

Hipòlit Torró
i Enguix

Departament d'Economia
Financera i Matemàtica.
Universitat de València

EVOLUCION TEMPORAL DE LA RAZON DE COBERTURA. UNA APLICACION AL IBEX-35 (*)

Resumen.—1. *Introducción.*—2. *Criterios de cobertura.*—3. *Datos y metodología.*—4. *Efecto de la duración de la cobertura*—5. *El efecto vencimiento (maturity effect).*—6. *Convergencia de la base.*—7. *Conclusiones.*—*Bibliografía citada*

RESUMEN

EN este trabajo se analiza el problema de la cobertura de la rentabilidad de carteras de renta variable con contratos de futuro para un período de tiempo determinado desde un punto de vista dinámico. En concreto, se analiza el efecto que tienen sobre la razón de cobertura la duración de la cobertura y el tiempo que falta para el vencimiento del contrato de futuro utilizado en la operación de cobertura. Este análisis se aplica a los contratos de futuro sobre ibex-35 para la cobertura de valores de renta variable que coticen en el mercado español.

PALABRAS CLAVE: Ibex-35, cobertura, base, razón de cobertura, ratio de cobertura, efectividad de la cobertura, cobertura dinámica, futuros sobre ibex-35, contratos de futuro sobre ibex-35, duración de la cobertu-

(*) Quisiera agradecer los valiosos comentarios aportados por los profesores D. Elisei Navarro Arribas y D. Vicente Meneu Ferrer. Todos los errores que puedan haber son únicamente de mi responsabilidad.

ra, efecto vencimiento, «maturity effect», «hedging», «hedge», «hedging ratio», convergencia de la base.

1. INTRODUCCION

Los dos criterios más extendidos, tanto en la teoría como en la práctica, en la elección de la razón de cobertura de carteras de renta variable con futuros sobre índice son el coeficiente beta y la razón de cobertura de mínima varianza (RCMV), los cuales se presentan al inicio del texto. La exposición prosigue con algunos comentarios sobre los datos utilizados y los problemas metodológicos que presenta su tratamiento. Seguidamente, se estudia el dinamismo de la cobertura abordando dos aspectos fundamentales. El primero es si la posición a tomar en el mercado de futuro debe ser la misma para períodos de cobertura de diferente duración, o si, por el contrario, debe tener algún comportamiento específico. Un segundo aspecto es el efecto vencimiento («maturity effect»), es decir, la variación de la razón de cobertura a medida que el vencimiento del contrato de futuro utilizado en la operación de cobertura se hace más cercano. La razón de este comportamiento estriba en el efecto de la disminución del riesgo de base a medida que se acerca la fecha de vencimiento del contrato de futuro utilizado para cubrir la cartera ya que, al menos teóricamente, el precio de cierre del contrato de futuro debe coincidir con el del subyacente.

2. CRITERIOS DE COBERTURA

Podemos definir la rentabilidad de una cartera sin cubrir, R_s , la «rentabilidad» del contrato de futuro sobre índice, R_f , y la rentabilidad del propio índice bursátil, R_I , para un período de cobertura $[0, t]$, respectivamente, de la siguiente manera:

$$\tilde{R}_s = \frac{\tilde{V}_t - V_0 + \tilde{D}_s}{V_0}$$

$$\tilde{R}_I = \frac{\tilde{P}_I^1 - P_I^0}{I_0}$$

$$\tilde{R}_I = \frac{\tilde{I}_T - I_0}{I_0} \quad [3]$$

Donde V_0 , V_t son los valores de mercado iniciales y finales para una cartera, D_s los dividendos acumulados de la cartera hasta t , P_t^I y P_0^I son los precios del contrato de futuro en el momento t y el momento 0 respectivamente, I_0 y I_t la cotización del índice (subyacente del contrato de futuro) en el momento 0 y t respectivamente, en último lugar el símbolo \sim indica que son variables aleatorias.

La rentabilidad de una cartera cubierta, con N futuros (1) la expresamos:

$$\begin{aligned} \tilde{R}_c &= \frac{(\tilde{V}_T - V_0 + \tilde{D}_s) - N(\tilde{P}_T^I - P_0^I)}{V_0} = \\ &= \tilde{R}_s - \left(\frac{NI_0}{V_0}\right) \cdot \left(\frac{\tilde{P}_T^I - P_0^I}{I_0}\right) = \tilde{R}_s - h\tilde{R}_I \end{aligned} \quad [4]$$

Donde h representa la razón de cobertura, es decir, el número de contratos de futuro que vendemos para cubrir la cartera en el mercado contado, expresado de forma unitaria, y que puede entenderse (2) como el número de contratos de futuro que incorporamos a la cartera.

II) PRIMER CRITERIO: LA RAZÓN DE COBERTURA DE MÍNIMA VARIANZA (RCMV)

De la ecuación anterior podemos obtener la varianza de la rentabilidad de la cartera:

$$\sigma_c^2 = \sigma_s^2 + h^2 \sigma_I^2 - 2h\sigma_{sI} \quad [5]$$

(1) N representa el número de contratos de futuro vendidos, siempre y cuando un contrato de futuro tenga como subyacente el índice contado expresado en pesetas; en caso contrario los valores se tendrían que homogeneizar.

(2) Si multiplicamos el valor de la posición inicial por h , y dividimos por el valor del subyacente del contrato de futuro en el momento inicial.

Donde σ_c^2 , σ_s^2 , σ_f^2 representan respectivamente la varianza de la rentabilidad de una cartera cubierta, la varianza de la rentabilidad de una cartera sin cubrir y la varianza de la «rentabilidad» de una posición en el mercado de futuros. Finalmente, σ_{sf} representa la covarianza entre la rentabilidad de la posición en futuros y la rentabilidad de la posición contado.

