

¿ES POSIBLE DISTINGUIR UNA ESTRUCTURA DE COMPONENTES PARA LA VOLATILIDAD INTRADÍA DEL FUTURO IBEX 35?

Raquel Quiroga García

Universidad de Oviedo

El desarrollo de los diferentes mercados financieros y la importante volatilidad existente en los mismos, han provocado la aparición de numerosos estudios en el campo de los mercados financieros. Con este trabajo trataremos de analizar la estructura que presenta la volatilidad intradía del contrato de futuros sobre el IBEX 35. En los últimos años, algunos autores han contrastado que la volatilidad de los diferentes activos financieros se puede estructurar en dos componentes: un componente transitorio o de corto plazo, y otro permanente o de largo plazo. Para contrastar la presencia de estos componentes en la volatilidad intradía del futuro IBEX 35, recurriremos al modelo GARCH de componentes. Además, dado que dichos componentes están presentes en la volatilidad durante distintos periodos de tiempo, para analizar su persistencia calcularemos las vidas medias de cada uno de ellos. Esto nos permitirá comprobar para cada una de las frecuencias de observación si el componente de corto plazo domina el proceso de predicción, o si lo hace el de largo plazo.

Palabras clave: volatilidad intradía, mercado de futuros, modelos GARCH, estructura de componentes.

1. INTRODUCCIÓN

El objetivo de este trabajo es estudiar si la volatilidad intradía del futuro sobre el IBEX 35, presenta una estructura de componentes. En caso afirmativo, un cambio repentino en la volatilidad intradiaria tendría dos efectos: uno que estaría presente únicamente en el corto plazo, y otro que per-

manecería durante un periodo más largo. Este efecto sobre el corto plazo vendría recogido por un componente transitorio, mientras que el componente permanente recogería el efecto a largo plazo. La presencia de estos componentes nos indicaría la existencia de dos patrones de conducta diferentes para la volatilidad intradiaria: uno en base a los movimientos de los precios en el corto plazo y otro relacionado con los movimientos que afectan a los precios en el largo plazo. Sería entonces posible considerar que las variaciones en los precios, y por tanto, el comportamiento de la volatilidad, responden a diferentes razones en el corto y en el largo plazo. Es decir, que los precios se muevan en el corto plazo por determinados motivos (o noticias) dando lugar por tanto a un comportamiento brusco del componente transitorio, mientras que para que se produzca una variación continuada de los mismos en el largo plazo (es decir, un movimiento en la volatilidad que se mantendría durante un periodo largo de tiempo) tienen que darse otras causas (o noticias). Un ejemplo podría ser el siguiente: ante una noticia sobre los niveles de paro o de inflación de un país, el mercado reacciona en el corto plazo, provocando movimientos en los precios durante un periodo corto de tiempo, lo que da lugar a una mayor volatilidad en el corto plazo. No obstante si la noticia que se produce es un atentado como los trágicos sucesos del 11-S, el mercado reacciona bruscamente no sólo en un plazo inmediato, lo que lógicamente afectará a la volatilidad a corto plazo, sino también, dada la elevada incertidumbre que se genera, se observarán continuos ajustes en los precios (que durarán incluso varios días), lo que afectará en el largo plazo a la volatilidad.

La presencia de esta estructura de componentes sólo ha sido contrastada empíricamente en el caso de series de alta frecuencia, lo cual es consistente con el hecho de que el componente transitorio explica los movimientos de los precios en el corto plazo, y por tanto, no está presente para periodos superiores al mediodía.

Los primeros trabajos que analizan la existencia de dos componentes en la volatilidad de las diferentes series financieras, corren a cargo de autores como Fama y French (1988), Schwert (1989), Hasbrouck (1995) o Hwang y Satchell (1997). En todos ellos, y principalmente a partir de aproximaciones teóricas, se presenta la volatilidad como formada a partir de un componente estacionario, que recogería el valor eficiente o fundamental del activo, y otro componente que captaría las desviaciones respecto a ese valor fundamental debidas al ruido, a la especulación o a la reacción puntual de los distintos inversores ante la llegada de nueva información al mercado. El primero de estos componentes estaría relacionado con la tendencia de los precios en el largo plazo y recogerá las variaciones que se produzcan en la misma. Por su parte, el segundo componente hará referencia a los cambios cuya repercusión no afecta a la tendencia de los precios o al valor fundamental del activo, pero sí al comportamiento de corto plazo del mismo.

