



UNIVERSITAT DE  
BARCELONA

## ***Hedge Funds: Inferencia del riesgo en un escenario real de estrés severo***

Raül Martínez Buixeda

**ADVERTIMENT.** La consulta d'aquesta tesi queda condicionada a l'acceptació de les següents condicions d'ús: La difusió d'aquesta tesi per mitjà del servei TDX ([www.tdx.cat](http://www.tdx.cat)) i a través del Dipòsit Digital de la UB ([diposit.ub.edu](http://diposit.ub.edu)) ha estat autoritzada pels titulars dels drets de propietat intel·lectual únicament per a usos privats emmarcats en activitats d'investigació i docència. No s'autoritza la seva reproducció amb finalitats de lucre ni la seva difusió i posada a disposició des d'un lloc aliè al servei TDX ni al Dipòsit Digital de la UB. No s'autoritza la presentació del seu contingut en una finestra o marc aliè a TDX o al Dipòsit Digital de la UB (framing). Aquesta reserva de drets afecta tant al resum de presentació de la tesi com als seus continguts. En la utilització o cita de parts de la tesi és obligat indicar el nom de la persona autora.

**ADVERTENCIA.** La consulta de esta tesis queda condicionada a la aceptación de las siguientes condiciones de uso: La difusión de esta tesis por medio del servicio TDR ([www.tdx.cat](http://www.tdx.cat)) y a través del Repositorio Digital de la UB ([diposit.ub.edu](http://diposit.ub.edu)) ha sido autorizada por los titulares de los derechos de propiedad intelectual únicamente para usos privados enmarcados en actividades de investigación y docencia. No se autoriza su reproducción con finalidades de lucro ni su difusión y puesta a disposición desde un sitio ajeno al servicio TDR o al Repositorio Digital de la UB. No se autoriza la presentación de su contenido en una ventana o marco ajeno a TDR o al Repositorio Digital de la UB (framing). Esta reserva de derechos afecta tanto al resumen de presentación de la tesis como a sus contenidos. En la utilización o cita de partes de la tesis es obligado indicar el nombre de la persona autora.

**WARNING.** On having consulted this thesis you're accepting the following use conditions: Spreading this thesis by the TDX ([www.tdx.cat](http://www.tdx.cat)) service and by the UB Digital Repository ([diposit.ub.edu](http://diposit.ub.edu)) has been authorized by the titular of the intellectual property rights only for private uses placed in investigation and teaching activities. Reproduction with lucrative aims is not authorized nor its spreading and availability from a site foreign to the TDX service or to the UB Digital Repository. Introducing its content in a window or frame foreign to the TDX service or to the UB Digital Repository is not authorized (framing). Those rights affect to the presentation summary of the thesis as well as to its contents. In the using or citation of parts of the thesis it's obliged to indicate the name of the author.

# *Hedge Funds*: Inferencia del riesgo en un escenario real de estrés severo

Doctorado en Empresa



Barcelona 2015

Autor: Raül Martínez Buixeda

Directores: Antonio Alegre Escolano  
José B. Sáez Madrid

# ÍNDICE

Introducción	(p.8)
Capítulo 1. Introducción a los <i>hedge funds</i>	(p.10)
1. Definición de <i>hedge fund</i>	(p.10)
1.1. Gestión activa del <i>portfolio</i>	(p.11)
1.2. Política flexible de inversión	(p.11)
1.3. Estructuras legales de inversión inusuales	(p.11)
1.4. Liquidez limitada	(p.11)
1.5. Tratamiento diferenciado de las comisiones y alta implicación del manager	(p.12)
1.6. Rentabilidad Absoluta	(p.12)
1.7. Transparencia limitada	(p.12)
1.8. Estrategias no escalables	(p.12)
1.9. <i>Base investment</i> : inversor cualificado	(p.13)
2. Estrategias <i>hedge</i>	(p.13)
2.1. Arbitraje o <i>Relative Value</i>	(p.13)
2.1.1. <i>Convertible Arbitrage</i>	(p.14)
2.1.2. <i>Equity Market Neutral</i>	(p.14)
2.1.3. <i>Fixed Income Arbitrage</i>	(p.15)
2.2. <i>Dedicated Short Bias</i>	(p.15)
2.3. <i>Emerging Markets</i>	(p.16)
2.4. <i>Event Driven</i>	(p.16)
2.4.1. <i>Distressed Securities</i>	(p.16)