Si derivamos la expresión anterior respecto a h , igualando a cero y despejando h obtenemos la razón de cobertura de mínima varianza (RCMV), $h^* = \sigma_{sf} / \sigma_f^2$. Esta es la razón de cobertura a tomar por aquellos inversores con una aversión al riesgo máxima.

Ofrecemos a continuación una forma alternativa de expresar la RCMV, que permite relacionarla con el riesgo de base [Castelino, 1992, pp. 187-201], elemento fundamental del concepto de dinamismo en la cobertura. Partiendo de la expresión:

$$E(\tilde{C}) = [E(\tilde{P}_c^2) - P_c^1] - h [E(\tilde{P}_f^2) - P_f^1] \quad [6]$$

Siendo $E(C)$ es la esperanza del incremento de precios de una cartera con una posición (larga) unitaria en el mercado contado y una posición (corta) unitaria en el mercado de futuro (subyacente del contrato de futuro idéntico al activo poseído en la posición al contado), P_c^2 y P_c^1 son los precios unitarios de la posición en el mercado de contado en el momento t_2 y t_1 , respectivamente, P_f^2 y P_f^1 precios unitarios de la posición en el mercado de futuros en el momento t_2 y t_1 , respectivamente, finalmente el símbolo \sim indica que se trata de variables aleatorias.

Si ahora sumamos y restamos $[E(P_f^2) - P_f^1]$ y definimos la base en el momento t , como (3) $B_t = [P_f^1 - P_c^1]$, la expresión anterior queda:

$$E(\tilde{C}) = [B_t - E(\tilde{B}_2)] + (1 - h) [E(\tilde{P}_f^2) - P_f^1] \quad [7]$$

La expresión de la varianza de la cartera cubierta queda:

$$VAR(\tilde{C}) = VAR(\tilde{B}_2) + (1 - h)^2 VAR(\tilde{P}_f^2) - 2(1 - h) COV(\tilde{B}_2, \tilde{P}_f^2) \quad [8]$$

(3) Mientras no se diga lo contrario, entenderemos que el precio futuro hace referencia, tanto para el cálculo de la base como para otros cálculos, al contrato entregable a un vencimiento más cercano.

Derivando respecto a h e igualando a cero, se llega a la siguiente expresión de la RCMV (4) para un período de cobertura de longitud $[0, t]$, $h^*_{[0,t]}$:

$$h^*_{[0,t]} = 1 - \frac{\rho_{Bf_{[0,t]}} \sigma_{B_{[0,t]}}}{\sigma_{f_{[0,t]}}} \quad [9]$$

Donde $\rho_{Bf_{[0,t]}}$ es el coeficiente de correlación entre la base y el precio del contrato de futuro para períodos de cobertura de longitud $[0, t]$ y $\sigma_{B_{[0,t]}}$, $\sigma_{f_{[0,t]}}$ son respectivamente la desviación estándar de la base y de los precios futuros para períodos de cobertura de longitud $[0, t]$. Siendo la fecha «0» y la fecha «t» ($0 < t < T$) el momento de inicio y finalización de la cobertura respectivamente.

Teóricamente, si el riesgo de base es cero (un mercado en que la base es perfectamente previsible) entonces la RCMV, según la ecuación anterior, es la unidad, pero si existe el riesgo de base, la RCMV tomará valores diferentes de la unidad. Así:

$$\begin{aligned} \text{Si } \rho_{Bf_{[0,t]}} < 0 &\text{ ----- } \rightarrow h^*_{[0,t]} > 1 \\ \text{Si } \rho_{Bf_{[0,t]}} > 0 &\text{ ----- } \rightarrow h^*_{[0,t]} < 1 \end{aligned}$$

En resumen, si el riesgo de base (σ_B) disminuye a medida que se acerca el vencimiento del contrato de futuro utilizado en la operación de cobertura [Castelino *et al.*, 1982, pp. 195-206], la RCMV tomará, «ceteris paribus», valores cada vez más próximos a la unidad a medida que la fecha de finalización del período de cobertura (t) esté más cerca de la fecha de vencimiento del contrato de futuro utilizado en la operación de cobertura (pues el subyacente del contrato de futuro es idéntico, en nuestro caso, a la cartera que estamos cubriendo).

(4) Los precios, tanto de los futuros como de las posiciones largas en contado, se consideran aleatorios en los momentos intermedios entre el vencimiento del contrato de futuro, T , y el momento actual, 0 . Entonces, la base en cualquier momento intermedio del intervalo $[0, T]$, también tendrá carácter aleatorio. Consideramos « T » como el vencimiento del contrato de futuros más cercano y « t » un momento intermedio cualquiera entre « 0 » y « T ».

b) SEGUNDO CRITERIO: COEFICIENTE BETA DE LA CARTERA (β)

El segundo criterio de cobertura utilizado es el coeficiente beta (β_s) de la cartera «S» que estamos cubriendo respecto del índice «spot» «I», cuya expresión es:

$$\beta_s = \frac{\sigma_{SI}}{\sigma_I^2} \quad [10]$$

Donde σ_{SI} , es la covarianza entre la rentabilidad de la cartera «S» y la rentabilidad del índice «I» y σ_I^2 es la varianza de la rentabilidad del índice bursátil. En este caso, como la cartera que estamos cubriendo replica perfectamente el índice, el valor que tomará la beta es la unidad.

