a través de la innovación del primer activo $e_{i,t-1}$ o su volatilidad pasada $h_{ii,t-1}$. La transmisión de volatilidad del rendimiento de las acciones al rendimiento del spread de CDS se evalúa con un test de Wald, se contrasta la hipótesis nula $a_{12} = b_{12} = 0$. De rechazarse dicha hipótesis se entenderá que existe transmisión de volatilidad. Para analizar la transmisión de volatilidad en la dirección opuesta se contrasta si $a_{21} = b_{21} = 0$ ¹⁹. Hafner and Herwartz (2008) muestran por medio de simulaciones de Monte Carlo que dicho contraste de causalidad en varianza para el modelo BEKK multivariante es más potente que la función de correlación cruzada (CCF) enfoque de dos etapas propuesto por Cheung and Ng (1996).

La Tabla 10 presenta el resumen del test de Wald para la transmisión de volatilidades. Las columnas 2 y 3 muestran para cuantas firmas hubo transmisión de volatilidades del rendimiento de las acciones al rendimiento del spread de CDS, mientras que las columnas 4 y 5 muestran la transmisión de volatilidades en dirección opuesta. Como se puede observar, no se encuentra evidencia significativa de transmisión de volatilidad entre mercados. Sólo para el 19 % de las firmas se encuentra transmisión de volatilidad del rendimiento de las acciones hacia el rendimiento del spread de CDS. En el caso contrario, sólo para el 12 % de las empresas, se encuentra que la volatilidad del cambio del spread de CDS se transmite a la volatilidad del rendimiento de las acciones²⁰.

A pesar de la escasa evidencia de transmisiones de volatilidad entre ambos mercados, si se observa para el rendimiento de las acciones como para el rendimiento del spread de CDS, una fuerte dependencia a su propia volatilidad pasada. Por último, se encuentra una fuerte integración de las volatilidades durante los periodos de estrés, principalmente durante la crisis subprime, llegando a su máximo durante la quiebra de Lehman Brothers. La Figura 1, muestra la varianza media del

¹⁷Dado que para la mayoría de las series no se rechazó la hipótesis nula de ruido blanco, para ahorrar espacio no se incluyeron los resultados del contraste de Ljung-box, aunque están disponibles de ser requeridos.

¹⁸Desarrollando completamente la ecuación (7), se puede ver más claro cómo se transmite la volatilidad entre el rendimiento del spread de las acciones y el rendimiento de las acciones.

¹⁹Para la elaboración del test de Wald se siguió la misma metodología presentada por Caporale, Ali, Spagnolo (2015)

²⁰Aun cuando los coeficientes a_{12}, b_{12} sean estadísticamente diferentes de cero de forma individual, su contribución para explicar la volatilidad del rendimiento del spread del CDS es relativamente pequeña, comparada con la capacidad explicativa de los parámetros asociados a las volatilidades pasadas de dicho activo. De igual forma ocurre para los coeficientes a_{21}, b_{21} que pueden ser estadísticamente diferentes de cero, pero bajo un test de significancia conjunta no aportan mayor información que un modelo restringido. Este resultado es diferente al encontrado por Meng, Gwilym, y Varas, J. (2009) quienes consideran que existe transmisión de volatilidad entre las acciones, bonos y CDS si los coeficientes que miden dicha transmisión de volatilidad son estadísticamente diferentes de cero.

rendimiento de las acciones, la varianza media del cambio en el spread de CDS y su respectiva covarianza media²¹.

Figura 1: BEKK - varianzas y covarianzas mercado (2007 - 2015)

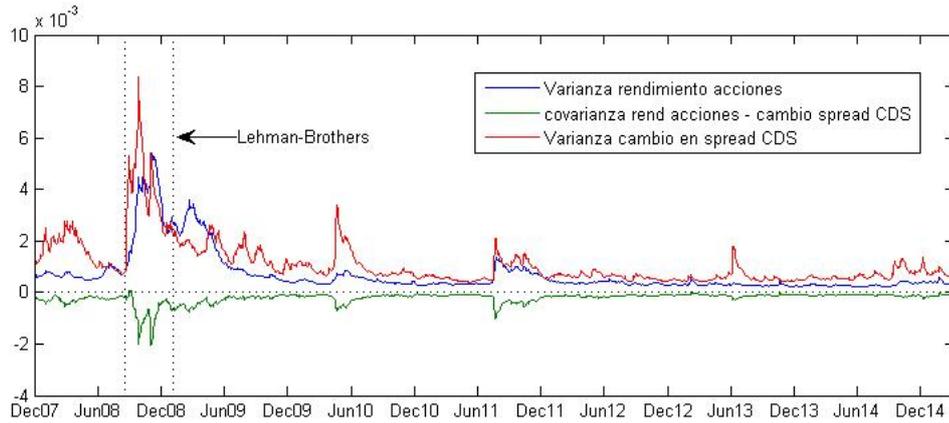


Tabla 10 Test de Wald: Transmisión de volatilidades

Nivel de Significancia	Rechazos de $H0_1$		Rechazos de $H0_2$	
	N	%	N	%
0.1	14	19 %	9	12 %
0.05	8	11 %	4	5 %
0.001	4	5 %	2	3 %

