



ANÁLISIS DE UNA COBERTURA CON CONTRATOS DE FUTURO

Trabajo final de Máster en:
Gestión Financiera y Contabilidad Avanzada

En este proyecto se pretende dar a conocer la literatura existente de la cobertura con futuros financieros estudiada por los autores en los últimos tiempos y a través del trabajo de Demiguel, Garlappi y Uppal (2007) realizar un estudio paralelo a la diversificación de carteras que realizan ellos utilizando la estructura y procedimiento para estudiar la cobertura de futuros. A partir de ahí nos formulamos una hipótesis: ¿Ayudan los modelos (económicos, econométricos...) a mejorar los resultados (medidos en términos de rentabilidad, riesgo o una mezcla de los dos ratios (ratio de sharp) obtenidos por un inversor particular? Las conclusiones extraídas son parecidas en ambos trabajos ya que como veréis a través del desarrollo de los diferentes apartados los modelos econométricos más complicados no mejoran sustancialmente los resultados obtenidos de los modelos más sencillos que un inversor particular podría llegar a entender correctamente.

Palabras clave: cobertura de futuro, efectividad, modelos GARCH bivariantes, varianza, inversor particular.

Alumno: Francisco Javier Edo Merelo

Tutor: Vicent Aragó Manzana

04/11/2016

ÍNDICE

1.Introducción	1
2.Revisión de la literatura	3
3. Desarrollo teórico del trabajo y planteamiento de las hipótesis a contrastar	7
3.1Introducción al trabajo empírico	7
3.2Determinantes de una beta: conclusiones sobre la estimación de la beta	7
4.Metodología: descripción del método de la investigación.	9
5.Resultados. Comentarios sobre los resultados alcanzados	10
5.1Resultado 1: Calculo de betas individuales y de cartera	10
5.2Resultado 2. Determinar el ratio de cobertura de mínima varianza (RCMV).....	12
5.3Resultado 3: Estudio del riesgo con cobertura dinámica, estática, Naive y sin cubrir.....	13
5.3.1 El riesgo de la cartera calculado a través de rendimientos diarios.	16
6.Conclusiones	17
7.Bibliografía.....	19

1.Introducción

Este proyecto nace durante el transcurso de la asignatura de *Activos derivados*, una asignatura de carácter voluntario del Máster en Gestión Financiera y Contabilidad Avanzada. Durante el transcurso de las clases me llamaron la atención la utilidad que podían tener los contratos de futuros en el mundo financiero y más aun cuándo podía ser una herramienta que cualquier persona física o jurídica utilizara, ya fuera de manera directa (gestionando ellos mismos sus carteras) o indirecta (asesorándose con trabajadores del ámbito financiero).

“Un contrato de futuros se puede definir como un acuerdo vinculante entre dos partes por el que se comprometen a intercambiar un activo (activo subyacente) a un precio determinado y en una fecha futura preestablecida.

Este tipo de activos financieros surgieron básicamente por las volatilidades excesivas que se hallaron en los precios de las materias primas, tipos de intereses, tipos de cambio etc.”

Y es por ese motivo que creo que es importante la utilización de estos activos financieros, ya que antes que ganar dinero a través de rendimientos positivos generados por la buena gestión de nuestro patrimonio, es importante cubrirse y, al menos, no perder dinero en nuestras transacciones monetarias. Por lo tanto deberemos saber gestionar el riesgo, tanto el específico (que se puede eliminar diversificando nuestra cartera) como el de mercado (difícil de eliminar y costoso).

Es cierto que existen varias aproximaciones a la cobertura dónde difieren unas de ellas por los objetivos que tienen. Popularmente hay una que prevalece delante de todas, esta es la **minimización del riesgo**. Esta se define como método *tradicional* o “*Naive*” dónde el inversor toma una posición en el mercado de futuros de la misma magnitud pero de signo contrario a la mantenida en el activo arriesgado que intenta cubrir (1:1).

Con el método de **maximización del beneficio** (Working 1953) se considera que no solo es importante la disminución del riesgo sino que también la mejora del beneficio realizando coberturas de carácter selectivo dónde se espera que el mercado evolucione favorablemente para el inversor. Por último encontramos la **teoría de selección de carteras** que explica los rasgos fundamentales de comportamiento racional del inversor, consistente en buscar su riqueza entre las diferentes oportunidades de inversión que tiene a su alcance, minimizando el riesgo o maximizando el rendimiento según el nivel de aversión al riesgo que tenga.

El método de estimación del **RCMV** (Ratio de Cobertura de Mínima Varianza) más utilizado es el de Ederington (1979) el cual consiste en estimar la pendiente de una recta de regresión por **Mínimos Cuadrados Ordinarios** (MCO). No obstante este método ha tenido varias discusiones durante los últimos años han surgido varios trabajos que han desarrollado nuevos métodos como Box-Jenkins que creo el modelo **ARIMA** que solucionó los problemas de autocorrelación que se tenían al utilizar MCO. Más tarde se consideró la existencia de relaciones de cointegración entre las series de contado y futuro con objeto de recoger los desequilibrios de los datos a largo plazo y recoger las relaciones de equilibrio a largo plazo y la dinámica de corto plazo, para lo que se inventó el **Término de Corrección de Error** (TCE). Por último construyeron los modelos de heterocedasticidad condicional autorregresiva, los famosos modelos **ARCH Y GARCH** que posibilitaron considerar momentos de segundo orden condicionales no constantes y superaron las limitaciones que suponía tomar en cuenta funciones de distribución constantes en el tiempo.

Al realizar una cobertura obtenemos unos resultados que son medidos en términos de efectividad. Para ello existen varios métodos como podrían ser el *Value at Risk* (VaR) y *Expected Shortfall* (ES) que nos mide la pérdida que se podría sufrir en condiciones normales de mercado en un intervalo de tiempo y con un cierto nivel de probabilidad o de confianza o el *ratio de Sharp* que nos mide la relación que hay entre la rentabilidad y la volatilidad histórica (cuanto mayor sea mejor será la rentabilidad obtenida por el riesgo tomado). Aunque la medida por excelencia es la *minimización de la varianza*, en consonancia con el objetivo principal de la cobertura que es la **minimización del riesgo**, dónde al comparar diversas coberturas elegimos la que tiene la varianza (o desviación estándar) menor, ya que es la cobertura que ha tenido menor riesgo.

Es bien cierto que cada vez más las personas de la calle invierten sus ahorros en productos cada vez más complejos ya que las rentabilidades que ofrecen los productos más sencillos son prácticamente nulas o incluso negativas. Para ello una persona sin estudios o con un nivel de matemáticas y econometría básicas debe entender a la perfección en qué está invirtiendo y la metodología que se usa para evitar posibles frustraciones futuras en el caso que sus ahorros no obtengan las rentabilidades esperadas.

Con todo esto quiero decir que hay que plantear modelos sencillos que expliquen con más entendimiento el funcionamiento de la cobertura de futuros ya que como veremos en el transcurso de este proyecto, incluso los modelos con menor nivel econométrico obtienen casi los mismos resultados que los modelos más complicados, por lo que el esfuerzo necesario para construirlos carece de fundamentos sólidos para llevarlos a la práctica.

Por este motivo el trabajo está basado en la estructura y procedimientos seguidos por Demiguel, Garlappi y Uppal (2007) que compararon los modelos más complicados con los más sencillos para la diversificación de carteras pero haciendo lo mismo con la cobertura de futuros. Con los resultados obtenidos se evidencia que los modelos con econometrías más desarrolladas no mejoran sustancialmente a los modelos más sencillos (por ejemplo: estilo "Naive"). Nos podemos hacer a la idea de que estos modelos no serán nunca utilizados por el inversor particular debido al fuerte componente econométrico, entendiéndose que la mayoría de estos inversores no tienen estos conocimientos en la materia, ya que por ese motivo se asesoran con profesionales en finanzas.

La estructura que seguiré es la siguiente: Al principio se hace una revisión bibliográfica de los autores más importantes de la literatura académica referente a la cobertura de contratos de futuros junto a una tabla que ilustra de una manera más sencilla los diferentes trabajos estudiados, en segundo lugar se desarrolla e introduce teóricamente lo que veremos en la parte empírica posterior dando una visión global de los términos más utilizados en tercer lugar se muestran los resultados obtenidos en la parte práctica junto a gráficos y tablas que ayudan a entender mejor los razonamientos expuestos y para acabar se recogen las conclusiones y la bibliografía utilizada para desarrollar el proyecto.

2.Revisión de la literatura

A través de una búsqueda de trabajos anteriores relacionados con el tema que voy a tratar expondré un resumen de éstos dónde se utilizan diferentes metodologías más o menos complejas que contienen modelos econométricos y estadísticos, los cuales no serán objeto de estudio, dónde resumiré los resultados obtenidos individualmente.