2.4.2. <i>Risk Arbitrage (M&amp;A Arbitrage)</i>	(p.17)
2.4.3. <i>Event Driven Multi-Strategy</i>	(p.17)
2.5. <i>Global Macro</i>	(p.18)
2.6. <i>Long Short Equity</i>	(p.18)
2.7. <i>Managed Futures (CTA)</i>	(p.18)
2.8. <i>Multi-Strategy</i>	(p.18)
3. Momentos centrales de orden superior en el riesgo <i>hedge</i>	(p.19)

## Capítulo 2. Mixtura de dos distribuciones Normales: método de los momentos con estimadores muestrales no sesgados

	(p.21)
1. Introducción	(p.21)
2. Estimadores no sesgados de los momentos	(p.23)
2.1. Estimadores no sesgados de los cuatro primeros momentos	(p.23)
2.2. Estimador no sesgado del quinto momento central	(p.24)
3. Análisis de la sensibilidad de los estimadores no sesgados de los momentos centrales	(p.26)
3.1. Tamaño mínimo de la muestra	(p.28)
3.2. Comportamiento del sesgo	(p.29)
4. Evidencia empírica de la transcendencia del sesgo	(p.31)
4.1. Particularidades de la metodología de cálculo	(p.31)
4.2. Restricciones en las soluciones del sistema de ecuaciones	(p.31)
4.3. Valores iniciales	(p.32)
4.4. Contraste de similitud entre mixturas	(p.32)
4.5. Resultado obtenido para una muestra estresada de 40 observaciones	(p.33)
4.6. Resultado obtenido para una muestra estresada de 11 observaciones	(p.39)

4.7. Analisis de los resultados (p.42)

### Capítulo 3. Acotación temporal del escenario de estrés *subprime* (p.45)

1. Condiciones de estrés severo: la crisis *subprime* (p.45)

2. El *TED spread* (p.45)

3. La descomposición del *TED spread* (p.45)

3.1 *Liquidity spread*: indicador del riesgo de liquidez del mercado interbancario norteamericano (p.47)

3.2. *Credit spread*: indicador del riesgo de crédito del mercado interbancario norteamericano (p.48)

4. Evolución del *TED spread* (p.48)

4.1. Comportamiento de los diferenciales de liquidez y crédito del mercado interbancario norteamericano en el periodo *pre-subprime* (p.49)

4.2. Comportamiento de los diferenciales de liquidez y crédito del mercado interbancario norteamericano en el periodo *subprime* (p.50)

4.3. Comportamiento de los diferenciales de liquidez y crédito del mercado interbancario norteamericano en el periodo “pre-Grecia” (p.52)

4.4. Comportamiento de los diferenciales de liquidez y crédito del mercado interbancario norteamericano en el periodo “Grecia” (p.53)

4.5. Comportamiento de los diferenciales de liquidez y crédito del mercado interbancario norteamericano en el periodo “post-Grecia” (p.55)

4.6. Análisis del comportamiento de los diferenciales de liquidez y crédito del mercado interbancario norteamericano 24 de noviembre de 2003 – 23 de enero de 2015 (p.56)