Finalmente, en la Tabla 11 se presentan la media y la mediana de todos los coeficientes estimados para las 75 firmas en el modelo BEKK:

Tabla 11: Modelo BEKK(1,1)											
Coef	c_{11}	c_{12}	c_{22}	a_{11}	a_{21}	a_{12}	a_{22}	b_{11}	b_{21}	b_{12}	b_{22}
Media	0,003	-0,002	0,004	0,243	0,007	-0,048	0,247	0,957	-0,004	0,017	0,941
Mediana	0,002	-0,001	0,003	0,239	0,005	-0,033	0,235	0,963	-0,001	0,012	0,962

²¹Las varianzas media y la covarianza media se calcularon sacando el promedio diario de las varianzas y covarianzas estimadas para todas las firmas.

7. Efecto de la crisis en la relación CDS-acciones

Tras haber analizado la *lead-lag relationship* entre las acciones y los CDS para toda la muestra, se realiza un análisis comparativo entre el periodo de crisis (2007-2010) y el periodo post-crisis (2011-2015). Esto se hace con el fin de determinar si la relación entre ambos mercados se vio afectada durante la crisis y si dicha relación ha cambiado después de esta.

7.1. Análisis comparativo de raíz unitaria.

Se comienza el análisis de la no estacionariedad de las series (Tabla 12). Se observa que después de la crisis, las series en niveles muestran una clara no estacionariedad, sólo para una serie del spread de CDS se rechaza la raíz unitaria a un nivel de significancia del 1%. Durante la crisis, aunque las series de acciones y de CDS también muestran evidencia de no estacionariedad, se encuentra que el *spread* de CDS es estacionario para 4 de las 75 firmas. En el mismo periodo, para otras dos empresas se rechaza la hipótesis nula de raíz unitaria para la serie de precios de sus cotizaciones, ambos resultados contrastados a un nivel de significancia del 1%. Es decir, que en ambos periodos, se encuentra evidencia de raíz unitaria en las series de acciones y de spread de CDS. Sin embargo, es mucho más marcada dicha no estacionariedad después de la crisis.

Tabla 12: Contraste raíz unitaria

Ho: Existe raíz unitaria	Periodo - Crisis				Periodo - Post-Crisis			
	Acciones		CDS		Acciones		CDS	
Total Firmas: 75	N	%	N	%	N	%	N	%
Nivel de significancia								
0.1	6	8%	30	40%	1	1%	5	7%
0.05	4	5%	19	25%	0	0%	3	4%
0.01	2	3%	4	5%	0	0%	1	1%

7.2. Análisis comparativo de cointegración.

Al analizar la relación de largo plazo entre el mercado accionario y el de CDS (Tabla 13), se observa mayor evidencia de cointegración durante el periodo de crisis en comparación al periodo después de la crisis. Al entrar a analizar cointegración para el periodo de crisis, se encuentran resultados muy similares entre el test de Johansen (1991) y el contraste de cointegración de Engel y Granger (1987). Ambos contrastes rechazan la no cointegración para el 79% de las firmas. Sin embargo, el contraste no lineal sólo detecta cointegración para 63% de las empresas. Esto se debe a que en este periodo de tiempo se encuentra menor evidencia de decaimiento no lineal de los errores estimados en la ecuación (3). En otras palabras, r es cercano a cero. Enders y Loudlow

(2002) muestran que cuanto más pequeño sea r , menor será la potencia de los contrastes. Esto lleva a un menor número de casos en los que se rechazan las hipótesis nulas para F_all y F_trig . El contraste de C^* es menos sensible al tamaño de r , por lo que en esta ocasión es dicho contraste el que detecta cointegración para la mayoría de las firmas (Tabla 14).

Después de la crisis no se encuentra evidencia tan fuerte de cointegración (Tabla 13). El test de Johansen (1991) rechaza la no cointegración para el 43 % de las compañías, mientras que el contraste de Engel y Granger (1987) rechaza la no cointegración para el 47 % de las firmas. Sin embargo, al analizar la cointegración no lineal (Tabla 15), se observa que el contraste de Enders y Loudlow (2002) encuentra cointegración para el 68 % de las firmas. Comparando los resultados entre ambos periodos, se observa una mayor integración de los mercados durante el periodo de crisis.

Tabla 13: Contrastes de cointegración lineal.

Test de Johansen				Test Engel y Granger				
Ho: Rango de cointegración es \leq a cero				Ho: ϵ_t tiene raíz unitaria				
H1: Rango de cointegración es $>$ a cero				H1: ϵ_t no tiene raíz unitaria				
Total Firmas: 75	Crisis		Post-crisis		Crisis		Post-crisis	
Nivel de signif.	No	%	No	%	No	%	No	%
0.1	59	79 %	32	43 %	59	79 %	35	47 %
0.05	49	65 %	19	25 %	47	63 %	26	35 %
0.01	39	52 %	8	11 %	32	43 %	10	13 %

Table 14: Contraste cointegración Enders y Loudlow. Periodo de Crisis.