El objetivo de esta revisión bibliográfica es medir la efectividad que se ha obtenido con los diversos modelos de cobertura de futuros. Ésta efectividad se puede medir de muchas maneras: reduciendo el riesgo (varianza), una mezcla de riesgo y rendimiento, con el VaR (Value at risk), con el ratio de Sharpe etc.

Meneu y Torró (2003) utilizan los modelos: *ADC* (Asymmetric Dynamic Covariance), *BEKK*, *VECH* y *CCORR* (Constant Correlation) sobre los precios diarios de las 17h del IBEX-35 para el mercado al contado y futuros desde enero de 1994 hasta junio de 2001. Estudiaron cómo responde la matriz de covarianza condicional de los precios spot y futuro a las novedades del Mercado, tanto positivas como negativas, y los resultados que se obtienen. Vieron que todas las estructuras *GARCH* multivariadas producen resultados similares con las coberturas dinámicas, y apenas mejoran el rendimiento en las estrategias estáticas. Por lo que cuando se incluyen los costos de transacción, los inversores prefieren, en algunos casos, una estrategia estática debido a que la pequeña reducción del riesgo obtenida no compensa los costos de transacción necesarios para mantener una estrategia dinámica.

Harris, Shen y Stoja (2009) usan los modelos: *EWMA*, *The Diagonal Vech GARCH*, *The Constant Correlation GARCH*, *The Simplified Multivariate GARCH*, *ARMA* y *Model Estimation* sobre los tipos de cambio USD/EUR, GBP/USD y el USD/JPY, desde enero de 2001 hasta diciembre de 2006. Comparan la variación mínima estimada de los ratios de cobertura sobre una amplia gama de modelos de cobertura condicional construidos con datos intradía. Ellos sacan de conclusión que a pesar de los grandes esfuerzos que se han hecho en la literatura académica para encontrar modelos eficaces de tiempo variable sobre el RCMV Ratio de Cobertura de Mínima Varianza) condicional, los modelos propuestos no ofrecen una mejora significativa sobre el RCMV incondicional.

Por otra parte Lai y Sheu (2009) trabajan el modelo *RV* (Realized Variance) sobre el índice S&P 500 para los contratos de futuros negociados en el *Chicago Mercantile Exchange* (CME) desde enero de 1998 hasta marzo de 2009. Los resultados muestran que el método *RV* (Realized Variance) mejora sustancialmente tanto el riesgo (reduciendo la Varianza) como los beneficios futuros en comparación con los otros métodos basados en el retorno ya que minimiza el *RCMV* (Ratio de Cobertura de Mínima Varianza).

Ellos mismos en (2013) utilizan el modelo *GARCH* usando un rango de precios intradía. Investigaron el rendimiento que obtenían las posiciones al contado y de futuros cuando se establecía una cobertura alternativa con los pronósticos de la matriz de covarianza condicional. Sus resultados dictaminaron que con el modelo *GARCH* con rangos de precio intradía y retornos de precio intradía para la cobertura se obtienen resultados empíricos que pueden producir beneficios económicos positivos mejorando la estructura de la volatilidad (riesgo).

Lai (2015) en otro trabajo suyo usó el modelo *GARCH* incluyendo datos de alta frecuencia. En él compara la capacidad de predicción de estimadores de covarianza con alta frecuencia de volatilidad usando ratios de cobertura. Los resultados indican que quitando cuidadosamente la contaminación por ruido en la matriz de covarianzas se obtiene una cobertura eficaz en términos de riesgo (reducción de Varianza) y utilidad promedio.

McMillan y Quiroga (2010) estudian: el modelo de regresión estático (OLS), el modelo de regresión *Rolling OLS*, el modelo *GARCH bivalente* y la *RV* (Realized variance) su objetivo es calcular la volatilidad diaria sobre el *Mercado de Futuros Español* analizando observaciones intradía de 5 minutos para calcular el *RCMV* (Ratio de Cobertura de Mínima Varianza) diario óptimo. Los resultados muestran una mejora en el cálculo del riesgo y rendimiento a través del *ratio de Sharpe* en el método *RV* (Realized Variance) respecto a los otros

métodos aunque supone un gran trabajo realizar la construcción de la cartera de valores existiendo los costes de transacción por el medio.

Salvador y Aragón (2013) a través de los modelos: *OLS*, *BEKK*, *ASYM-BEKK*, *MRS BEKK* y *MRS-ASYM-BEKK* sobre los índices *FTSE100*, *DAX30* y *Eurostoxx50* desde julio de 1998 hasta septiembre de 2010 encontraron ratios de cobertura óptimos sobre los futuros para algunos de los principales índices bursátiles europeos. Los resultados muestran que la estimación “MRS-BEKK” (que asume la dinámica no lineal entre contado y futuros) supera las limitaciones del modelo *GARCH* lineal tradicional y refleja adecuadamente las características de los datos financieros.

Ubukata y Watanabe (2015) utilizan el modelo *GARCH (BREG) bivariante*, este modelo es una variación que especifica las propiedades dinámicas de las observaciones de los rendimientos con *RCMV* (Ratio de Cobertura de Mínima Varianza). Su objetivo es estimar el ratio de cobertura óptimo para el mercado de valores y futuros japoneses. Llegan a la conclusión que el modelo *GARCH(BREG)* mejora los resultados en términos de riesgo y rendimiento medido por el *VaR* (Value at Risk) y *ES* (Expected Shortfall), que son dos medidas que incorporan el parámetro de la incertidumbre asociado a la estimación de la Varianza condicional de los retornos, de los modelos tradicionales.

Hung (2015) a través del modelo *DCC-GARCH* con los estimadores *RV* (Realized Variance), *RBV* (Bi-power Variation) y *RTV* (Tri-power Variation) estimó el ratio de cobertura óptimo usando una estrategia de mínima varianza con variaciones múltiples sobre el S&P 500. El modelo *DCC-GARCH* con múltiples variaciones supera a los demás en la reducción de riesgos, y genera mayores beneficios económicos tanto a largo como corto plazo.

Taylor (2015) diseñó y realizó la descripción de los diferentes pasos a seguir para crear un marco de trabajo eficiente para los 5 principales mercados de futuros de granos: maíz, trigo, soja, harina de soja y aceite de soja.

En este trabajo se desarrolla un marco de trabajo donde se puede comprobar la eficacia de la calidad que tienen las operaciones que se ejecutan en una estrategia *roll* contra una estrategia óptima de varianza media de estrategia *roll* de múltiples días. Esta estrategia consiste en traspasar, transferir o cambiar la posición actual que se tiene con un contrato próximo al vencimiento hasta otro con un vencimiento posterior y mayor horizonte temporal. Por lo tanto lo que se pretende con este tipo de estrategias es alargar el vencimiento actual de nuestra posición manteniendo las mismas condiciones actuales.

El gestor de operaciones tiene que supervisar a los *traders* que usan estrategias *roll* para decirles que no es aconsejable llevar esta estrategia concentrada en días sueltos sino que debería estar diversificada en varios días, teniendo en cuenta la aversión al riesgo de cada uno. Algunos índices utilizan las estrategias *roll* como por ejemplo el *SP-GSCI* que es el principal índice invertible de *commodities*. Es uno de los *benchmarks* más reconocidos de base amplia y ponderada por producción para representar el beta del mercado de *commodities* global.

Para acabar con la revisión de la literatura citaré a Markopoulou, Skintzi y Refenes (2016) que trabajan los modelos *ARMA*, *ARMA-GARCH* y *ARFIMA* con datos intradía para el índice *S&P500* y *FTSE100* así como el tipo de cambio *EUR/USD* y *GBP/USD*. Su objetivo fue explorar las propiedades dinámicas y la previsibilidad del *RCMV* (Ratio de Cobertura de Mínima Varianza). Aplicando ésta metodología superaron a los modelos de la competencia en la predicción del 70% del cambio direccional del *RCMV* en el periodo estudiado.