Algunos trabajos más recientes se centran en el estudio de la volatilidad en los distintos mercados de futuros y comprueban empíricamente que es posible descomponer la volatilidad intradiaria en dos componentes: permanente y transitorio. Así, Speight *et al.* (2000) analizan el mercado de futuros sobre el índice FTSE 100, comprobando como la volatilidad intra-

día de este contrato presenta dos componentes claramente diferenciados: un componente transitorio que recoge los efectos sobre la volatilidad en el corto plazo, y un componente permanente que engloba los efectos sobre la volatilidad en el largo plazo. Sus resultados muestran que la volatilidad está influenciada por el componente permanente durante incluso varios días, mientras que el transitorio sólo afecta a la misma durante periodos no superiores a medio día. Los mismos resultados se recogen en McMillan y Speight (2002a y b).

Concretamente, el trabajo de McMillan y Speight (2002a) comprueba para dos futuros sobre tipos de interés la presencia de una estructura de componentes en la volatilidad; si bien, el comportamiento de estos componentes es diferente para ambos futuros. Se trata de un futuro sobre tipos de interés a corto plazo y otro sobre tipos de interés a largo plazo. Los resultados muestran que aunque, ambos activos presentan dos componentes para la volatilidad intradiaria, la persistencia del componente transitorio es más elevada en el caso del activo de corto plazo.

Aunque la práctica totalidad de estudios concluyen la existencia de dichos componentes, no todos coinciden en cuáles son las causas que provocan tal estructura en la volatilidad intradía. En este sentido, existen dos líneas principales de argumentación: la primera de ellas está basada en la presencia de una gran diversidad de agentes que intervienen en los mercados financieros (ver Müller *et al*, 1997). La segunda considera que la afluencia de noticias al mercado es la causa que provoca la aparición de estos componentes en la volatilidad intradiaria de los mercados financieros (véase Andersen y Bollerslev, 1997b). A continuación explicaremos más detalladamente estas dos vías de argumentación.

La primera de estas teorías fue introducida principalmente por el trabajo de Müller *et al*. (1997) y apoyada posteriormente por Ballobich *et al*. (1999). En estos estudios se afirma que el horizonte temporal es uno de los aspectos más importantes en los que difiere el comportamiento de los agentes. Estos autores separan los agentes que intervienen en el mercado en dos grandes grupos en función de su horizonte temporal de inversión y comprueban los efectos que la presencia de este tipo de agentes en el mercado tiene sobre el comportamiento de la volatilidad diaria e intradiaria. Distinguen entre agentes a corto plazo y agentes a largo plazo. Los primeros, observan constantemente el mercado y re-valoran la situación y ejercitan sus órdenes con mucha frecuencia. Por su parte, los agentes de largo plazo, únicamente observan lo que ocurre en el mercado una vez al día o incluso con menos frecuencia, reaccionando únicamente cuando se produce un cambio en la tendencia o en el valor fundamental del activo.

La segunda línea de argumentación para la presencia de una estructura de componentes en la volatilidad intradía, se basa en los distintos flujos de información que llegan al mercado, cada uno de los cuales incide de diferente modo en la formación de los precios y, consecuentemente, en la volatilidad del mercado. Los trabajos de Andersen y Bollerslev (1997a y b) muestran que la volatilidad puede explicarse como resultado de la agregación de numerosos componentes que intervienen en el proceso de generación de precios y que tienen una particular relación de dependencia con la llegada de información al mercado. Del mismo modo

Andersen y Bollerslev (1998), en su análisis del mercado de tipos de cambio DM/\$, comprueban cómo los diferentes anuncios macroeconómicos relacionados con el mercado objeto de estudio afectan al comportamiento de los precios de distinta manera y cómo estos efectos están presentes durante diferentes lapsos de tiempo, dando lugar así a los dos componentes temporales para la volatilidad intradía. Estos flujos de información heterogénea con efectos en el corto plazo, contribuyen a su vez a explicar las dependencias a largo plazo de la volatilidad intradía. Así una variación brusca en la volatilidad, generalmente posee tanto el componente de corto plazo, como el de largo plazo; pero mientras el componente permanente está presente únicamente para los horizontes más largos, el de corto plazo se observa sólo para las frecuencias intradiarias.