F_all	Ho: $c^* = a_1^* = b_1^* = 0$									
F_trig	Ho: $a_1^* = b_1^* = 0$									
C^*	Ho: $c^* = 0$									
Nivel de Significancia	F_all		F_trig		F_all and F_trig		C^*		F_all o C^*	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
0.1	31	41 %	24	32 %	14	19 %	42	56 %	47	63 %
0.05	25	33 %	21	28 %	11	15 %	36	48 %	19	25 %
0.01	11	15 %	12	16 %	5	7 %	18	24 %	0	0 %

Table 15: Contraste cointegración Enders y Loudlow. Periodo Post-crisis.

F_all		Ho: $c^* = a_1^* = b_1^* = 0$									
F_trig		Ho: $a_1^* = b_1^* = 0$									
C*		Ho: $c^* = 0$									
Nivel de	F_all		F_trig		F_all and F_trig		C*		F_all o C*		
Significancia	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	
0.1	48	64 %	18	24 %	12	16 %	39	52 %	51	68 %	
0.05	33	44 %	13	17 %	7	9 %	23	31 %	18	24 %	
0.01	17	23 %	6	8 %	4	5 %	10	13 %	0	0 %	

7.3. Efecto de la crisis en la relación intertemporal entre el mercado de CDS y el mercado accionario.

Tras analizar cointegración, se entra a comparar los resultados del modelo VECM no lineal para ambos periodos. Primero, se halla evidencia significativa de una relación de largo plazo negativa entre el spread de CDS y el precio de las acciones. El parámetro β_1 es negativo para el 95 % de las firmas durante la crisis, después de la crisis dicho porcentaje aumenta al 97 % (Tabla 16).

Tabla 16: Coeficiente de le relación de largo plazo.

Periodo	Crisis		Post-crisis	
Nivel de	$\beta_1 < 0$		$\beta_1 < 0$	
Significancia	N	%	N	%
0.01	71	95 %	73	97 %

Segundo, al comparar si los rendimientos de las acciones o los rendimientos de los spreads de CDS responden a desequilibrios pasados, se observa una respuesta similar durante y después de la crisis (Tablas 17 a 20)²². Comenzando el análisis con los rendimiento de las acciones durante la crisis. Se observa que el 77 % de las firmas responden a desequilibrios pasados, dicha respuesta se encuentra tanto en el componente lineal, α_{11} , como en alguno no lineal, (α_{1j} $j=2,3$), en el 20 % de las compañías. Tras la crisis dichos porcentajes aumentan al 80 % y 24 % respectivamente. Por otro lado, al observar como el rendimiento del spread de CDS responde a desequilibrios pasados, (α_{2j} $j=1,2,3$), durante la crisis. Se encuentra una mayor respuesta frente a las acciones, el 99 % de las firmas responden a desequilibrios pasados, y para el 79 % de las empresas dicha respuesta se encuentra tanto en un componente lineal como en uno no lineal. Después de la crisis dichos porcentajes disminuyen al 95 % y 71 % respectivamente. Estos resultados, sugieren la presencia de causalidad en sentido débil bidireccional entre ambos mercados, donde dicha causalidad no se ve afectada durante la crisis ni después de esta.

²²Las Tablas 17, 18, 19 y 20 se presentan en los anexos de este documento.

Por último, se estudia la causalidad de Granger de corto plazo entre el mercado accionario y el de CDS (Tabla 21). Durante el periodo de crisis, se observa para el 85 % de las firmas que, a un nivel de significancia del 5 %, el rendimiento de las acciones causa el cambio en el spread del CDS. Tras la crisis, la capacidad explicativa de las acciones es aún mayor, pasando al 92 %, al mismo nivel de significancia. Por el contrario, durante la crisis, sólo para el 11 % de las firmas, el cambio en el spread del CDS causa los rendimientos de las acciones. Sin embargo, después de la crisis, dicho porcentaje pasa al 17 %. Como se puede observar, en el periodo post-crisis hay un mayor número de empresas para las que los CDS causan los rendimientos de las acciones. Esto puede deberse a que el mercado de CDS cada vez es más desarrollado y aporta más información al mercado accionario.

Tabla 21: Test Causalidad de Granger corto plazo

Periodo	Crisis (2007-2010)				Post-crisis (2011-2015)			
	Ec. ΔSP_t		Ec. ΔCDS_t		Ec. ΔSP_t		Ec. ΔCDS_t	
Nivel de Significancia	N	%	N	%	N	%	N	%
0.1	12	16 %	69	92 %	17	23 %	69	92 %
0.05	8	11 %	64	85 %	13	17 %	69	92 %
0.01	2	3 %	61	81 %	3	4 %	64	85 %

7.4. Análisis de transmisión de volatilidades.

Finalmente, se analiza la transmisión de volatilidad entre ambos mercados (Tablas 22, 23 y 24). Durante el periodo de crisis no se encuentra evidencia significativa de que haya transmisión de volatilidades. Sólo para 6 de 75 firmas se halla evidencia de transmisión de volatilidad del rendimiento de las acciones a la volatilidad del cambio del spread de CDS. Para igual número de empresas se encuentra transmisión de volatilidad en dirección contraria. Sin embargo, la covarianza entre ambos mercados muestra un fuerte aumento en valor absoluto durante el periodo de crisis, llegando a su máximo después de la quiebra de Lehman Brothers. Esto puede indicar que existe una reacción simultánea de las volatilidades de ambos mercados durante este periodo y que la volatilidad pasada de cada variable es suficiente para explicar su futuro.