En la **tabla 1** se recogen de forma resumida las principales conclusiones y metodología de los trabajos explicados con anterioridad:

Tabla 1: Resumen de trabajos sobre cobertura:

Nombre de los autores	Título del trabajo	Metodología	Conclusiones
Vicente Meneu y Hipòlit Torró (2003)	Asymmetric covariance in spot-futures markets	Usan los modelos: ADC (Asymmetric Dynamic Covariance, BEKK, VECH y CCORR (Constant Correlation) sobre los precios diarios de las 17h del IBEX-35 para el mercado al contado y futuros desde enero de 1994 hasta junio de 2001.	Todas las estructuras GARCH multivariadas producen resultados similares con las coberturas dinámicas, y apenas mejoran el rendimiento en las estrategias estáticas. Cuando se incluyen los costos de transacción, los inversores prefieren, en algunos casos, una estrategia estática debido a que la pequeña reducción del riesgo obtenida no compensa los costos de transacción necesarios para mantener una estrategia dinámica.
Richard D. F. Harris, Jian Shen y Evarist Stoja (2009)	The Limits to Minimum-Variance Hedging	Usan los modelos: "EWMA", "The Diagonal Vech GARCH", "The Constant Correlation GARCH", "The Simplified Multivariate GARCH", "ARMA" y "Model Estimation" sobre los tipos de cambio USD/EUR, GBP/USD y el USD/JPY, desde enero de 2001 hasta diciembre de 2006.	Los resultados muestran que a pesar de los grandes esfuerzos que se han hecho en la literatura académica para encontrar modelos eficaces de tiempo variable sobre el RCMV (Ratio de Cobertura de Mínima Varianza) condicional, los modelos propuestos no ofrecen una mejora significativa sobre el RCMV incondicional.
Yu-Sheng Lai y Her-Jiun Sheu (2009)	The Incremental value of a futures hedge using realized volatility	Utilizan el modelo "Realized Variance" (RV) sobre el índice S&P 500 para los contratos de futuros negociados en el "Chicago Mercantile Exchange" (CME) desde enero de 1998 hasta marzo de 2009.	Los resultados muestran que el método "RV" (Realized Variance) mejora sustancialmente tanto el riesgo (reduciendo la Varianza) como los beneficios futuros en comparación con los otros métodos basados en el retorno.
Her-Jiun Sheu y Yu-Sheng Lai (2013)	Incremental value of a futures hedge using realized ranges	Utilizan el modelo GARCH usando un rango de precios intradía.	Utilizando el modelo GARCH con rangos de precio intradía y retornos de precio intradía para la cobertura se obtienen resultados empíricos que pueden producir beneficios económicos positivos mejorando la estructura de la volatilidad (riesgo).
Yu-sheng Lai (2015)	Hedge ratio prediction with noisy and asynchronous high-frequency data	Utilizan el modelo GARCH incluyendo datos de alta frecuencia.	Los resultados indican que quitando cuidadosamente la contaminación por ruido en la matriz de covarianzas se obtiene una cobertura eficaz en términos de riesgo (reducción de Varianza) y utilidad promedio.

Nombre de los autores	Título del trabajo	Metodología	Conclusiones
Enrique Salvador y Vicent Aragó (2013)	Measuring hedging effectiveness of index futures contracts: Do dynamic models outperform static models? A regime switching approach	Usan los modelos: OLS, BEKK, ASYM-BEKK, MRS BEKK y MRS-ASYM-BEKK sobre los índices FTSE100, DAX30 y Eurostoxx50 desde julio de 1998 hasta septiembre de 2010.	Los resultados muestran que la estimación "MRS-BEKK" (que asume la dinámica no lineal entre contado y futuros) supera las limitaciones del modelo GARCH lineal tradicional y refleja adecuadamente las características de los datos financieros.
Masato Ubukata y Toshiaki Watanabe (2015)	Evaluating the performance of futures hedging using multivariate realized volatility	Utilizan el modelo GARCH (BREG) bivalente, una variación que especifica las propiedades dinámicas de las observaciones de los rendimientos con RCMV.	El modelo GARCH (BREG) mejora los resultados en términos de riesgo y rendimiento medido por el "VaR" y "ES" de los modelos tradicionales.
Jui-Cheng Hung (2015)	Evaluation of realized multi-power variations in minimum variance hedging	Utilizan el modelo DCC-GARCH con los estimadores RV(Realized Variance), RBV(Bi-power Variation) y RTV(Tri-power Variation)	El modelo DCC-GARCH con múltiples variaciones supera a los demás en la reducción de riesgos, y genera mayores beneficios económicos tanto a largo como corto plazo.
Nick Taylor (2015)	Roll strategy efficiency in commodity futures markets	Diseño y descripción de los diferentes pasos a seguir para crear un marco de trabajo eficiente para los 5 principales mercados de futuros de granos: maíz, trigo, soja, harina de soja y aceite de soja.	El gestor de operaciones tiene que supervisar a los "traders" que usan estrategias "roll" para decirles que no es aconsejable llevar esta estrategia concentrada en días sueltos sino que debería esta diversificada en varios días, teniendo en cuenta la aversión al riesgo de cada uno.
Chrysi E. Markopoulou a, Vasiliki D. Skintzi y Apostolos-Paul N. Refenes (2016)	Realized hedge ratio: Predictability and hedging performance	Utilizan el modelo ARMA, ARMA-GARCH y ARFIMA con datos intradía para el índice S&P500 y FTSE100 así como el tipo de cambio EUR/USD y GBP/USD	Aplicando esta metodología superan a los modelos de la competencia en la predicción del 70% del cambio direccional del RCMV en el periodo estudiado.

Fuente: Elaboración propia a partir de los trabajos recogidos.

3.Desarrollo teórico del trabajo y planteamiento de las hipótesis a contrastar en la parte empírica del trabajo

El objetivo principal de este trabajo no es otro que estudiar la efectividad que tienen tres tipos de cobertura con futuros financieros diferentes. Éstas serán:

- **Pseudo-Dinámica:** Recalculando el RCMV para cada vencimiento de contrato de futuros.
- **“Naive”:** Consiste en fijar un valor del RCMV igual a la unidad (1:1). En este caso no se considera la existencia del riesgo de base.
- **Estática:** El valor del primer RCMV se utiliza para todos los contratos de futuros durante todos los vencimientos utilizados.

Para medir la efectividad de cada tipo de cobertura y poder comparar los resultados utilizaré una medida muy utilizada en la literatura académica: **la minimización de la varianza.**

A partir de aquí nos plantearemos una hipótesis que marcará el camino de este trabajo:

¿Ayudan los modelos (económicos, econométricos...) a mejorar los resultados (medidos en términos de rentabilidad, riesgo o una mezcla de los dos ratios (ratio de sharp) obtenidos por un inversor particular?

Para poder responder a esta cuestión voy a utilizar como herramienta principal el trabajo de Demiguel, Garlappi y Uppal (2007). En este trabajo los autores evalúan la efectividad que tienen diversos modelos utilizados para diversificar las carteras (formadas por activos financieros) de los individuos. El objetivo de este trabajo es coger de base el estudio de estos autores tanto a nivel de estructura como de los diversos pasos a seguir para llegar a las conclusiones y plantear las mismas hipótesis pero para los modelos de cobertura de futuros financieros. Entonces compararé y justificaré los diversos resultados que vaya obteniendo a partir de las explicaciones dadas por el trabajo base.

3.1 Introducción al trabajo empírico

La parte empírica de este trabajo servirá para analizar de forma práctica las diferentes formas de las que disponemos para cubrir una cartera sin utilizar los modelos econométricos más complicados y que podría utilizar un inversor particular sin conocimientos amplios en dicho campo. Con ello disminuirá el riesgo existente ante la elevada volatilidad que podemos encontrar en un momento determinado en la Bolsa. Por otra parte también analizaremos los diferentes rendimientos obtenidos en una cartera determinada a la que le aplicaremos diferentes tipos coberturas utilizando información histórica (a posteriori).

Veremos los componentes a tener en cuenta a la hora de estimar la beta de nuestra cartera, ya que ésta no siempre será la misma por la influencia que puedan tener dichos componentes que veremos más adelante.

Para ello seleccionaré varias empresas del IBEX35 con las que formaré una cartera, y con ella analizaremos el impacto en nuestra cartera de la aplicación de las diferentes posibilidades de cobertura existentes comparadas con la cartera sin cubrir.

3.2 Determinantes de una beta: conclusiones sobre la estimación de la beta

El coeficiente Beta (Damodaran, 1999) es una medida de la volatilidad de un activo, ya sea una acción o un valor, relativa a la variabilidad que pueda tener con respecto a la evolución del mercado. Cuando obtenemos una beta con valores altos significa que tenemos una empresa con mayor volatilidad que la del mercado con la que lo comparamos, mientras que si tenemos una beta con valores muy cercanos a 1, significa que la viabilidad de los precios de ese activo es similar a la del mercado comparado. Por otro lado si la beta es inferior a 1 tenemos un activo con variabilidad inferior a la del mercado comparado.

El coeficiente Beta se calcula usando análisis de regresión contra un Índice representativo del valor de mercado como el Ibex 35 o Eurostoxx.

La beta de una cartera es simplemente la medida ponderada de las betas de los títulos que hay en una cartera. La Beta mide únicamente el riesgo sistemático, es decir todo riesgo que no es posible eliminar diversificando la cartera en distintos tipos de activos. El riesgo total de una cartera viene por la suma del riesgo sistemático y el riesgo no sistemático de cada uno de sus títulos.

$$\text{Riesgo total} = \beta_i^2 \sigma_m^2 + \sigma_i^2$$

De los dos sumandos obtenemos:

- El riesgo sistemático (el primero $\beta_i^2 \sigma_m^2$): es el riesgo determinado por el mercado y es imposible de reducirse.
- El riesgo no sistemático (el segundo): por medio de la diversificación podemos reducir el riesgo no sistemático, que en definitiva es la volatilidad del título "i" (σ_i^2).