A través de este estudio, trataremos de comprobar si, como apuntan los trabajos anteriores, la volatilidad del contrato de futuro sobre el IBEX 35 presenta también dicha estructura de componentes y, en caso afirmativo, analizaremos también durante cuánto tiempo afectan al comportamiento de la volatilidad intradía de dicho contrato de futuros. Consideramos que, si bien el conocimiento de los patrones de comportamiento de la volatilidad intradía será muy útil para todos los agentes que operan en el mercado, será de especial relevancia para aquéllos cuyo horizonte de inversión es de corto plazo y se ven afectados principalmente por el comportamiento de la volatilidad en el corto plazo.

El resto del trabajo se inicia analizando la base de datos utilizada, así como el procedimiento seguido para la generación de las series de rendimientos utilizadas. El tercer apartado recoge un análisis de la metodología empleada en el trabajo, mientras el cuarto reúne los resultados obtenidos en el mismo. El trabajo finaliza con un apartado de conclusiones.

2. BASE DE DATOS

Para realizar este estudio, MEFF, S.H. nos ha facilitado el acceso a su base de datos MIS (Market Information System) que incluye cotizaciones, volúmenes, mejores ofertas de compra y venta, para cada uno de los activos derivados que se negocian en el entorno de MEFF, y para todas las operaciones que se cruzan a lo largo de cada jornada.

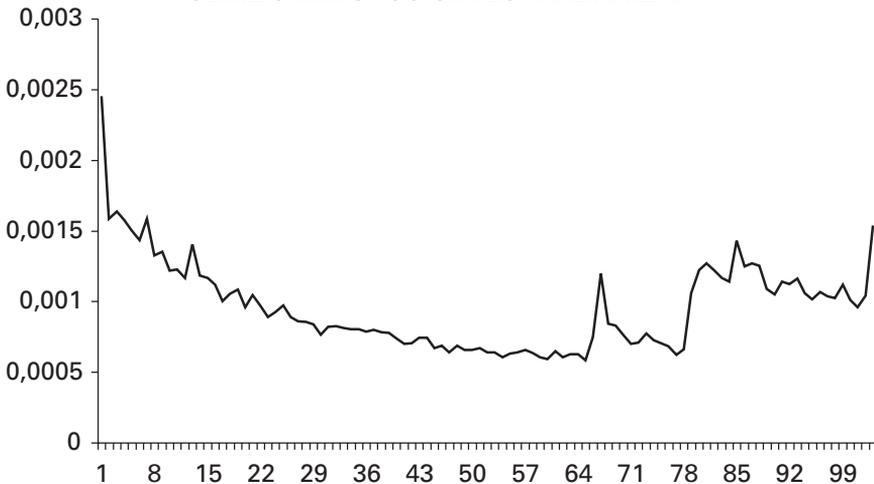
El periodo de estudio analizado se extiende desde el 1 de enero de 1999 hasta el 31 de diciembre de 2001. Para este periodo, hemos extraído de dicha base, los datos de cotizaciones y volúmenes "tick a tick" del contrato de futuro sobre el IBEX 35.

Cada día están abiertos a negociación los tres meses correlativos más próximos, así como los tres del ciclo Marzo-Junio-Septiembre-Diciembre. Por ello, y dado que para la realización de nuestro análisis, se ha de trabajar sobre una serie continua de rentabilidades, es necesario establecer un criterio para la elección del contrato a considerar en cada momento. Concretamente, hemos elegido el criterio de tomar siempre el contrato de mayor volumen de negociación, dado que ésta es la pauta seguida en la

mayoría de los estudios. Además en cada momento, el contrato con mayor volumen de contratación es el de vencimiento más próximo, produciéndose el "roll-over" el propio día de vencimiento o el día anterior, momento en el cual el contrato de siguiente vencimiento pasa a ser el más negociado¹. Asimismo, no se ha considerado el periodo nocturno, para evitar la repercusión en términos de volatilidad de la publicación de información durante dicho periodo. De este modo las series de rentabilidades son más consistentes y los intervalos temporales considerados, serán homogéneos.

Para la realización del estudio intradía de la volatilidad del futuro sobre el IBEX 35, hemos creado series de rentabilidades por periodos de 5 minutos, 15 minutos, una hora y medio día. En cada una de estas series hemos definido la variable rentabilidad como $R_t = \log (P_t / P_{t-1})$, donde P_t es el precio del futuro para el periodo t y P_{t-1} es el precio del futuro para el periodo inmediatamente anterior. Dado que en cada minuto (e incluso segundo) puede haberse producido más de una operación, es posible que existan diferentes precios en cada minuto. Se hace necesario, por tanto, decidir cuál se elige como precio del futuro en cada momento. En nuestro caso, hemos tomado como precio del futuro el valor que resulta de una media obtenida por interpolación entre el precio inmediatamente anterior y posterior al momento de referencia, ponderados por la inversa de la distancia que los separa de dicho momento de referencia².