En el periodo post-crisis, se observa una mayor transmisión de volatilidades entre ambos mercados. Para el 23 % de las empresas se encuentra evidencia de transmisión de volatilidad del rendimiento de las acciones al cambio en el spread de CDS y se halla transmisión de volatilidad en el sentido contrario para el 17 % de ellas. Aunque aún es bajo el porcentaje de firmas para las cuales se encuentra transmisión de volatilidad, el dato si es significativamente mayor al encontrado para el periodo de crisis. También en este caso se encuentra una alta covarianza entre las volatilidades durante los periodos de estrés.

Por último, las Figuras 2 y 3 que se presentan en los anexos, para el periodo de crisis y post-crisis, muestran la varianza media del rendimiento de las acciones, la varianza media del cambio en el spread de CDS y su respectiva covarianza media.

Tabla 22: Test de Wald Transmisión de volatilidades

$H0_1: a_{12} = b_{12} = 0.$								
$H0_2: a_{21} = b_{21} = 0.$								
Periodo	Crisis (2007-2010)				Post-crisis (2011-2015)			
Nivel de Significancia	Rechazos de $H0_1$		Rechazos de $H0_2$		Rechazos de $H0_1$		Rechazos de $H0_2$	
	N	%	N	%	N	%	N	%
0.1	6	8 %	6	8 %	17	23 %	9	12 %
0.05	3	4 %	5	7 %	14	19 %	5	7 %
0.001	3	4 %	3	4 %	11	15 %	3	4 %

Tabla 23: Modelo BEKK(1,1) Periodo Crisis

Coef	c_{11}	c_{12}	c_{22}	a_{11}	a_{21}	a_{12}	a_{22}	b_{11}	b_{21}	b_{12}	b_{22}
Media	0,003	0,003	0,009	0,281	0,036	0,073	0,269	0,947	0,019	0,027	0,911
Mediana	0,003	0,003	0,009	0,278	0,021	0,045	0,248	0,954	0,009	0,015	0,927

Tabla 24: Modelo BEKK(1,1) Periodo Post-crisis

Coef	c_{11}	c_{12}	c_{22}	a_{11}	a_{21}	a_{12}	a_{22}	b_{11}	b_{21}	b_{12}	b_{22}
Media	0,004	-0,001	0,006	0,245	-0,007	-0,055	0,267	0,899	-0,001	-0,005	0,879
Mediana	0,003	-0,001	0,005	0,242	-0,007	-0,045	0,253	0,944	0,000	0,003	0,923

Finalmente, es importante destacar las principales diferencias y similitudes encontradas para la muestra completa frente a las dos submuestras (crisis y post-crisis). Primero, se comienza comparando la relación de largo plazo entre las acciones y los CDS. Se encuentra que tanto para los dos subperiodos como para la muestra completa la relación de largo plazo entre las acciones y los CDS es negativa. Segundo, se analiza la respuesta a desequilibrios pasados, encontrando causalidad en sentido débil bidireccional entre ambos mercados, dicho resultado se obtiene para las dos submuestras como para la muestra completa. Tercero, al comparar los resultados obtenidos al analizar la causalidad de Granger de corto plazo entre el mercado accionario y el de CDS, se observa que el mercado de CDS durante la crisis tiene un bajo nivel predictivo frente al encontrado para toda la muestra. Sin embargo, después de la crisis se encuentra un mayor número de empresas para las que los CDS causan los rendimientos de las acciones, resultado que es similar al hallado en toda la muestra. Lo que puede indicar que con el paso del tiempo el mercado de CDS es más líquido y desarrollado, por lo que aporta más información al mercado accionario. Por último, al

analizar la transmisión de volatilidad entre ambos mercados, se observa una baja transmisión de volatilidad durante la crisis en comparación a toda la muestra y el periodo post-crisis. Esto puede deberse a que durante la crisis ambos mercados respondían de forma simultánea en volatilidad, por lo que sus respectivas volatilidades pasadas son suficientes para explicar su futuro.

8. Conclusiones.

En la presente tesina, se investiga la relación entre el mercado accionario y el mercado de CDS para una muestra de 75 firmas que transan en el mercado estadounidense. El objetivo es analizar la *lead-lag relationship* entre ambos mercados, así como la transmisión de volatilidades entre el rendimiento de las acciones y el cambio en el spread de CDS. El análisis se hace para el periodo comprendido entre el 2007 y 2015. Adicionalmente, se analiza en qué medida la relación entre mercados se ha visto afectada por la crisis financiera global.