Las variables que pueden hacer variar la estimación de la beta son (véase Damodaran (1999)):

- **La elección del Índice de mercado:** no existen índices que midan o se acerquen a una cartera de mercado concreta. En su lugar, disponemos de índices del mercado de valores que miden la rentabilidad de los subconjuntos de valores que lo integran. La elección del índice para hallar la correlación es determinante, ya que algunos índices solo incluyen a las empresas más grandes del mercado, o el peso de algunas empresas sea demasiado grande en el Índice. Según el índice que escojamos, nos dará una beta u otra, y casi nunca será la misma.
- **La elección del periodo de tiempo:** El riesgo y los modelos de retorno no nos dicen que periodo de tiempo es necesario para estimar las betas. Cuanto más amplio sea el periodo de tiempo, obtenemos la ventaja de tener más observaciones en la regresión, pero esto puede ser contrarrestado por el hecho de que la empresa misma podría haber cambiado sus características, en términos de estrategia de negocio e influencia, durante el periodo. El objetivo no es estimar la mejor beta que podamos durante el periodo pasado sino obtener la mejor beta que podamos para el futuro.
- **La elección del Intervalo de rendimiento:** La última decisión que puede afectar a la estimación de la beta es el intervalo del rendimiento, usado para medir rendimientos históricos. Los rendimientos pueden ser medidos a diario, semanal, mensual, trimestral, semestral o anualmente. De hecho, con datos de las transacciones intradía, los rendimientos pueden ser medidos usando intervalos tan pequeños como 15 min.

Usando intervalos pequeños se incrementa el número de observaciones en la regresión, para cualquier periodo de tiempo, sin embargo ello viene con un coste. No todos los activos cotizan de forma continua, y cuando no hay cotización del activo, la estimación de la beta puede verse afectada. El problema de no cotización puede reducirse de una o dos formas. Una manera es usar intervalos de rendimiento más grandes; rendimientos trimestrales y anuales nos dan pocas observaciones en la regresión, pero los rendimientos mensuales suelen ofrecer suficientes observaciones para empresas con cotización con periodos de más de tres años.

Las estimaciones de betas usando rendimientos diarios o semanales es más probable que tengan un sesgo significativo debido al problema de que no coticen continuamente, las empresas poco liquidas reportan betas más bajas que las que realmente deberían tener y las empresas liquidas tienen betas más altas de lo justificado.

Como consecuencia de las diferentes decisiones de elección del periodo de tiempo, intervalo de rendimiento y del índice de mercado, podemos encontrar que se asignan diferentes estimaciones de betas a la misma empresa. Las empresas que tienden a diversificar más suelen tener una beta que converge hacia el uno más rápido que las empresas que permanecen en un solo negocio.

- **Las limitaciones de las betas de regresión:**
 - **EL problema del índice:** Las betas de regresión reportadas muestran estar claramente afectadas por las elecciones nombradas anteriormente. La beta variará ampliamente

dependiendo de cómo la regresión ha sido ajustada. El problema se incrementa cuando estimamos betas para empresas que se encuentran en mercados emergentes.

- **Diferencia en las betas:** La beta estimada de una regresión es llamativa, ya que el rango que surge de la beta es grande, cuando comparamos las diferentes betas que nos surgen según el Índice comparado. Por tanto, este tipo de betas pueden llevar un gran número de errores y por ello puede que no sean muy útiles en un análisis.
 - **El problema de las empresas que cambian durante el tiempo:** Incluso si en un Índice no hay un activo dominante, y la beta de regresión tenga un error estándar pequeño, todavía sigue habiendo un problema con la beta de regresión. Están basadas en datos históricos, y las empresas cambian a lo largo del tiempo. Las regresiones reflejan las características en promedio de las firmas durante el periodo de estimación, en vez de reflejar como es hoy la empresa. Las empresas cambian a lo largo del tiempo por tres razones:
 - Ventas de partes del negocio existente, la inversión en nuevos negocios o la adquisición de otras empresas. En el proceso cambio su estrategia de negocio, por lo que tiene que cambiar también su beta.
 - Nivel de financiación: Cambia también su nivel de endeudamiento, aumentándolo o disminuyéndolo. El pago de dividendos o la recompra de acciones también afectan al nivel de apalancamiento de la empresa.
 - Aunque no cambien su mix de negocio ni el tipo de financiación, las empresas tienden a crecer a lo largo del tiempo. A medida que crecen, sus costes operativos tienden a cambiar provocando cambios en la beta.
- **Determinantes de las betas:**
 - Tipo de negocio o tipos de negocios: Cuanto más sensible sea el negocio a las condiciones del mercado, mayor será la beta. Manteniendo todos los factores igual, para los negocios cíclicos se puede esperar tener una beta mayor que las que no son cíclicas.
 - El apalancamiento operativo de la empresa: El grado de apalancamiento operativo es en función de la estructura de costes de la empresa, y usualmente definido en términos de relación entre los costes fijos y los costes totales.
 - El apalancamiento financiero de la empresa: manteniendo el resto de factores constantes, un incremento del apalancamiento financiero incrementará el valor de la beta de una empresa.

¿Qué es el Ratio de Cobertura de Mínima Varianza?

$$RC = \frac{\text{Valor cartera}}{\text{Índice} \times \text{Multiplicador}} \times \beta$$

RC: ratio de cobertura
b: beta.

4. Metodología: descripción del método de la investigación.

A partir de la información de precios histórica de futuros y spot sobre el Mini IBEX-35 y de precios de las 35 acciones que componen dicho índice determinaremos la beta de una cartera de inversión, seguidamente calcularemos el ratio de cobertura de mínima varianza (RCMV) que se obtendría y con él sabremos el número de contratos de futuros sobre el índice Ibex-35 que deberíamos vender para cubrir nuestra cartera considerando que nuestro objetivo es minimizar el riesgo que incurriríamos en el supuesto caso que realizáramos ésta operación.

Seguidamente haré un estudio del riesgo que hubiéramos obtenido para nuestra cartera cubierta considerando primero una cobertura de carácter pseudo-dinámico, luego una cobertura de carácter estático y finalmente con una cobertura de carácter "Naive".

Para acabar calcularé las ganancias/perdidas que hubiéramos tenido en nuestra cartera de inversión cubierta, considerando las tres posibilidades expuestas (cobertura pseudo-dinámica, estática y Naive), a fecha de vencimiento de los contratos de futuros y diariamente. Con todo esto estimaré las varianzas de cada

método y las compararé con los beneficios/pérdidas de nuestra cartera sin cubrir. En todos los casos no se han considerado los costes de transacción.

Todos los cálculos están hechos en *hojas de Excel* que se adjuntarán con el trabajo. A partir de los resultados obtenidos he hecho diversos gráficos de columnas, barras y cuadros con los resultados numéricos completos con los que visualmente se pueden apreciar mejor sus magnitudes para poder hacer una lectura más rápida y eficaz.

5.Resultados. Comentarios sobre los resultados alcanzados.

5.1 Resultado 1: Calculo de betas individuales y de cartera

Lo primero que he realizado ha sido una base de datos en *Excel* dónde encontramos ordenados por fechas los distintos valores de mercado (valor de cierre) de 6 empresas diferentes junto con sus rendimientos diarios, los valores *Ibex-35* junto a sus rendimientos diarios y para acabar el valor de los futuros del *Ibex-35* con sus rendimientos diarios.

En el proceso de la creación de esta base de datos he elegido las siguientes empresas:

-3 bancos: Banco Popular, Banco BBVA y Bankinter.

-2 empresas de suministros: Enagas y Endesa.

-1 empresa especializada en transporte: Ferrovial

He tenido que eliminar todas las fechas dónde no tenía los valores de todos los datos, ya que para buscar las betas de los diferentes valores seleccionados del *Ibex35* necesitaba tenerlos. La beta es la pendiente de la recta de regresión, es la relación entre el rendimiento de una acción y el mercado, dada una variación de 1% en el mercado vemos cuanto varia el rendimiento de la acción.