### Capítulo 4. Análisis del riesgo de las estrategias *hedge*: inferencia en condiciones de estrés *subprime* (p.58)

1. Introducción (p.58)

2. El impacto del sesgo en la estimación del riesgo de las estrategias *hedge* durante la crisis *subprime* (p.58)

2.1. Datos de análisis	(p.59)
2.2. Resultado obtenido para la estrategia <i>Convertible Arbitrage</i>	(p.59)
2.3. Resultado obtenido para la estrategia <i>Dedicated Short Bias</i>	(p.63)
2.4. Resultado obtenido para la estrategia <i>Distressed Securities</i>	(p.66)
2.5. Resultado obtenido para la estrategia <i>Emerging Markets</i>	(p.69)
2.6. Resultado obtenido para la estrategia <i>Fixed Income Arbitrage</i>	(p.75)
2.7. Resultado obtenido para la estrategia <i>Global Macro</i>	(p.81)
2.8. Resultado obtenido para la estrategia <i>Long Short Equity</i>	(p.87)
2.9. Resultado obtenido para la estrategia <i>Managed Futures (CTA)</i>	(p.93)
2.10. Resultado obtenido para la estrategia <i>Risk Arbitrage (M&amp;A Arbitrage)</i>	(p.96)
2.11. Análisis de los resultados	(p.102)
3. Mixtura de referencia única en estrategias con solución doble: solución “óptima”	(p.104)
3.1. Combinación lineal convexa de las mixturas no sesgadas de estrategias con solución doble	(p.104)
3.2. Solución “óptima”	(p.105)
3.3. Resultado obtenido para la estrategia <i>Emerging Markets</i>	(p.106)
3.4. Resultado obtenido para la estrategia <i>Fixed Income Arbitrage</i>	(p.107)
3.5. Resultado obtenido para la estrategia <i>Global Macro</i>	(p.108)
3.6. Resultado obtenido para la estrategia <i>Long Short Equity</i>	(p.109)
3.7. Resultado obtenido para la estrategia <i>Risk Arbitrage (M&amp;A Arbitrage)</i>	(p.111)
4. Análisis del riesgo <i>hedge</i> en el periodo <i>subprime</i>	(p.112)
4.1. Riesgo extremo	(p.112)
4.2. Riesgo <i>absolute return</i>	(p.115)
4.3. Comparativa periodo pre- <i>subprime</i> vs periodo <i>subprime</i>	(p.118)
4.3.1. Dinámica del riesgo extremo	(p.127)

4.3.2. Dinámica del riesgo <i>absolute return</i>	(p.130)
4.4. <i>Risk-retun trade-off</i> en el periodo <i>subprime</i>	(p.133)
4.5. Dinámica del <i>risk-retun trade-off</i>	(p.135)
<b>Conclusiones</b>	(p.137)
<b>Bibliografía</b>	(p.142)
<b>Anexo 1. Momentos de una distribución Normal</b>	(p.145)
1. Función generadora de momentos	(p.145)
1.1. Función generadora de momentos de una distribución Normal estándar	(p.146)
1.2. Función generadora de momentos de una distribución Normal	(p.146)
2. Momentos ordinarios de una distribución Normal	(p.146)
<b>Anexo 2. Mixtura de dos distribuciones Normales por el Método de los Momentos</b>	(p.148)
1. Mixtura de distribuciones por el Método de los Momentos	(p.148)
2. Método de los Momentos para dos distribuciones Normales	(p.149)
<b>Anexo 3. Estimador no sesgado de la <i>kurtosis</i>: Corrección del error de Ben Klemens (2009) p.9</b>	(p.153)
1. Estimador no sesgado de $\sigma^4$	(p.153)
2. Estimador no sesgado de $K$	(p.156)

Anexo 4. Estimador no sesgado del quinto momento central (p.158)

1. Estimador no sesgado  $F_{\bar{X}}$  (p.158)
2. Estimador no sesgado  $S\sigma^2$  (p.162)
3. Estimador no sesgado  $F$  (p.170)

Anexo 5. Propiedades de los estimadores no sesgados de *kurtosis* y quinto momento central (p.172)

1. Demostración  $K_{\bar{X}} > \sigma_{\bar{X}}^4$  (p.172)
2. Demostración  $|F_{\bar{X}}| > |S_{\bar{X}}\sigma_{\bar{X}}^2|$  para  $n = 3$  y  $n = 4$  (p.172)
3. Comportamiento  $F_{\bar{X}}$  vs  $S_{\bar{X}}\sigma_{\bar{X}}^2$  (p.175)
4. Simulaciones comportamiento  $F_{\bar{X}}$  vs  $S_{\bar{X}}\sigma_{\bar{X}}^2$  (p.176)

Anexo 6. Estimación del riesgo de las estrategias *hedge* en el periodo *pre-subprime* (p.182)

1. Resultado obtenido para la estrategia *Convertible Arbitrage* (p.182)
2. Resultado obtenido para la estrategia *Dedicated Short Bias* (p.188)
3. Resultado obtenido para la estrategia *Distressed Securities* (p.191)
4. Resultado obtenido para la estrategia *Emerging Markets* (p.195)
5. Resultado obtenido para la estrategia *Fixed Income Arbitrage* (p.201)
6. Resultado obtenido para la estrategia *Global Macro* (p.207)
7. Resultado obtenido para la estrategia *Long Short Equity* (p.211)
8. Resultado obtenido para la estrategia *Managed Futures (CTA)* (p.217)
9. Resultado obtenido para la estrategia *Risk Arbitrage (M&A Arbitrage)* (p.220)
10. Solución “óptima” de la estrategia *Convertible Arbitrage* (p.224)