Primero, se analiza la relación dinámica entre el rendimiento de las acciones y el cambio en el spread de los CDS, utilizando un modelo de corrección de error no lineal. Los resultados muestran una relación negativa de largo plazo entre ambos mercados. Segundo, se encuentra fuerte evidencia de causalidad en sentido de Granges de las acciones hacia el mercado de CDS, resultados consistentes con los obtenidos por Norden y Weber (2009) . Tercero, no se encuentra evidencia significativa transmisión de volatilidad entre mercados. Sin embargo, se observa un aumento significativo de la covarianza durante los periodos de alta volatilidad de los mercados, encontrándose valores particularmente altos tras la quiebra de Lehman Brothers.

Al analizar la incidencia de la crisis, se encuentra una mejora en el cambio del spread de CDS para pronosticar el rendimiento de las acciones durante el periodo post-crisis en comparación del periodo de crisis. Esto puede deberse al aumento de liquidez en dicho mercado como a su continuo desarrollo. Sin embargo, el rendimiento de las acciones sigue teniendo el papel de líder al momento de pronosticar el cambio en el spread de los CDS. Al entrar a analizar las volatilidades, se observa una mayor transmisión de volatilidades entre ambos mercados durante el periodo post-crisis. Sin embargo, durante el periodo de crisis se ve reacción simultanea de las volatilidades, al mismo tiempo se observa que la covarianza entre el rendimiento de las acciones y el cambio en el spread de los CDS aumenta durante dicho periodo, mostrando valores significativamente altos tras la quiebra de Lehman Brothers.

Finalmente, sería interesante analizar en un próximo trabajo, la evolución de ambos mercados desde antes de la crisis. También se podría discriminar los resultados teniendo en cuenta, el sector, tamaño de la empresa o calidad de la deuda. Por último, sería interesante estudiar la relación entre ambos mercados bajo distintos regímenes de volatilidad.

9. Bibliografía

Referencias

- [1] A Belke and C Gokus. Volatility patterns of cds, bond and stock markets before and during the financial crisis. *Economics Papers*, 2011.
- [2] Spagnolo Caporale, Ali. Exchange rate uncertainty and international portfolio flows: A multivariate garch in mean approach. *Journal of International Money and Finance*, 2015.
- [3] M.T. Corzo, J. Gómez, and L Lazcano. Financial crises and the transfer of risk between the private and public sectors:evidence from european financial markets. *The Spanish Review of Financial Economics*, 2013.
- [4] W. Enders and J. Loudlow. Non linear decay: Tests for an attractor using a fourier approximation. *Working Paper 01-02-02, University of Alabama.*, 2002.
- [5] I. Figuerola Ferretti and L. Paraskevopoulos. Pairing market risk with credit risk. *Universidad Carlos III de Madrid*, 2011.
- [6] H.G. Fung, G.E. Sierra, Jau. Yau, and G. Zhang. Are the u.s. stock market and credit default swap market related? evidence from the cdx indices. *The Journal of Alternative Investments*, 2008.
- [7] E. Granger. Cointegration and error correction: representation, estimation and testing. *Econometrica* 55, 251 - 276, 1987.
- [8] G. Granger. Estimation of common long memory components in cointegrated systems. *Journal of Business and Economics Statistics* 13, 27-35, 1995.
- [9] C.M Hafner and H Herwartz. Working paper "testing for causality in variance using multivariate garch models". *Econstor*, 2004.
- [10] S. Hammoudeh, T. Liu, C. Chang, and M. McAleer. Risk spillovers in oil related cds, stock and credit markets. *ScienceDirect*, 2011.
- [11] J.A Jimenez and M.D Robles. Ppp: Delusion or reality? evidence from a non-linear analysis. *Open Economies Reviews*, 2009.
- [12] S. Kim and Y. Kim. Nonlinear dynamic relations between equity return and equity fund flow: Korean market empirical evidence. *Asian Pacific Journal of Financial Studies*, 2010.
- [13] S.D Koseoglu. The transmission of volatility between the cds spreads and equity returns before, during and after the global financial crisis: Evidence from turkey. *ISBN*, 2013.

- [14] V. Madhavan. Nonlinearity in investment grade credit default swap (cds) indices of us and europe: Evidence from bds and close returns tests. *Global Finance Journal, Vol. 24, No. 3, 2013*, 2013.
- [15] L. Meng, Gwilym O.Ap, and J. Varas. Volatility transmission among the cds, equity, and bond markets. *Institutional Investor Journals*, 2009.
- [16] P.K. Narayan. An analysis of sectoral equity and cds spreads. *Journal of International Financial Markets, Institutions & Money*, 2015.
- [17] L. Norden and M. Weber. The comovement of credit default swap, bond and stock markets: an empirical analysis. *Eur. Financ. Manage. 15, 529-562*, 2009.
- [18] FEDERAL RESERVE BANK of ST. LOUIS. The financial crisis, full timeline. *Recuperado el 6 de Julio, 2015: <https://www.stlouisfed.org/financial-crisis/full-timeline>*, 2011.
- [19] P. Rothman. Forecasting asymmetric unemployment rates. *Rev Econ Stat 80:164 168*, 1998.
- [20] P. Silva, P. Rebelo, and C. Afonso. Tail dependence of financial stocks and cds markets: Evidence using copula methods and simulation-based inference. *Economics*, 2013.
- [21] W. Su and Y. Huang. Comparison of multivariate garch models with application to zero coupon bond volatility. *University of Lund*, 2010.
- [22] P. Trutwein and D. Schiereck. The fast and the furious: Stock returns and cds of financial institutions under stress. *J. Int. Financ. Markets Inst. Money 21, 157 175*, 2011.
- [23] H. White. Consequences and detection of misspecified nonlinear regression models. *Journal of the American Statistical Association*, 1981.
- [24] J Wooldridge. *Introducción a la econometría. Un enfoque moderno*. Thomson, 2007.