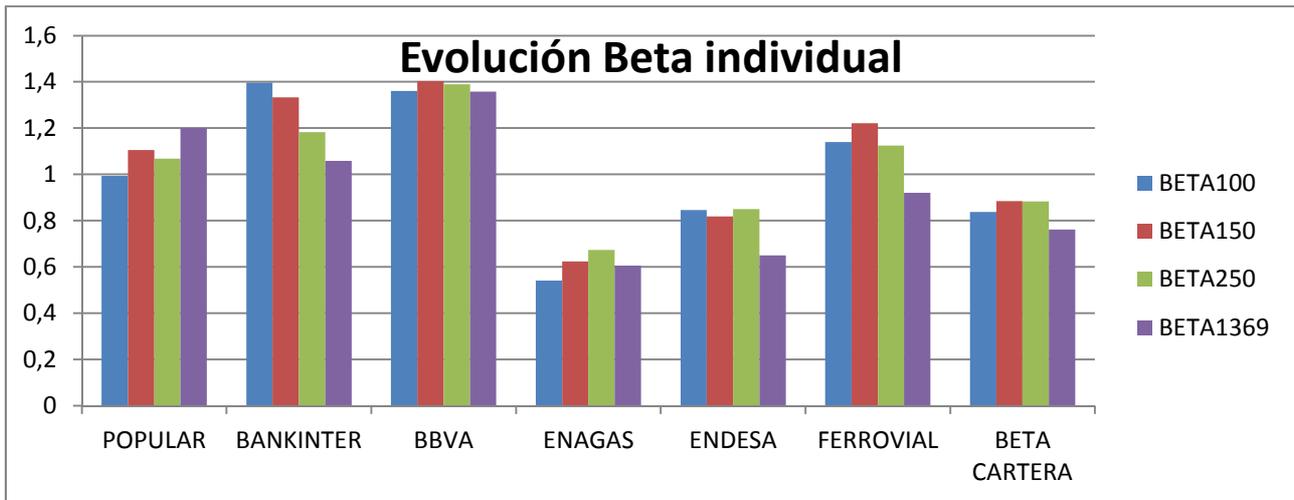
Tabla 2: Las diferentes Betas individuales por acción

IBEX	BETA100	BETA150	BETA250	BETA 1369
POPULAR	0,9930557	1,1053026	1,068737	1,2007605
BANKINTER	1,3963510	1,3335033	1,182826	1,0578185
BBVA	1,3607851	1,4027291	1,389366	1,358252
ENAGAS	0,5404763	0,6234884	0,673214	0,606155
ENDESA	0,8453280	0,8176935	0,850078	0,6497557
FERROVIAL	1,1394812	1,2207583	1,123997	0,9200118

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados obtenidos con el Excel.

En la **tabla 2** encontramos los diversos valores del IBEX que he analizado junto con las diferentes betas con 100 valores, 150, 250 y con la totalidad de los datos disponibles en mi base de datos (beta 1369). Por ejemplo beta100 significa que he cogido 100 datos, desde el último que tenemos en la base de datos hasta los 100 datos anteriores. El mismo procedimiento he hecho con el mercado del IBEX, ya que son los dos valores necesarios para realizar la pendiente de regresión. En el Excel he utilizado la función "pendiente" que relaciona los dos valores.

Gráfico 1: Comparación de las Betas individuales por acción según el rango de tiempo establecido



Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados obtenidos con el Excel

- Sin embargo, hay que destacar que hay empresas que han tenido cambios (véase **gráfico 1**) muy grandes en sus betas, mientras que otras no tanto. Las empresas con mayor diferencias en la estimación de las betas según el rango de tiempo son: Popular que pasa de 0,99 a 1,11 en solo 50 días y de 0,99 a 1,20 en el rango máximo, Bankinter que pasa en el rango máximo de 1,4 a 1,1, Ferrovial de 1,14 a 0,92 en el rango máximo y Enagas de 0,54 a 0,67 en 100 días. Mientras que en el resto de empresas la diferencia entre las betas de los diferentes periodos, no es relativamente grande.

En la siguiente **tabla 3** recogemos en valor de la acción (que es el número de acciones de cada valor multiplicado por el último valor de cierre del mercado que tenemos de ese valor) la ponderación que ocupa cada valor en la cartera que es el valor de cada acción entre el valor total de la cartera y por último las betas 100, 150, 250, y con el total de datos que tenemos. Este último valor se calcula multiplicando la ponderación de cada valor en la cartera por su beta 100, 150, 250 respectivamente que calculamos en la tabla anterior. Sumando el porcentaje de cada beta individual encontramos las distintas betas de cartera. Para beta100 el valor es 0,836959628, para beta150 es 0,884334706, para beta250 es 0,88319815 y con el total de datos es 0,76112212.

Tabla 3: Valor de cada acción, ponderación ocupada por cada valor en la cartera y Betas de cartera

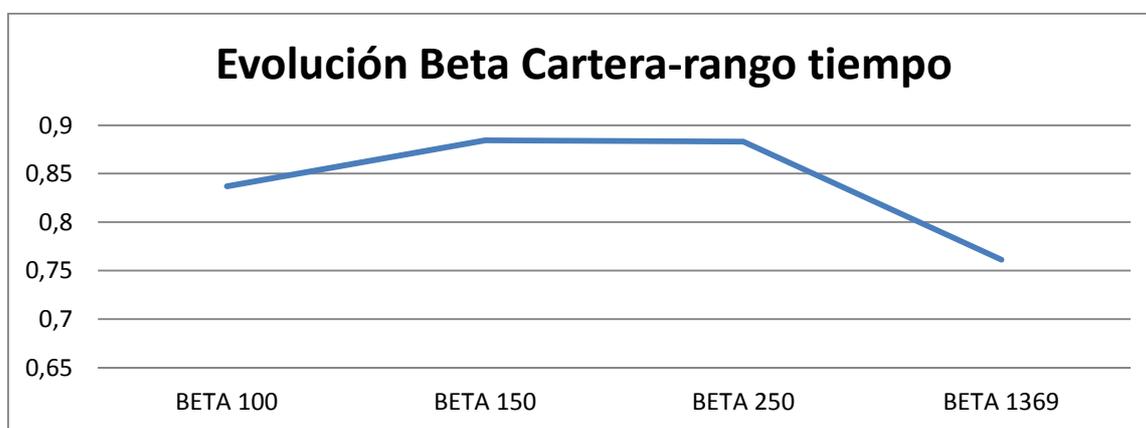
IBEX	nº ACC	PRECIO ACCIÓN 25/06/12	VALOR ACCIÓN	PONDERACIÓN%	BETA 100CARTERA	BETA 150CARTERA	BETA 250CARTERA	BETA TOTAL
POPULAR	1000	1,002	1002,4	2,31%	0,0229502	0,0255443	0,0246993	0,027750
BANKINTER	1000	2,528	2527,8	5,83%	0,0813785	0,0777158	0,0689345	0,061649
BBVA	500	4,746	2373,15	5,47%	0,0744539	0,0767488	0,0760177	0,074315
ENAGAS	1500	12,512	18767,85	43,27%	0,2338643	0,2697836	0,2913000	0,262283
ENDESA	800	12,354	9883,28	22,79%	0,1926189	0,1863221	0,1937014	0,1480553
FERROVIAL	1000	8,819	8819,3	20,33%	0,2316935	0,2482198	0,2285451	0,187068
SUMA			43373,78	100,00%	0,8369596	0,8843347	0,883198	0,761122

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados obtenidos con el Excel.

Análisis del resultado de las betas obtenidas (véase tabla 3 y gráfico 2):

- La beta cartera obtenida es inferior a uno en todos los periodos de tiempo elegidos, por lo tanto estamos ante una cartera cuya volatilidad es inferior a la del mercado (en este caso Ibex 35).
- Observamos que a medida que seleccionamos un rango de tiempo más grande para estimar la beta de nuestra cartera, esta va tomando valores más alejados del rango de tiempo más pequeño elegido (B100). En concreto, podemos ver que en el rango de 100 días toma un valor de 0,84, cuando lo subimos a 150 días está toma el valor 0,88 y cuando llegamos al rango de 250 días sigue con 0,88. Sin embargo, cuando tomas un periodo de tiempo mayor, como los 1369 días, vemos que baja a 0,76. La diferencia máxima hallada es de un 0,08 (B100 y B1369), es decir, nuestra cartera tendrá más o menos riesgo sistémico según el rango de tiempo escogido.
- Tal como podemos ver, el valor de nuestra cartera es de 43.373,78 € al 25 de junio de 2012.
- Las empresas con mayor ponderación en nuestra cartera son: Enagas con un 43,27% del valor total, seguida de Endesa con un 22,79% y con un 20,33% Ferrovial. Bankinter tiene un 5,83% mientras BBVA tiene un 5,47% y por último Popular tiene un 2,31%.
- El Índice elegido para poder realizar la regresión es el Ibex 35, ya que todas las empresas seleccionadas se encuentran dentro del mismo, y por tanto el que mejor nos va explicar el riesgo de las empresas en base a como se mueven las empresas con su índice de referencia.

Gráfico 2: Evolución de la Beta Cartera según el rango de tiempo establecido



Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados obtenidos con el Excel

5.2 Resultado 2. Determinar el ratio de cobertura de mínima varianza (RCMV)

Tabla 4: Valores del RCMV según el rango de tiempo establecido

VALOR CARTERA				
43373,78				
PRECIO FUT. 25/06/2012				
6528				
RCMV	BETA 100	BETA 150	BETA 250	BETA TOTAL
nºcontratos fut	5,560983	5,8757565	5,868205	5,057099
aprox.	6	6	6	5

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados obtenidos con el Excel.

En la **tabla 4** encontramos en sombreado amarillo el número de contratos de futuros que necesitaremos para cubrir nuestra cartera formada en el apartado anterior.