3. DATOS Y METODOLOGIA

Los datos utilizados han sido facilitados por *MEFF Renta Variable*, en concreto las cotizaciones de cierre y volúmenes de contratación del ibex-35 y de los contratos de futuro sobre ibex-35 abiertos en cada fecha. Los datos van desde el 14 de enero 1992 (apertura del mercado) al 18 de junio de 1993, fecha en la cual vencía el último contrato de futuro utilizado. Los datos han sido tratados con Lotus 123 versión 3. Las regresiones han sido hechas con el paquete informático Micro TSP versión 7.03.

Un problema que se planteó antes de iniciar el estudio, fue el procedimiento de cálculo de la rentabilidad del contrato de futuros. En la doctrina no parece haber un acuerdo unánime para su cálculo, ya que no se necesita una inversión inicial (si obviamos el depósito de garantía). La tendencia más general, es la que recogemos en la ecuación (2) [Figlewski, 1985, pp. 183-189].

Sin embargo, existe otra forma de calcularla, similar a la anterior, en la que en el denominador se sustituye el precio del índice o subyacente en el momento inicial por el precio del contrato de futuro en el momento inicial [Zulaica *et al.*, 1992, pp. 57-90]. Esta última metodología la hemos señalado con RCMV' (h'), donde el apóstrofe (') quiere significar que l.

rentabilidad del índice utilizada ha sido calculada con esta segunda metodología.

En resumen, la rentabilidad de las posiciones unitarias en el mercado de futuros en un período $[0,t]$ se calculan de las siguientes dos formas, expresadas en capitalización continua:

$$1) R_f = 1n[1 + \{(P'_t - P^0_t)/I_0\}] - 1$$

$$2) R'_f = 1n[P'_t/P^0_t] - 1$$

De momento, la doctrina no se decanta sobre la superioridad de ninguna de las dos posibilidades, si bien, el trasfondo de la elección radica [Larraga, 1990, p. 151] en decidir si merece la pena descontar el efecto del riesgo de base o no. Elegir la segunda supone estar dispuesto a depreciar el efecto del «cost of carry», lo cual no parece correcto.

Una cuestión paralela a la anterior que surge cuando se calcula la rentabilidad diaria es el tratamiento fines de semana o cualquier día que el mercado esté cerrado. Este es un problema muy debatido y, efectivamente: ¿cómo asignar al lunes la rentabilidad obtenida entre el cierre del viernes y el cierre del lunes? Como no hay una solución unánime, se ha decidido optar por dividir la rentabilidad obtenida entre el número de días naturales que hay entre una cotización de cierre y la siguiente.

Un problema parecido surge con las rentabilidades de períodos superiores, pues, por ejemplo, las rentabilidades semanales se han calculado con las cotizaciones de cierre del último día hábil de la semana, lo cual olvida que hay semanas de negociación de lunes a viernes o de martes a viernes o bien de lunes a jueves, etc. En este último caso, hemos optado por asignar las rentabilidades a la semana natural que va de viernes a viernes. De este modo, si un viernes no es hábil, la rentabilidad de esa semana se incrementa con la parte alícuota de este «puente» o fin de semana de tres días y esta misma cuantía se resta a la semana siguiente de «ocho días».

El cálculo de la rentabilidad de las series del ibex-35 se ha efectuado con el incremento de logaritmos menos la unidad.

4. EFECTO DE LA DURACION DE LA COBERTURA

En este epígrafe hemos abordado una primera parte del dinamismo en la cobertura. En concreto, examinamos el problema de si los valores y la efectividad de las razones de cobertura son iguales para períodos a cubrir de diferente duración. Es decir, si nos encontramos en un punto de

terminado del tiempo y decidimos efectuar una cobertura, ¿utilizaremos la misma razón para cubrirse durante un mes que para cubrirse durante un día?

Las razones de cobertura se han estimado a partir de los siguientes modelos:

<i>Razón de cobertura</i>	<i>Regresión por MCO</i>
beta	$R_{\text{CART}} = a + \beta * R_{\text{ibex35}} + \text{pert. aleat.}$
RCMV	$R_{\text{CART}} = a + h * R_t + \text{pert. aleat.}$
RCMV'	$R_{\text{CART}} = a + h' * R'_t + \text{pert. aleat.}$

Por ejemplo, para calcular el coeficiente beta de una cartera de «n» títulos, calcularíamos la regresión por MCO (mínimos cuadrados ordinarios) de la rentabilidad de dicha cartera respecto a la rentabilidad del ibex-35. Según el período de referencia escogido para calcular la rentabilidad, estaremos calculando betas referenciadas para períodos de cobertura diferentes. Así, hemos efectuado el cálculo de las razones de cobertura para períodos (sin solapar) diarios, semanales, quincenales o bisemanales, y mensuales o tetrasemanales. De forma similar se procede para estimar la RCMV y la RCMV'. En las tablas n.º 1 y n.º 2 se muestran los resultados de cubrir una cartera idéntica a la del subyacente del contrato de futuro.

Antes de comentar los resultados, hay que aclarar que en las tablas aparecen unas filas que hemos llamado «estimación eficiente». No son otra cosa que las mismas estimaciones, pero hechas teniendo en cuenta un determinado comportamiento de la perturbación aleatoria.

Por ejemplo, si se estima la RCMV de una cartera cualquiera que se quiere cubrir con contratos de futuro sobre ibex-35, pero se encuentra que la regresión no tiene un estadístico Durbin-Watson significativo de no autocorrelación, podremos estimar la RCMV de la cartera suponiendo un comportamiento AR(1) de la perturbación aleatoria, con lo cual, obtendremos una RCMV diferente de la anterior. Esta «estimación eficiente» tan sólo la aceptaremos si mejora claramente las características de ajuste en cuestión, es decir: mejora el coeficiente de determinación, el DW, la significatividad del parámetro y al mismo tiempo el proceso supuesto para la perturbación aleatoria da parámetros significativos.