Anexos.

I. Resumen descriptivo datos

Tabla I.1 Estadísticos descriptivos de los rendimientos de las acciones

	Periodo	Promedio	Max	Min
Media	Total	0,0002	0,0010	-0,0010
	2007-2010	-0,0002	0,0011	-0,0024
	2010-2015	0,0004	0,0021	-0,0012
Mediana	Total	0,0004	0,0015	-0,0005
	2007-2010	0,0002	0,0031	-0,0021
	2010-2015	0,0005	0,0015	-0,0008
Desv Tipica	Total	0,0259	0,0520	0,0114
	2007-2010	0,0339	0,0762	0,0141
	2010-2015	0,0177	0,0352	0,0090
Curtosis	Total	10,0512	49,4324	3,0238
	2007-2010	5,9864	24,1302	1,8977
	2010-2015	5,7275	65,5855	1,3015
Asimetria	Total	-0,1235	1,6935	-1,0500
	2007-2010	-0,0777	0,8525	-1,0512
	2010-2015	-0,1757	3,4470	-1,7515

Tabla I.2 Estadísticos descriptivos de los rendimientos logarítmicos de los spread de los CDS

	Periodo	Promedio	Max	Min
Media	Total	0,0000	0,0017	-0,0009
	2007-2010	0,0007	0,0020	-0,0010
	2010-2015	-0,0005	0,0022	-0,0019
Mediana	Total	0,0000	0,0000	0,0000
	2007-2010	0,0000	0,0000	0,0000
	2010-2015	0,0000	0,0001	-0,0001
Desv Tipica	Total	0,0331	0,0543	0,0228
	2007-2010	0,0423	0,0733	0,0254
	2010-2015	0,0240	0,0574	0,0189
Curtosis	Total	21,9095	79,7150	7,2701
	2007-2010	14,6822	45,5137	4,6610
	2010-2015	17,7126	165,0279	4,4203
Asimetria	Total	0,8020	3,5942	-2,2830
	2007-2010	0,6148	3,1973	-2,2846
	2010-2015	0,8665	6,8166	-9,0743

Periodo	Total	2007-2010	2011-2015
Correlación	-0,217	-0,195	-0,277

II Tablas periodo completo de estudio.

II.I Coeficientes modelo VECM no lineal.

Tabla resumen de los coeficientes de las matrices Φ_i de la ecuación (6), modelo VECM no lineal, donde $\Phi_i = \begin{pmatrix} \rho_{11} & \rho_{12} \\ \rho_{21} & \rho_{22} \end{pmatrix}$. Dicho modelo consiste en dos ecuaciones, cuyas variables dependientes son el rendimiento de las acciones: ΔSP_t y el rendimiento o cambio en el spread de CDS: ΔCDS_t . La columna uno muestra las variables dependientes, la columna 2 y 4 muestran las variables explicativas y su coeficiente asociado respectivamente, la columna 3 muestra el rezago de la variable explicativa. Las columnas 6 y 7 muestran la media y mediana respectivamente de los coeficientes estimados. Finalmente las columnas 7, 8, 9 muestran el número de firmas para las cuales el coeficiente es estadísticamente diferente de cero bajo los niveles de significancia normalmente utilizados.

Resultados de estimación de parámetros de las matrices Φ_i de modelo VECM no lineal.								
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
Dep Var	Indep Var	Lags	coef	Media	Mediana	0.1	0.05	0.01
ΔSP_t	ΔSP_{t-1}	t-1	$\rho_{11,t-1}$	-0,042	-0,038	38	35	27
ΔSP_t	ΔCDS_{t-1}	t-1	$\rho_{12,t-1}$	-0,006	-0,001	15	13	7
ΔCDS_t	ΔSP_{t-1}	t-1	$\rho_{21,t-1}$	-0,200	-0,198	74	74	74
ΔCDS_t	ΔCDS_{t-1}	t-1	$\rho_{22,t-1}$	0,133	0,147	70	70	69
ΔSP_t	ΔSP_{t-2}	t-2	$\rho_{11,t-2}$	-0,036	-0,040	12	11	10
ΔSP_t	ΔCDS_{t-2}	t-2	$\rho_{12,t-2}$	-0,003	-0,007	4	4	4
ΔCDS_t	ΔSP_{t-2}	t-2	$\rho_{21,t-2}$	-0,085	-0,069	18	17	13
ΔCDS_t	ΔCDS_{t-2}	t-2	$\rho_{22,t-2}$	0,043	0,037	11	9	8
ΔSP_t	ΔSP_{t-3}	t-3	$\rho_{11,t-3}$	0,006	0,003	4	3	3
ΔSP_t	ΔCDS_{t-3}	t-3	$\rho_{12,t-3}$	0,052	0,051	8	7	6
ΔCDS_t	ΔSP_{t-3}	t-3	$\rho_{21,t-3}$	-0,019	0,000	7	7	5
ΔCDS_t	ΔCDS_{t-3}	t-3	$\rho_{22,t-3}$	0,019	0,024	6	4	2
ΔSP_t	ΔSP_{t-4}	t-4	$\rho_{11,t-4}$	0,029	0,031	0	0	0
ΔSP_t	ΔCDS_{t-4}	t-4	$\rho_{12,t-4}$	0,006	0,004	0	0	0
ΔCDS_t	ΔSP_{t-4}	t-4	$\rho_{21,t-4}$	-0,080	-0,101	2	2	2
ΔCDS_t	ΔCDS_{t-4}	t-4	$\rho_{22,t-4}$	0,013	0,014	1	1	0