El valor de cartera ya lo teníamos que era 43373.78, el precio del contrato de futuro en la última fecha de la que tenemos datos esta expresado debajo que es 6528. El cálculo se hace dividiendo el valor de la cartera entre el precio del contrato de futuros y luego multiplicando esta división por la beta de cartera 100, 150, 250 y total respectivamente. Por lo que los valores de cartera y futuro no cambian y solo se modifica la beta cartera de cada número de datos cogidos.

El resultado es decimal y los contratos de futuros son uniformes, por lo que si con la beta100 nos sale a comprar 5.56098388 contratos de futuros para cubrir nuestra cartera, deberemos aproximar como a nosotros nos convenga mejor, mi decisión es que, sabiendo que nuestro objetivo es minimizar el riesgo de la cartera, a partir de 5.5 cogeré un contrato de futuros para arriba (6) y si es menos que 5.5 cogeré el número de contratos de futuros inferior (5). En todas las betas nos sale a comprar 6 menos con la total de datos que es 5.

5.3 Resultado 3: Estudio del riesgo con cobertura pseudo-dinámica, estática, Naive y sin cubrir.

Tabla 5: Varianza y desviación típica según el tipo de estrategia de cobertura

RESUMEN VARIANZA Y DESVIACIÓN TÍPICA				
	PSEUDO DINÁMICA	NAIVE	ESTÁTICA	SIN CUBRIR
VARIANZA	1328581,7	1525967,99	1758995,51	14535547
DESV.TÍPICA	1153	1235	1326	3813

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados obtenidos con el Excel.

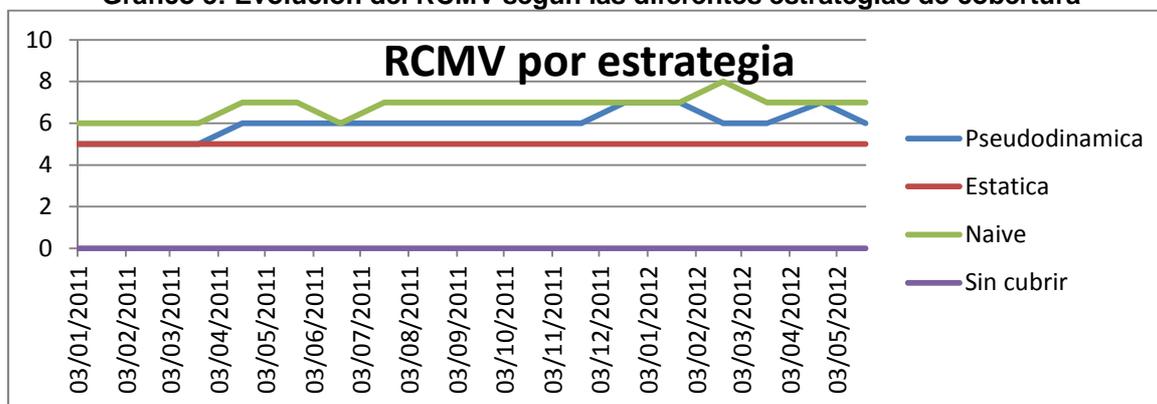
En este apartado (véase **tabla 5**) he realizado a partir de la base de datos que construí al principio un estudio del riesgo que hubiera obtenido la cartera que hemos formado en tres diferentes escenarios. El primero con una cobertura dinámica, después con una cobertura estática y para acabar con una cobertura Naive. He comparado los resultados de los tres escenarios y lo he comparado con nuestra cartera sin cobertura.

Empezaré explicando el proceso que he seguido para hacer la cobertura dinámica y posteriormente introduciré unos matices para explicar las demás coberturas. Primero de todo he considerado que nuestra cobertura empezara a principios del año 2011, concretamente en el 01/01/2011. De todas las betas calculadas he utilizado la beta 150 con el índice del Ibex 35. He estimado el RCMV (véase **gráfico 3**) con los datos disponibles hasta la fecha. Este RCMV que he estimado lo he aplicado hasta la fecha de vencimiento del contrato de futuros, que es el tercer viernes del mes de enero de 2011. Entonces entendemos que el RCMV hasta la fecha de vencimiento será constante. Llegada la fecha de vencimiento he vuelto a realizar la estimación del RCMV con los datos históricos de la base de datos manteniendo el mismo tamaño de la muestra. Este proceso se va a ir repitiendo a lo largo de 18 vencimientos (junio del 2012). En el momento que tuve todos los vencimientos calcule el riesgo de la cartera. Este riesgo de la cartera lo he calculado de dos formas:

- Calculando las pérdidas y ganancias en cada fecha de vencimiento y posteriormente calcular la varianza de los resultados.
- Calcular el rendimiento diario de la cartera y posteriormente la varianza de los resultados.

Este proceso descrito anteriormente lo he hecho también con cobertura estática, "Naive" y sin cubrir, he comparado las diversas varianzas obtenidas y he sacado conclusiones

Gráfico 3: Evolución del RCMV según las diferentes estrategias de cobertura



Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados obtenidos con el Excel

Para la cobertura estática, el cambio introducido es que el valor del RCMV obtenido para el primer contrato de futuros en fecha 01/01/2011 lo he utilizado para el resto de contratos, por lo que es constante en los 18 vencimientos.

En el caso de la cobertura "Naive", he fijado un valor de la beta=1, con lo que en este caso no consideramos la existencia de riesgo de base. Para acabar la cartera sin cubrir es el valor que calculamos anteriormente, donde no se le practica ningún tipo de cobertura.

Con todo esto he comparado las distintas varianzas en los diferentes tipos de cobertura de cartera y los resultados han sido los que pondré a continuación empezando por los cálculos de las 18 compras de contrato de futuros en cobertura dinámica:

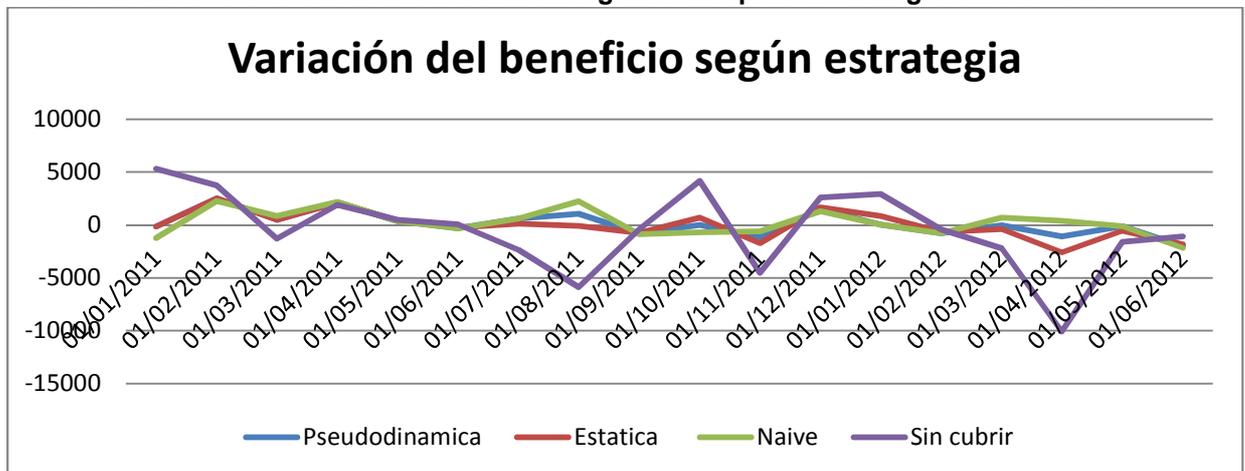
El riesgo de la cartera calculado al vencimiento de cada contrato de futuro

- Todos los cálculos se han realizado con la Beta de 150 días.
- En primer lugar, tal como como habría esperar la estrategia de cobertura Dinámica (Pseudo-dinámica ya que no sea realiza a diario) es la que menor riesgo supone para nuestra cartera, ya que su desviación típica o la variación del beneficio la cartera es la más pequeña de todas las estrategias planteadas.
- En segundo lugar, el caso de esta cartera, la estrategia que menos riesgo de variación del beneficio de la cartera después de la estrategia dinámica es la estrategia "Naive", donde se supone que el riesgo de base es igual a 1 (es decir la cartera varía exactamente igual que el índice de referencia: Ibex-35).
- En tercer lugar, tenemos la estrategia estática, donde es necesario recalcar que el aumento de riesgo de variación del beneficio de la cartera de esta estrategia con las dos primeras es muy pequeño comparándolo con cuando se decide no cubrir la cartera, donde la diferencia es más del doble.
- En resumen la estrategia con menos riesgo es la dinámica, seguida de con un aumento del 7% del riesgo por la "Naive", en tercer lugar tendríamos a la estática con un aumento del riesgo del 15% sobre la dinámica y en último lugar tenemos la cartera sin cubrir con un riesgo añadido del 231% sobre la estrategia dinámica.
- Tal como podemos ver en el gráfico de más abajo, la estrategia que más cambios ha tenido en el número de contratos de futuros a vender es la estrategia dinámica (pasa de 5 contratos al principio a entre 6 y 7 contratos posteriormente), seguida de la "Naive" (varía entre 6, 7 y 8 contratos) y por último tenemos la estática (que permanece todo el periodo de tiempo con 5 contratos).