En todos los casos, no se ha calculado una estimación eficiente, pero hay veces donde la inicial ya es eficiente o bien no se puede encontrar

TABLA N.º 1
RAZONES DE COBERTURA PARA PERIODOS DE DIFERENTE DURACION

Razón de cobertura \ Período de cobertura	Período de cobertura			
	Diaria	Semanal	Bisemanal	Mensual
beta	1	1	1	1
RCMV	0,7974	0,8914	0,9325	0,9482
Estimación eficiente	0,8168 AR(1)	0,9296 MA(1)		0,9556 AR(1)
RCMV'	0,7952	0,8904	0,9312	0,9475
Estimación eficiente	0,8142 AR(1)	0,9273 MA(1)	0,9449 MA(1)	0,9557 AR(1)

TABLA N.º 2
BONDAD DEL AJUSTE POR MCO PARA PERIODOS DE COBERTURA DE DIFERENTE DURACION

Razón de cobertura \ Medidas de eficiencia	Período cobertura							
	Diaria		Semanal		Bisemanal		Mensual	
	R ²	DW	R ²	DW	R ²	DW	R ²	DW
beta								
RCMV	0,83	2,34(*)	0,94	2,51(*)	0,97	2,37	0,99	2,8(**)
Estimación eficiente ..	0,84	2,02	0,95	1,77			0,99	1,95
RCMV'	0,828	2,34(*)	0,94	2,53(*)	0,98	2,95(*)	0,98	2,76(**)
Estimación eficiente ..	0,833	2,02	0,95	1,78	0,99	1,96	0,99	1,99
Número de observaciones	349		73		36		17	

(*) Autocorrelación negativa según el estadístico DW, para un nivel de significación del 5%.

(**) Zona de duda de autocorrelación negativa del estadístico DW para un nivel de significación del 5%.

comportamiento a los residuos que mejore los resultados. Se ha probado de forma indiscriminada los siguientes comportamientos:

- AR(1) ARMA(1,1)
- AR(2) ARMA(1,2)
- MA(1) ARMA(2,1)
- MA(2) ARMA(2,2)

Como aclaración previa, también hemos de señalar que todos los parámetros calculados son significativos al 5 %, excepto algún caso debidamente señalado.

RESULTADOS

En la tabla n.º 1 en la fila correspondiente a la razón de cobertura beta se puede apreciar que en todos los casos nos da un valor unitario, debido a que se está calculando la beta de una cartera que simula perfectamente el ibex-35 con respecto al propio ibex-35. El coeficiente de determinación y el estadístico DW correspondientes son 1 y 2 respectivamente. Estos últimos, no se han insertado en la tabla n.º 2 porque no tiene sentido calcular la regresión de una variable sobre ella misma.

En la tabla n.º 1 podemos apreciar cómo la razón de cobertura se incrementa con la duración (confirmando los resultados de [Figlewski, 1985, pp. 183-199] y [Lindahl, 1992, pp. 33-53]).

Otro resultado interesante es la práctica igualdad entre $RCMV$ y $RCMV'$, la diferencia aparece en el tercer decimal. Igualmente destaca el aumento de la efectividad con la duración de la cobertura, véase [Lindahl, 1992, pp. 33-53]. La explicación a este último fenómeno se puede explicar a partir de que el proceso de actualización de la información por parte de los dos mercados es más parecida para períodos largos que para períodos cortos, véase [Chan, 1992, pp. 132-152].

5. EL EFECTO VENCIMIENTO (MATURITY EFFECT)

En este apartado se trata una segunda vertiente de la dinámica de la cobertura. Se intenta responder a la siguiente pregunta: ¿es razonable pensar que a medida que se acerca el vencimiento del contrato de futuro incorporado a la cartera en la operación de cobertura, la razón de cobertura ha de ir modificándose por efecto de la disminución del riesgo a base, acercándose a la beta de la cartera que estamos cubriendo?

En primer lugar, hemos construido series de rentabilidades, semanales o bisemanales, que estén a diferente distancia temporal del vencimiento del contrato de futuro más cercano y sin que se solapen. Así, por ejemplo, si queremos calcular cuál es la razón de cobertura semanal en un momento que se encuentra a cuatro semanas del vencimiento, lo que haremos es construir una serie de rentabilidades semanales referidas

momentos situados a cuatro semanas del vencimiento del contrato de futuro más cercano. Esta metodología se sigue para todos los contratos de futuro de que disponemos y para las carteras que queremos cubrir.