11. Solución “óptima” de la estrategia *Emerging Markets* (p.225)
12. Solución “óptima” de la estrategia *Fixed Income Arbitrage* (p.226)
13. Solución “óptima” de la estrategia *Global Macro* (p.227)
14. Solución “óptima” de la estrategia *Long Short Equity* (p.229)

## Introducción

La expansión de la industria de los *hedge funds* a lo largo del presente siglo ha sido extraordinaria, especialmente hasta el estallido de la crisis *subprime*. Según estimaciones de HFR (*Hedge Fund Research*) publicadas por CAIA (2014)<sup>1</sup> (*Chartered Alternative Investment Analyst Association*), los activos bajo gestión de *single hedge funds* y *fund of hedge funds* pasaron de 456,43 millardos de USD en 1999 a 1,87 billones de USD en 2007<sup>2</sup>. Este rápido crecimiento ha atraído talento, ha contribuido a la sofisticación de las estrategias y ha ido acompañado de la poca transparencia habitual en el ámbito de la gestión alternativa.

La exposición de los *hedge funds* a factores de riesgo no convencionales, con distribuciones de rentabilidad poco habituales en la industria de la gestión tradicional, y su alto grado de opacidad, han propiciado un aumento sustancial de la tecnicidad del *portfolio risk management* y la proliferación de opiniones poco rigurosas en la materia.

El “magnífico” escenario de estrés proporcionado por la crisis *subprime*, ha permitido contrastar y completar el verdadero *trade-off* rentabilidad-riesgo del universo de los *hedge funds*. En este sentido, para poder inferir el comportamiento del riesgo de las distintas estrategias *hedge* a escenarios de estrés similares al acaecido durante la crisis *subprime*, la presente tesis propone: 1) ajustar a las distribuciones empíricas de rentabilidad, una mixtura de dos Normales estimada a partir del método de los momentos, y 2) analizar el riesgo extremo y el riesgo *absolute return*, en base a la cuantificación del VaR y de la probabilidad acumulada con referencia MAR.

Dado que las muestras vinculadas al periodo *subprime* (del 9 de agosto de 2007 al 10 de septiembre de 2009), el cual es acotado por la evolución de las componentes del *TED spread*, son relativamente pequeñas y en ocasiones están distribuidas de forma “extrema”, se hace imprescindible la estimación no sesgada de los momentos muestrales. Con ello se evita, que el impacto del sesgo al aplicar el método de los momentos condicione el resultado.

Para resolver el sistema de ecuaciones que permite construir las mixturas, ha sido necesario obtener la expresión matemática del estimador no sesgado del quinto momento central, e iniciar el proceso iterativo de búsqueda de soluciones desde múltiples orígenes. El desarrollo del estimador no sesgado del quinto momento central no ha sido baladí, especialmente después de haber detectado y haber tenido que corregir el álgebra del procedimiento tomado como referencia. La resolución numérica del sistema de ecuaciones ha sido programada en Matlab, al igual que la del VaR y la de la probabilidad acumulada con referencia MAR.

---

<sup>1</sup> CAIA (2014) p.3

<sup>2</sup> A finales de 2013, los activos bajo gestión se estiman en 2,63 billones de USD.

Finalmente, en el análisis del riesgo, el uso de la metodología k-means en la construcción de *clusters*, ha obedecido a la voluntad de clasificar las estrategias *hedge* según el nivel de riesgo extremo y riesgo *absolute return*. Para el cálculo de los centroides y la determinación de los *clusters*, también se ha utilizado Matlab.

La tesis se estructura en 4 capítulos y 6 anexos.

En el primer capítulo, se define el concepto *hedge fund*, se detallan las especificidades de cada una de las estrategias genéricas en las que se divide la industria de los *hedge funds*, y se constata la necesidad de una mejora en el tratamiento del riesgo *hedge*.

El segundo capítulo, detalla el método de los momentos con estimación no sesgada de los momentos muestrales aplicado a una mixtura de dos Normales, y pone de manifiesto, la transcendencia que el impacto del sesgo puede tener en las soluciones.

En el tercer capítulo, se define el periodo *subprime*, se aplica la metodología descrita en el capítulo anterior a las distribuciones de rentabilidad *hedge* del periodo *subprime*, se propone una solución óptima y única para aquellas estrategias con solución doble, y se analiza el comportamiento del riesgo y el *performance* de cada una de las estrategias.

Los anexos, contienen demostraciones y el *output* de los procesos “secundarios” más relevantes.