Análisis del beneficio de la cartera

Tal como podemos observar en el **gráfico 4** las dos estrategias con menor volatilidad en el beneficio de la cartera son primero la Pseudo-dinámica seguida por muy poco por la "Naive". Mientras que podemos ver más claramente la diferencia entre las dos primeras y la tercera, la cobertura estática, ya que esta tiene mayor volatilidad y se puede apreciar mejor en el gráfico. Por último, tenemos la cartera sin cubrir, donde se observa claramente la enorme volatilidad que tiene comparada con otras estrategias.

Gráfico 4: Evolución del beneficio obtenido según cada tipo de estrategia de cobertura



Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados obtenidos con el Excel

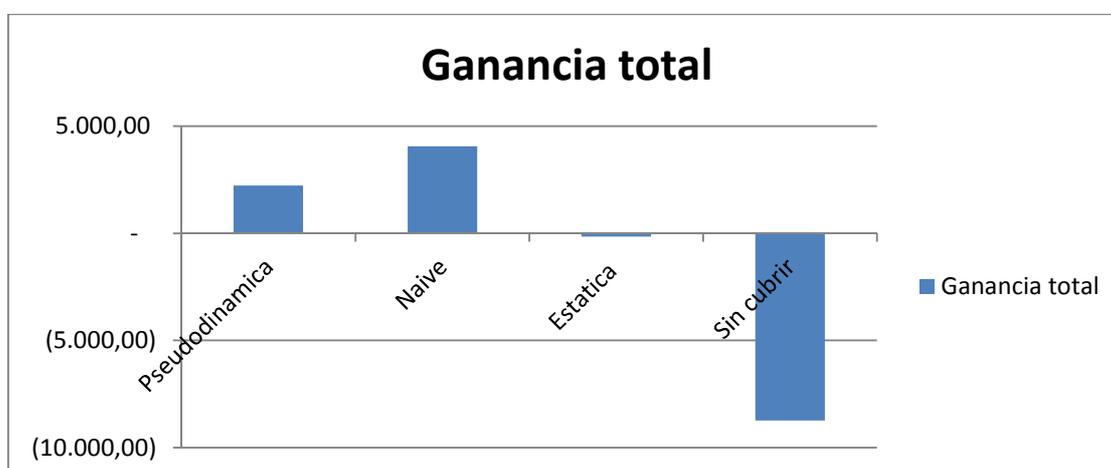
En la **tabla 6** recojo la suma total de ganancias/pérdidas durante los distintos vencimientos; es curioso ver que con la estrategia que se acumula más beneficio es la “Naive” con 4.063,18 mientras que en la pseudodinámica el beneficio asciende a 2.229,08. Como podíamos esperar la primera pérdida viene con la cobertura estática de -163,12. Por último, las pérdidas en la cartera sin cubrir superan los 8 mil euros, siendo muchos más grande que todas las anteriores. Aquí concluimos con un resultado que esperábamos y pone de manifiesto la utilidad de la cobertura con futuros.

Tabla 6: Resumen de las ganancias totales obtenidas según cada tipo de estrategia de cobertura

	Ganancia total
Pseudodinámica	2.229,08
Naive	4.063,18
Estática	- 163,12
Sin cubrir	- 8.724,12

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados obtenidos con el Excel

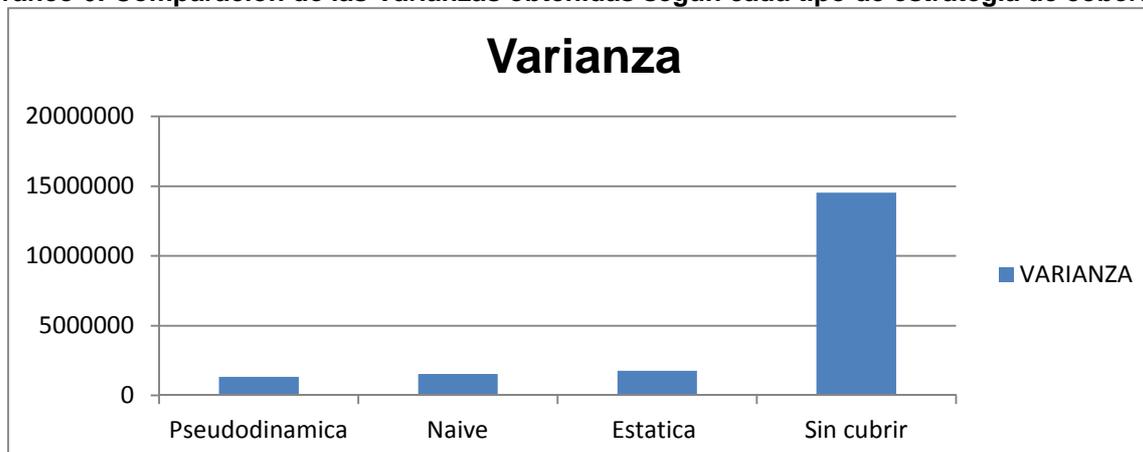
Gráfico 5: Comparación de las ganancias obtenidas según cada tipo de estrategia de cobertura



Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados obtenidos con el Excel

En el **gráfico 6** podemos comprobar las varianzas que tienen nuestras diferentes estrategias de cobertura, en él vemos ordenadas de menor a mayor el riesgo de cada tipo de cobertura dónde destaca el gran peligro de tener una cartera sin cubrir, encontramos otro motivo importante para cubrirnos con futuros.

Gráfico 6: Comparación de las Varianzas obtenidas según cada tipo de estrategia de cobertura



Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados obtenidos con el Excel

5.3.1 El riesgo de la cartera calculado a través de rendimientos diarios

Para calcular el riesgo de la cartera (véase **tabla 7**) a través de rendimientos diarios he utilizado usado la siguiente fórmula:

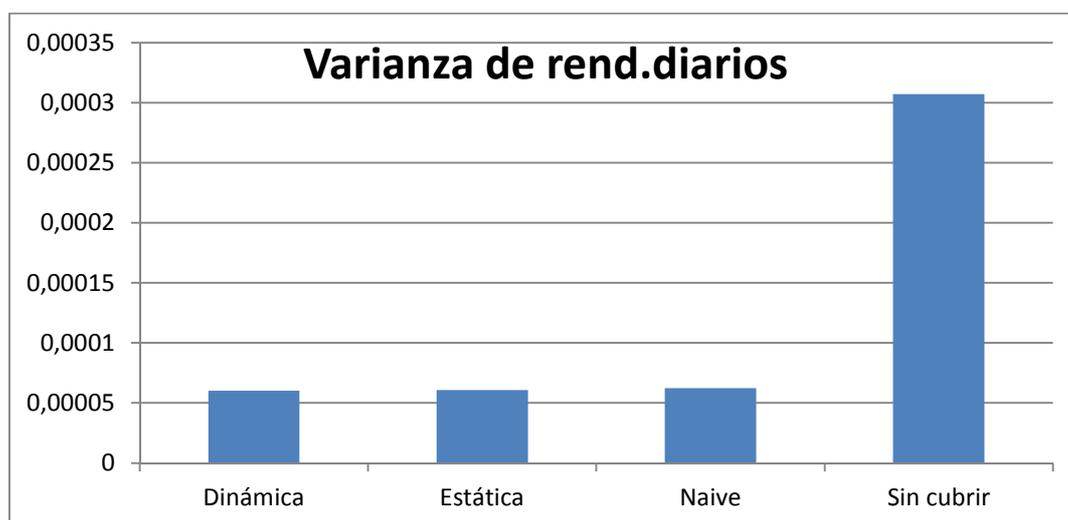
Riesgo cartera=Rendimiento de la cartera spot-beta de mercado (150 días) * Rendimiento del mini Ibex-35.

Tabla 7: Varianza y desviación típica según el tipo de estrategia de cobertura con rendimientos diarios

	Varianza	Desv.típica
Dinámica	0,0000602277	0,00776066
Estática	0,0000606494	0,00778778
Naive	0,0000624017	0,00789948
Sin cubrir	0,0003071319	0,01752518

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados obtenidos con el Excel

Gráfico 7: Comparación de las Varianzas obtenidas según cada tipo de estrategia de cobertura con rendimientos diarios



Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados obtenidos con el Excel

- En este caso la estrategia dinámica (véase **gráfico 7**), es completamente dinámica, ya que se recalcula todo diariamente, tanto las betas como el valor de la cartera y del futuro.
- Observamos, que la estrategia con menos riesgo sigue siendo la dinámica, seguida por muy poco por la estrategia Estática, con un 0,35% de diferencia. Seguidos ambos de la estrategia "Naive", con un riesgo de un 1,8% superior a la dinámica. Mientras que el rendimiento de la cartera sin cubrir tiene un 122% de riesgo añadido sobre la estrategia dinámica. El gráfico de más abajo, nos ilustra perfectamente las diferencias señaladas.
- Es importante tener en cuenta que las diferencias en el aumento de riesgo aplicando las diferentes estrategias es más bajo que el hallado en Resultado 3, por lo que podemos observar también la importancia del intervalo de rendimiento elegido.