RESULTADOS

En la tabla n.º 3 podemos ver cómo, efectivamente, la razón de cobertura no permanece constante a lo largo de la vida del contrato de futuro

TABLA N.º 3

RAZONES DE COBERTURA SEMANALES PARA DIFERENTE LEJANIA DEL VENCIMIENTO DEL CONTRATO DE FUTURO UTILIZADO

Momento de inicio de la cobert. t Razones de cobertura	4 semanas para el vencimiento $t < T$	3 semanas para el vencimiento $t < T$	2 semanas para el vencimiento $t < T$	1 semana para el vencimiento $t = T$
beta	1	1	1	1
RCMV	0,8554	0,8736	0,9810	0,9403
RCMV'	0,8519	0,8676	0,9811	0,9465

TABLA N.º 4

BONDAD DEL AJUSTE POR MCO PARA PERIODOS DE COBERTURA SEMANALES DE DIFERENTE LEJANIA DEL VENCIMIENTO DEL CONTRATO DE FUTURO UTILIZADO

Razones de cobertura	Tiempo que queda hasta vencimiento							
	4 semanas para el vencimiento $t < T$		3 semanas para el vencimiento $t < T$		2 semanas para el vencimiento $t < T$		1 semana para el vencimiento $t = T$	
Medidas de efectiv.	R ²	DW	R ²	DW	R ²	DW	R ²	DW
beta								
RCMV	0,89	2,00	0,96	1,48	0,93	1,64	0,95	2,51
RCMV'	0,90	2,00	0,96	1,42	0,94	1,66	0,97	2,56

Número de observaciones de cada muestra: 16.

en un período de cobertura de varias semanas, véase [Lindahl, 1992 pp. 33-53]. La tendencia al crecimiento de la razón de cobertura se mantiene hasta una semana antes del vencimiento, en la cual, al menos teóricamente, tendría que estar muy cercana de la unidad, pues la beta del subyacente del contrato es la unidad y a medida que se acerca el vencimiento, el riesgo de base disminuye y se acerca más al valor de la beta en este caso unitaria, véase [Figlewski, 1984, pp. 657-659].

Sin embargo, la RCMV disminuye la última semana antes del vencimiento, truncando la tendencia al crecimiento hacia la unidad, lo que indica una posible falta de eficiencia, ya que en la última semana antes del vencimiento la RCMV se tendría que acercar más a la beta de la cartera que estamos cubriendo, en este caso la unidad, siempre y cuando se confirme la disminución del riesgo de base a medida que el vencimiento se hace más cercano.

Esta ineficiencia puede estar causada por el hecho de que en la última semana de vida del contrato con vencimiento más cercano, las operaciones tienden a realizarse con el contrato futuro con el segundo vencimiento más cercano, tal y como se deduce de la observación de los volúmenes de contratación en la última semana antes del vencimiento del contrato. Durante esta semana los volúmenes de contratación de los contratos futuros con el segundo vencimiento más cercano superan en muchos casos a los del vencimiento más cercano, pero no parece que esta sea razón suficiente para la no convergencia hacia la beta de la RCMV, a no ser que en este mercado se confirme la tesis, véase [Samuelson, 1965, pp. 41-50] según la cual los futuros se hacen más volátiles al acercarse al vencimiento, con lo que cabría esperar un incremento del riesgo de base y por tanto, un alejamiento de la unidad de la RCMV.

Un aspecto a destacar es el hecho de que los coeficientes de determinación no siguen ninguna tendencia clara a aumentar, lo que puede estar causado por falta de una muestra suficientemente grande.

En las tablas n.º 5 y 6 se recogen los resultados de un análisis idéntico pero para períodos de dos semanas. De estas tablas tan sólo destacar que no hay nada concluyente ya que podemos apreciar subidas y bajadas de forma impredecible tanto de las razones de cobertura como de los coeficientes de determinación.

TABLA N.º 5

RAZONES DE COBERTURA BISEMANALES PARA DIFERENTE LEJANIA DEL VENCIMIENTO DEL CONTRATO DE FUTURO UTILIZADO

Razones de cobertura	Momento de inicio de la cobertura	2 quincenas para vencimiento $t < T$	1 quincena para vencimiento $t = T$
	beta		1
RCMV		0,9024	0,9420
RCMV'		0,9458	0,9385
N.º observaciones.....		17	17

TABLA N.º 6

BONDAD DEL AJUSTE POR MCO PARA PERIODOS DE COBERTURA BISEMANALES DE DIFERENTE LEJANIA DEL VENCIMIENTO DEL CONTRATO DE FUTURO UTILIZADO

Razones de cobertura	Medidas de efectiv.	Tiempo que queda hasta vencimiento T			
		2 quincenas para el vencimiento $t < T$		1 quincena para el vencimiento $t < T$	
		R^2	DW	R^2	DW
beta					
RCMV		0,88	2,09	0,94	1,37 (*)
RCMV'		0,98	2,59	0,972	1,159 (*)

(*) Zona de duda de autocorrelación positiva del estadístico DW. Nivel de significación: 5%.

6. CONVERGENCIA DE LA BASE

Los gráficos n.º 1, 2 y 3, muestran cómo en momentos de crisis la base se invierte, tal y como se puede apreciar a raíz de la crisis del sistema monetario europeo en agosto y septiembre de 1992 y por tanto vemos cómo pasa de ser un mercado «normal» a un mercado invertido.

Si descomponemos la evolución de la base por contratos (gráficos n.º 4 a 11), podemos apreciar cómo, efectivamente, en todos los contratos la