III Tablas periodo crisis y post-crisis.

III.I Tablas resumen Test Causalidad de Granger largo plazo. Periodos de crisis y post-crisis.

Tabla 17: Test Causalidad de Granger largo plazo. Periodo - Crisis								
Resumen Contrastes de significancia individual para α_{1j}								
Coeficientes asociados a ecuación del rendimiento de las acciones								
	IND		LINEAL		NO LINEAL		L/NL	
Nivel de	$\alpha_{11}, \alpha_{12}, \alpha_{13}$		α_{11}		α_{12}, α_{13}		$\alpha_{11}, \alpha_{12}, \alpha_{13}$	
Significancia	N	%	N	%	N	%	N	%
0.1	58	77 %	19	25 %	54	72 %	15	20 %
0.05	43	57 %	14	19 %	40	53 %	11	15 %
0.01	40	53 %	9	12 %	38	51 %	7	9 %

Tabla 18: Test Causalidad de Granger largo plazo. Periodo - Crisis								
Resumen Contrastes de significancia individual para α_{2j}								
Coeficientes asociados a ecuación del rendimiento del spread de CDS								
	IND		LINEAL		NO LINEAL		L/NL	
Nivel de	$\alpha_{11}, \alpha_{12}, \alpha_{13}$		α_{11}		α_{12}, α_{13}		$\alpha_{11}, \alpha_{12}, \alpha_{13}$	
Significancia	N	%	N	%	N	%	N	%
0.1	74	99 %	65	87 %	68	91 %	59	79 %
0.05	73	97 %	57	76 %	60	80 %	44	59 %
0.01	68	91 %	53	71 %	55	73 %	40	53 %

Tabla 19: Test Causalidad de Granger largo plazo. Periodo - Post-crisis								
Resumen Contrastes de significancia individual para α_{1j}								
Coeficientes asociados a ecuación del rendimiento de las acciones								
	IND		LINEAL		NO LINEAL		L/NL	
Nivel de	$\alpha_{11}, \alpha_{12}, \alpha_{13}$		α_{11}		α_{12}, α_{13}		$\alpha_{11}, \alpha_{12}, \alpha_{13}$	
Significancia	N	%	N	%	N	%	N	%
0.1	60	80 %	20	27 %	58	77 %	18	24 %
0.05	54	72 %	15	20 %	51	68 %	12	16 %
0.01	48	64 %	12	16 %	45	60 %	9	12 %

Tabla 20: Test Causalidad de Granger largo plazo. Periodo - Post-crisis

Resumen Contrastes de significancia individual para α_{2j}								
Coeficientes asociados a ecuación del rendimiento del spread de CDS								
	IND		LINEAL		NO LINEAL		L/NL	
Nivel de Significancia	$\alpha_{11}, \alpha_{12}, \alpha_{13}$		α_{11}		α_{12}, α_{13}		$\alpha_{11}, \alpha_{12}, \alpha_{13}$	
	N	%	N	%	N	%	N	%
0.1	71	95 %	63	84 %	61	81 %	53	71 %
0.05	68	91 %	57	76 %	56	75 %	45	60 %
0.01	61	81 %	47	63 %	50	67 %	36	48 %

III.II Tabla resumen coeficientes VECM no lineal, para los periodos de crisis y post-crisis respectivamente.