6. Conclusiones

Existen diversas aproximaciones las cuales un inversor puede utilizar para determinar el RCMV. En muchos casos, tal como he explicado en el **apartado 2** (Revisión bibliográfica) los modelos matemáticos y econométricos más complejos requieren un amplio conocimiento en esta materia para poder estimarlos. En este proyecto nos hemos planteado qué aproximaciones podría utilizar un inversor particular sin conocimientos profundos en dicha metodología. Por otra parte creemos que la mayoría de estos inversores deberían conocer y entender mínimamente lo que están contratando, ya que una percepción errónea de los productos obtenidos puede desencadenar momentos de frustración en caso que la evolución de estos no sea la esperada.

En esta tesis realizamos una revisión en profundidad de las principales aproximaciones presentadas en los trabajos académicos más importantes publicados hasta la fecha. Hay que tener en cuenta que en la aplicación práctica sólo consideramos las aproximaciones que un inversor particular debería tener a su alcance, ya que los modelos econométricos son más entendibles. Concretamente estimamos la aproximación pseudo-dinámica (dinámica con los rendimientos diarios), estática, "Naive" y las comparamos con una cartera sin cubrir.

En la aproximación dinámica y estática es imprescindible estimar la Beta de cartera respecto al índice de mercado que hemos considerado (*Ibex 35*)

Tal como hemos comentado al principio del trabajo, hay varios determinantes para la estimación del riesgo de nuestra cartera (Índice seleccionado, Intervalo de tiempo para calcular la beta y el intervalo para calcular los rendimientos).

En el *resultado 1* hemos visto que para diferentes periodos de tiempo hemos obtenido diferentes betas, las cuales pueden llegar a tener cambios significativos entre ellas, lo que nos indica la relevancia que tiene el periodo de tiempo que seleccionemos para nuestra beta.

En el *resultado 2* hemos calculado el RCMV para saber el número de contratos a vender de futuros del Ibex-35 para poder tener una cobertura óptima de nuestra cartera.

En el *resultado 3* hemos calculado el beneficio de nuestra cartera aplicando tres estrategias de cobertura y comparándola con la cartera sin cubrir en los vencimientos del futuro del Ibex-35. El resultado obtenido, nos indica que para esta cartera la estrategia dinámica es la que más minimiza la volatilidad del beneficio o pérdidas nuestra cartera, seguida por muy poco de la estrategia "Naive" donde se considera que el riesgo de base es igual a 1. En tercer lugar, tenemos a la estrategia estática estando la volatilidad más cerca de las dos primeras que de la cartera sin cubrir, donde la volatilidad es mucho mayor.

En cuanto a la varianza obtenida a través de los rendimientos diarios, hemos observado que las diferencias de volatilidad se acortan entre las tres primeras estrategias, aunque la estrategia "Naive" y estática cambien de orden, dónde ahora es la estrategia estática que ocupa el segundo lugar en el ranking de menor volatilidad, mientras que la cartera sin cubrir sigue teniendo muchísima volatilidad comparada con una cartera cubierta.

A partir de los resultados obtenidos y cómo conclusión general podemos decir que el rango de tiempo para hallar la beta, el intervalo del cálculo del rendimiento, el índice de comparación (visto en *Damoradan*) y la elección de la estrategia de cobertura tienen una gran relevancia en los rendimientos o beneficios de nuestra cartera.

Los resultados obtenidos en las varianzas de rendimientos diarios son los que podíamos esperar antes de realizar este trabajo empírico según los resultados hallados en trabajos anteriores como se puede comprobar en la literatura que he resumido en apartados anteriores de este estudio. No obstante no puedo decir lo mismo de las varianzas calculadas según los vencimientos de los contratos de futuros ya que en este caso la cobertura "Naive" ((1:1), por tanto sin considerar la beta) ocupa el segundo lugar, cuando se supone que es la cobertura más simple dentro de las coberturas posibles y por lo tanto la que mayor riesgo (varianza debería tener).

Esto se puede explicar por el hecho de que consideramos muy pocos periodos (vencimientos) en nuestra cobertura y por lo tanto pueden ocurrir estos sucesos. De todas maneras la conclusión principal que debemos sacar es que los modelos más complicados mejoran, a veces, los resultados, pero que estas

mejoras desde un punto de vista del ciudadano de a pie no tienen efectos prácticos, ya que requiere unos conceptos matemáticos y econométricos avanzados que muy poca gente conoce para las mejoras que este tipo de coberturas consigue.

Relacionando esta serie de conclusiones con el trabajo de Demiguel, Garlappi y Uppal (2007), vemos que se cumplen las predicciones que teníamos sobre su trabajo de diversificación de carteras, ya que en el trabajo que he realizado ocurre lo mismo. Con esto quiero decir que los modelos más complejos en base a matemáticas y econometría no mejoran los resultados sustancialmente como para ponerlos en práctica, ya que ni es una mejora notable sobre la cobertura "Naive" (la más sencilla, consistente en fijar un valor del RCMV igual a la unidad donde no se considera la existencia del riesgo de base) ni se cumple siempre, ya que se obtienen resultados similares en términos de riesgo (minimización de la varianza).

Este trabajo se podría mejorar de varias formas: incrementando el número de vencimientos de contratos de futuros para calcular las diferentes coberturas, añadir otros parámetros para medir la efectividad de las coberturas, hacer el mismo estudio con otros índices (S&P, Eurostoxx 50...), añadir otras estrategias de cobertura más complicadas en términos de estadística y matemática etc.

Cedo este trabajo para posibles ampliaciones y nuevos hallazgos que puedan mejorar el bienestar de los inversores particulares, ya que son ellos los que menos conocimientos tienen sobre esta materia y más posibilidades tienen de malinterpretar las explicaciones de los profesionales.

7. Bibliografía

- Ang, A. y Timmermann, A. (2011). Regime Changes and Financial Markets. *Annual Review of Financial Economics*, Annual Reviews, vol. 4(1), pages 313-337
- Aragó, V. (2009). Teorías sobre cobertura con contratos de futuro. *Cuadernos de Economía*, 28(50).
- Damodaran, A. (1999). Estimating Risk Parameters. World Bank working paper.
- Demiguel, V., Garlappi, L y Uppal, R. (2007). Optimal Versus Naive Diversification: How Inefficient is the 1/N Portfolio Strategy?. *The Review of Financial Studies*, Vol. 22, nº 5.
- Ederington, L. (1979). The hedging performance of the new futures markets. *Journal of Finance*, 34, 157-170
- Harris, R. D. F., Shen, J. y Stoja, E (2009). The Limits to Minimum-Variance Hedging. *Journal of Business Finance & Accounting*, 37(5) & (6), 737–761.
- Hung, J-C. (2015). Evaluation of realized multi-power variations in minimum variance hedging. *Economic Modelling*, 51, 672–679
- Lai, Y-H. (2016). Hedge ratio prediction with noisy and asynchronous high-frequency data. *The Journal of Futures Markets*, 36, 295–314
- Markopoulou, C.E. (2016). Realized hedge ratio: Predictability and hedging performance. *International Review of Financial Analysis*, 45, 121–133
- McMillan, D. G. y Quiroga, R. (2010). Realized hedge ratio properties, performance and implications for risk management: evidence from the Spanish IBEX 35 spot and futures markets. *The Journal of Risk*, 4, 33–48
- Meneu, V. y Torró, H. (2003). Asymmetric covariance in spot-futures markets. *The Journal of Futures Markets*, o IV. 23, No. 11, 1019–1046
- Salvador, E. y Aragón, V. (2014). Measuring hedging effectiveness of index futures contracts: do dynamic models outperform static models? A regime-switching approach. *The Journal of Futures Markets*, Vol. 34, No. 4, 374–398
- Sheu, H-J y Lai, I-S. (2009). The incremental value of a futures hedge using realized volatility. *The Journal of Futures Markets*, Vol. 30, No. 9, 874–896
- Sheu, H-J y Lai, I-S. (2014). Incremental value of a futures hedge using realized ranges. *The Journal of Futures Markets*, Vol. 34, No. 7, 676–689
- Taylor, N. (2015). Roll strategy efficiency in commodity futures markets. *Journal of Commodity Markets*, 1, 14–34
- Ubukata, M. y Watanabe, T. (2015). Evaluating the performance of futures hedging using multivariate realized volatility. *J. Japanese Int. Economies*, 38, 148–171
- Working (1953). Futures trading and hedging. *American Economic Review*, 43, 314-343.