GRAFICO N.º 1

COTIZACIONES DE CIERRE DEL IBEX35 Y DEL FUT. MAS CERCANO

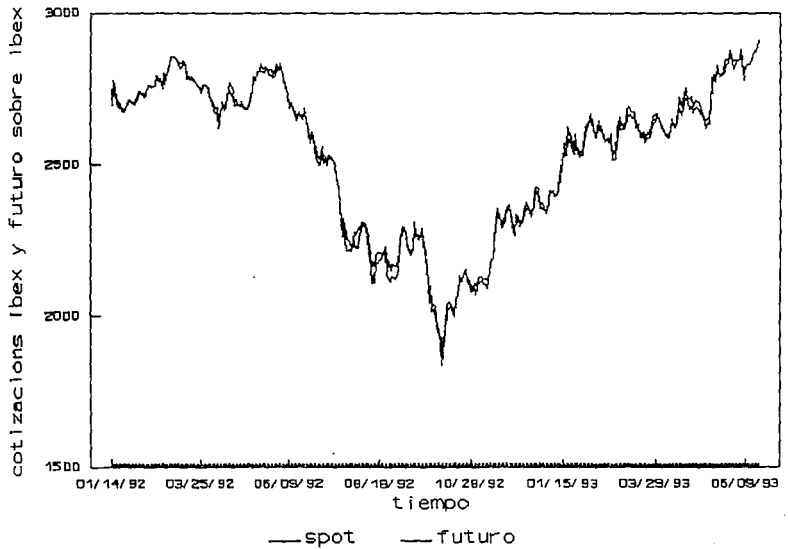


GRAFICO N.º 2

COTIZACIONES IBEX35 Y LA BASE X 10 (FUTURO - SPOT)

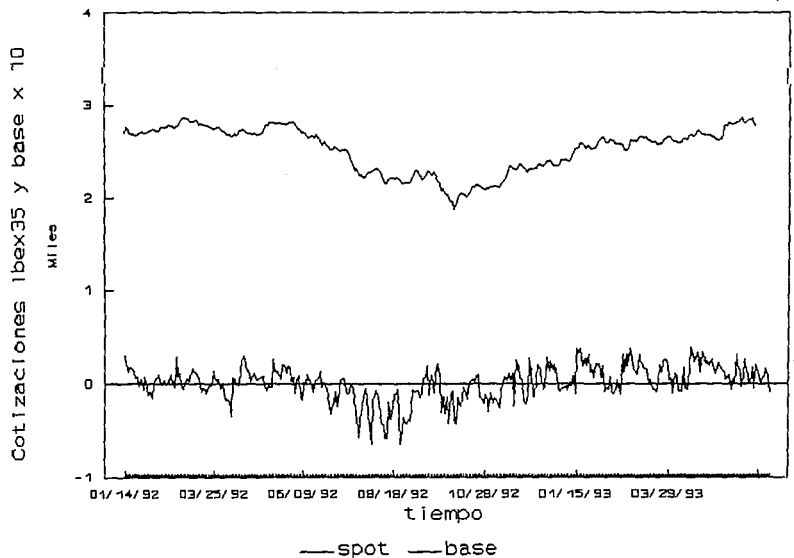
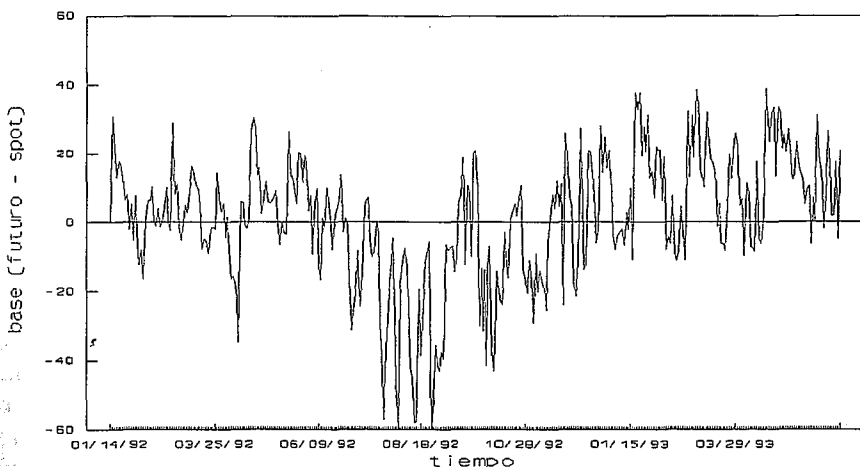


GRAFICO N.º 3
EVOLUCION TEMPORAL DE LA BASE



Se utiliza el futuro con vencimiento más cercano

base cambia de signo durante el último mes antes del vencimiento del contrato, lo cual por sí mismo indica que la base no tiene un comportamiento demasiado predecible, porque incluso el día de expiración del contrato no se anula, como teóricamente correspondería.

La convergencia a cero de la base al vencimiento del contrato de futuros es un hecho generalmente aceptado por la teoría. A pesar de todo, en la realidad y con futuros sobre índices especialmente, no es asumible totalmente. Para el período de estudio y en el día de vencimiento, el valor medio de la base representa un 0,19% del precio de liquidación al vencimiento. De esta manera se aprecia la no nulidad de la base a vencimiento, aunque sea por una cantidad muy pequeña. Para el resto de días el valor medio de la base representa un 0,59% sobre el precio futuro.

Lo que sí podemos afirmar de forma objetiva, es que la base, en término medio, disminuye un 67% a vencimiento. Pero, ¿significa esto una convergencia a cero de la base en el vencimiento del contrato de futuro? La respuesta no es sencilla.

Lo que corresponde averiguar, es si este es el porcentaje mínimo que el arbitraje no puede eliminar por los costes de transacción, lo cual requeriría un estudio exclusivo, o bien, una segunda posibilidad, que parece más verosímil y es el propio cálculo del precio de liquidación, el cual

para evitar movimientos especulativos, se calcula con una media de treinta cotizaciones entre las 16:15 y 16:45 del día de vencimiento del contrato, recogidas al final de cada minuto [MEFF-RV, circular 01/1992]. Los 15 minutos (5) de diferencia entre la hora de cierre del mercado continuo (17:00 h) y el precio de liquidación del contrato de futuro, junto al procedimiento de cálculo de este último, parece en principio la principal causa de la no convergencia de la base a cero en el vencimiento.