Tabla 25: Estimación VECM no lineal Periodo Crisis

Resultados de estimación de parametros de las matrices Φ_i de modelo VECM no lineal.								
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
Dep Var	Indep Var	Lags	coef	Media	Mediana	0.1	0.05	0.01
ΔSP_t	ΔSP_{t-1}	t-1	$\rho_{11,t-1}$	-0,0483	-0,0451	34	26	23
ΔSP_t	ΔCDS_{t-1}	t-1	$\rho_{12,t-1}$	-0,0071	-0,0007	15	11	9
ΔCDS_t	ΔSP_{t-1}	t-1	$\rho_{21,t-1}$	-0,1888	-0,1949	69	66	64
ΔCDS_t	ΔCDS_{t-1}	t-1	$\rho_{22,t-1}$	0,1590	0,1702	71	71	69
ΔSP_t	ΔSP_{t-2}	t-2	$\rho_{11,t-2}$	-0,0890	-0,0830	5	5	4
ΔSP_t	ΔCDS_{t-2}	t-2	$\rho_{12,t-2}$	-0,0226	-0,0220	2	1	0
ΔCDS_t	ΔSP_{t-2}	t-2	$\rho_{21,t-2}$	-0,0739	-0,0524	3	2	2
ΔCDS_t	ΔCDS_{t-2}	t-2	$\rho_{22,t-2}$	0,0429	0,0264	1	1	1
ΔSP_t	ΔSP_{t-3}	t-3	$\rho_{11,t-3}$	0,0851	0,0851	1	1	1
ΔSP_t	ΔCDS_{t-3}	t-3	$\rho_{12,t-3}$	0,0406	0,0406	1	1	0
ΔCDS_t	ΔSP_{t-3}	t-3	$\rho_{21,t-3}$	0,0265	0,0265	1	1	1
ΔCDS_t	ΔCDS_{t-3}	t-3	$\rho_{22,t-3}$	0,0713	0,0713	2	1	1

Tabla 26 Estimación VECM no lineal. Periodo Poscrisis

Resultados de estimación de parámetros de las matrices Φ_i de modelo VECM no lineal.								
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
Dep Var	Indep Var	Lags	coef	Media	Mediana	0.1	0.05	0.01
ΔSP_t	ΔSP_{t-1}	t-1	$\rho_{11,t-1}$	-0,032	-0,029	21	13	10
ΔSP_t	ΔCDS_{t-1}	t-1	$\rho_{12,t-1}$	0,005	0,007	9	8	2
ΔCDS_t	ΔSP_{t-1}	t-1	$\rho_{21,t-1}$	-0,209	-0,197	73	73	72
ΔCDS_t	ΔCDS_{t-1}	t-1	$\rho_{22,t-1}$	0,088	0,110	55	54	54
ΔSP_t	ΔSP_{t-2}	t-2	$\rho_{11,t-2}$	0,044	0,044	12	9	6
ΔSP_t	ΔCDS_{t-2}	t-2	$\rho_{12,t-2}$	0,007	0,007	3	1	0
ΔCDS_t	ΔSP_{t-2}	t-2	$\rho_{21,t-2}$	-0,090	-0,083	22	22	17
ΔCDS_t	ΔCDS_{t-2}	t-2	$\rho_{22,t-2}$	0,061	0,074	24	21	16
ΔSP_t	ΔSP_{t-3}	t-3	$\rho_{11,t-3}$	-0,032	-0,037	1	1	1
ΔSP_t	ΔCDS_{t-3}	t-3	$\rho_{12,t-3}$	0,042	0,037	3	2	1
ΔCDS_t	ΔSP_{t-3}	t-3	$\rho_{21,t-3}$	-0,037	-0,027	4	3	3
ΔCDS_t	ΔCDS_{t-3}	t-3	$\rho_{22,t-3}$	0,012	0,001	1	1	1
ΔSP_t	ΔSP_{t-4}	t-4	$\rho_{11,t-4}$	0,041	0,041	2	2	1
ΔSP_t	ΔCDS_{t-4}	t-4	$\rho_{12,t-4}$	0,019	0,020	0	0	0
ΔCDS_t	ΔSP_{t-4}	t-4	$\rho_{21,t-4}$	-0,051	-0,047	3	2	1
ΔCDS_t	ΔCDS_{t-4}	t-4	$\rho_{22,t-4}$	0,014	0,004	1	0	0

IV Figuras varianzas y covarianzas.

Figura 2: BEKK - varianzas y covarianzas mercado (2007 - 2010)

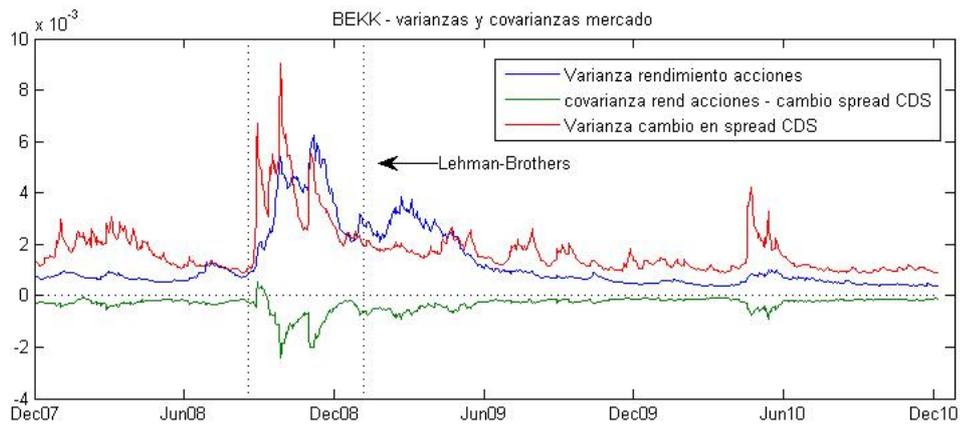


Figura 3: BEKK - varianzas y covarianzas mercado (2011 - 2015)