Los gráficos n.º 4 a 11 muestran la evolución de la base en el último mes de vida de ocho de los diecisiete contratos de futuro utilizados.

7. CONCLUSIONES

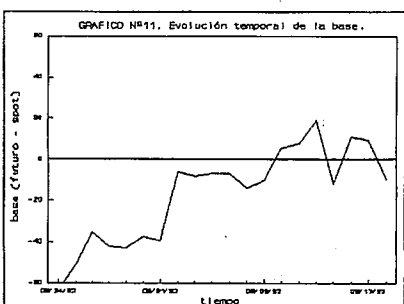
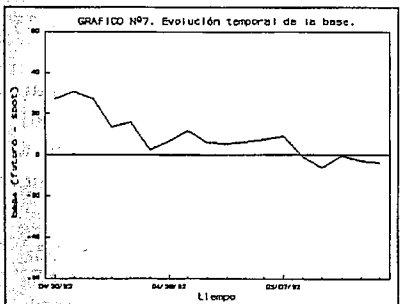
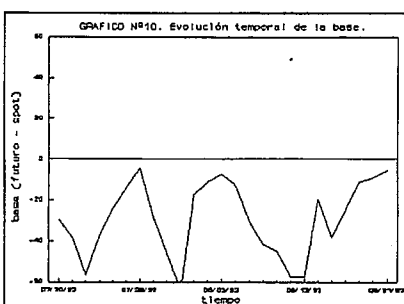
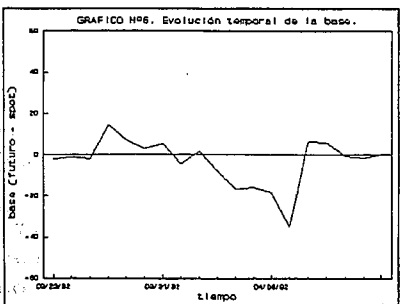
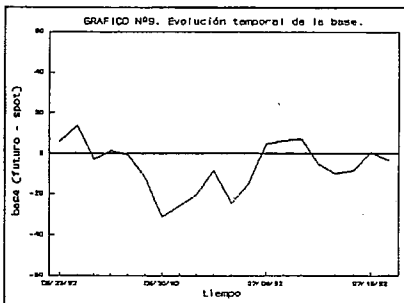
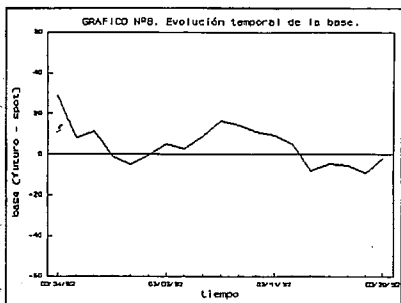
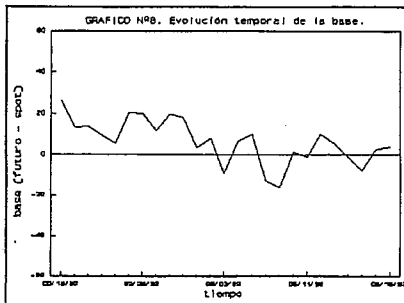
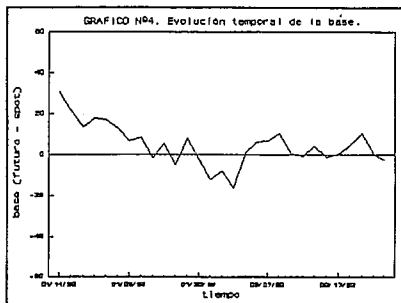
El estudio empírico realizado confirma la necesidad de que la cobertura sea dinámica (ver tablas n.º 1 a 6). La evidencia de que la cuantía de futuros sobre IBEX-35 (incluidos en una cartera que simula perfectamente el índice) ha de ir modificándose a medida que se acerca el vencimiento del contrato de futuro sobre IBEX-35 incorporado a la cartera, se puede constatar en la tabla n.º 3, donde la RCMV y la RCMV' tienden a la beta de la cartera correspondiente para períodos de cobertura semanales. A pesar de todo, la última semana se aprecia el quebrantamiento de la tendencia.

Este comportamiento obedece a dos razones fundamentales [véase Cakici *et al.*, 1991, pp. 441-452; Castelino *et al.*, 1982, pp. 195-206; Pilewski, 1984, pp. 657-669; Hill *et al.*, 1983, pp.403-413; Lindahl, 1992, pp.33-53]:

- a) La disminución del riesgo de base a medida que se acerca el vencimiento.
- b) La variación de las condiciones coyunturales que definen la evolución de las cotizaciones en un mercado financiero.

Sin embargo, esta convergencia está muy lejos de la observada en el trabajo de [Lindahl, 1992, pp. 33-53], en el cual la RCMV le aumentaba

(5) El 1 de abril de 1993 entró en vigor la circular 10/1993 por la que se modificó el horario de negociación de MEFF-RV, quedando fijada la apertura quince minutos antes del inicio del mercado continuo (10:45), y el cierre de la sesión, quince minutos después del cierre del mercado continuo (17:15). Esta circular no afecta al cálculo del precio de liquidación de los contratos a vencimiento.



un 1% cada semana y durante las diez últimas semanas antes del vencimiento del contrato de futuro utilizado para la cobertura de una cartera idéntica a la del subyacente. Cabe esperar que en estudios posteriores, con la obtención de una muestra superior y una mayor madurez del mercado español, se pueda obtener algún comportamiento de las razones de cobertura fácil de sistematizar y por tanto útil a efectos de coberturas reales.

En segundo lugar, de este estudio se deduce que la duración de la cobertura que queremos efectuar se ha de tener en cuenta. A mayor duración, más se acercan las RCMV a los valores de la beta y mayor es la efectividad (medida esta por el R^2 del modelo propuesto para el cálculo de la RCMV).

Así, en la tabla n.º 1 podemos apreciar cómo la razón de cobertura se incrementa con la duración, confirmando los resultados de [Figlewski, 1985, pp. 183-199; Lindahl, 1992, pp. 33-53].

También podemos decir que la efectividad aumenta con la duración de la cobertura, sin ninguna excepción, confirmando los resultados de [Lindahl, 1992, pp. 33-53]. Además, el incremento que se produce en la efectividad es mucho mayor al pasar de coberturas diarias a coberturas semanales (aprox. un 10%) que al pasar de coberturas bisemanales a coberturas mensuales (aprox. un 1%). Consultar la tabla n.º 2.

La razón de esta bajada del incremento de la efectividad para períodos de cobertura largos, nos la da [Chan, 1992, pp. 123-152]: el hecho de utilizar rentabilidades diarias hace que entre los dos mercados –futuro y contado– existan desincronizaciones, pues normalmente en el mercado de futuros se producen muchas más operaciones que en el mercado al contado.

Es decir, para que varíe la cotización del ibex-35 por efecto de un valor, integrante del mismo que tenga poca negociación, se necesita que se produzca alguna operación de compra o venta de este título en concreto; sin embargo, este mismo título cotiza implícitamente con cualquier operación hecha con el contrato de futuro financiero sobre el ibex-35 que se está utilizando en la operación de cobertura.

Otro resultado que puede deducirse de este análisis es que para el cálculo de las razones de cobertura mediante las ecuaciones señaladas anteriormente (ver apartado 4), los residuos del ajuste no tienen un buen comportamiento y están correlacionados. Por este motivo hemos recalculado las razones de cobertura mediante las regresiones que hemos llamado «estimaciones eficientes», con un comportamiento de los residuos diferente a ruido blanco. Así, incluso para coberturas diarias en las cuales tenemos más de trescientas observaciones, comprobamos cómo

produce un comportamiento de los residuos diferente del ruido blanco (AR(1) en concreto). La tabla n.º 1 muestra perfectamente este hecho.

Hay que señalar en cualquier caso, que este estudio ha tenido en cuenta los datos desde la apertura del mercado de futuros sobre índices, pues una muestra más pequeña invalidaría completamente el estudio. Si, por ejemplo, elimináramos los seis primeros meses de actividad de este mercado incipiente, como suelen hacer todos los estudios que tratan los mercados incipientes, nos encontraríamos con una muestra demasiado pequeña para poder tratarla. Así pues, los resultados obtenidos han de ser interpretados con cautela, siendo conveniente repetir el estudio con una muestra mayor, de cara a su posible confirmación.

Para terminar, decir a modo de curiosidad, que tal y como muestran las tablas, los dos procedimientos de cálculo de la rentabilidad de los contratos de futuro expuestos al inicio del presente estudio (ver apartado 2), no parecen tener ninguna consecuencia práctica, es decir, tienen casi el mismo comportamiento a efectos de cobertura, aunque teóricamente pueda ser un tema controvertido.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- CAKICI, N., and CHATTERJEE, S. (1991): «Pricing stock index futures with stochastic interest rate», *The journal of futures markets*, vol. 11, n.º 4, 441-452.
- CASTELINO, M. G. (1992): «Hedge effectiveness: basis risk and minimum-variance hedging», *The journal of futures markets*, vol. 12, n.º 2, 187-201.
- CASTELINO, M. G., and FRANCIS, J. C. (1982): «Basis speculation in commodity futures: the maturity effect», *The journal of futures markets*, vol. 2, n.º 2, 195-206.
- CHAN, K. (1992): «A further analysis of lead-lag relationship between the cash market and stock index futures market», *The review of financial studies*, vol. 5, n.º 1, 123-152.
- CIRCULAR 01/92 (1992): «Normas de contratación de opciones y futuros sobre Ibex 35. Anexo: normas técnicas para la composición y el cálculo del índice Ibex 35», *MEFF-RV*.
- CIRCULAR 10/93 (1993): «Modificación del horario de negociación», *MEFF-RV*.
- FIGLEWSKI, S. (1984): «Hedging performance and basis risk in stock index futures», *The journal of finance*, vol. XXXIX, n.º 3, 657-669.
- FIGLEWSKI S. (1985): «Hedging with stock index futures: theory and application in a new market», *The journal of futures markets*, vol. 5, n.º 2, 183-199.
- HILL, J.; LIRO, J., and SCHNEEWEIS, T. (1983): «Hedging performance of GNMA futures under rising and falling interest rates», *Journal of futures markets*, vol. 3, n.º 4, 403-413.
- LARRAGA LOPEZ, P. (1991): «Futuros sobre índice», *Cinco días* (suplemento del día 11 de junio de 1991, serie: «guía del inversor», n.º 3), cap. 5.
- LINDAHL, M. (1992): «Minimum variance hedge ratios for stocks index futures: duration and expiration effects», *The journal of futures markets*, vol. 12, n.º 1, 33-53.
- SAMUELSON, P. (1965): «Proof that properly anticipated prices fluctuate randomly», *Industrial management review*, Spring, 41-50.

ZULAICA GÁRATE, A., y CANADELL CASANOVA, E. (1992): «Estrategias de gestión de riesgo de carteras de renta variable española con futuros u opciones sobre índices bursátiles extranjeros», *Revista española de economía*, monografías: «Mercados financieros españoles». 57-90.