Gráfico 1
MEDIA DE LA RENTABILIDAD INTRADIARIA.
SERIE 5 MINUTOS SIN ESTANDARIZAR

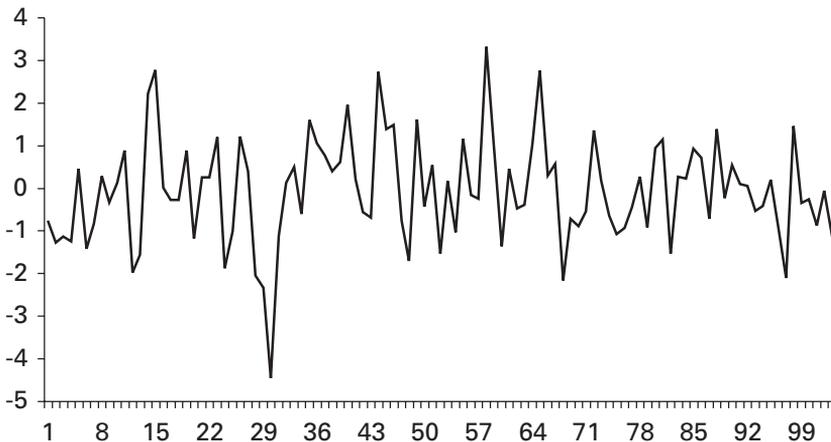


(1) Si se optase por considerar siempre el contrato de vencimiento más próximo, los resultados se han comprobado que serían similares a los que aquí se presentan dado que únicamente para siete de treinta y seis vencimientos, el día de vencimiento el contrato de mayor volumen de negociación es el de siguiente vencimiento y no el que vence ese mismo día.

(2) Para más detalles, ver Andersen y Bollerslev (1997a).

En la generación de las series para las diferentes frecuencias y, dado que el periodo de estudio comprende etapas con distintos horarios de contratación³, ha sido necesaria la realización de algunos ajustes que nos permitiesen conseguir una serie continua de rentabilidades, teniendo en consideración los diferentes horarios de contratación que están presentes en los tres años escogidos para el análisis. Así, en el caso de las series de una hora y para aquellos periodos en los que el horario de contratación finalizaba a las 5:15 p.m., hemos considerado dos posibilidades a la hora de trabajar con la rentabilidad del último cuarto de hora: multiplicarla por cuatro para así tener su equivalente para un periodo de una hora y suponer que el horario de negociación termina a las 6 p.m.; o bien, incluir ese último cuarto de hora en la rentabilidad del periodo anterior, calculando para ello la rentabilidad equivalente a una hora y suponiendo en este caso que el mercado cierra a las 5 p.m. Para el caso del periodo en el que el mercado cierra a las 5:35, se ha calculado la rentabilidad de los últimos 35 minutos, y su equivalente a una hora, considerando en todo caso que el mercado permanece abierto hasta las 6 p.m.

Gráfico 2
SERIE DE 5 MINUTOS ESTANDARIZADA, PARA 1 DÍA



(3) En la actualidad, el periodo de negociación del contrato de futuros IBEX 35 se extiende desde las 9:00 a.m. hasta las 5:35 p.m. No obstante, durante el periodo de estudio que abarca este trabajo, el horario de negociación ha ido variando del siguiente modo: entre el 1 de enero de 1999 y el 8 de octubre del mismo año, el horario era desde las 10:00 a.m. hasta las 5:15 p.m., a continuación y hasta el 14 de enero del año 2000 se modificó la hora de apertura que pasó a ser las 9:30 a.m., manteniéndose como hora de cierre las 5:15 p.m. Por último, a partir del 17 de enero de 2000, se estableció el horario definitivo, que se mantiene hasta la actualidad. El periodo de estudio abarca tres años completos, desde el 1 de enero de 1999 hasta el 31 de diciembre de 2001, es decir, 750 días de negociación. De ellos, 196 corresponden a días en los que el horario de negociación comenzaba a las 10:00 a.m. y terminaba a las 5:15 p.m.; 63 son días en los que el horario era de 9:30 a.m. a 5:15 p.m.; y para 491 la contratación abarcaba de las 9:00 a.m. a las 5:35 p.m.

Previamente al análisis de las distintas series, éstas se han estandarizado para evitar que los efectos de las dependencias dinámicas de la volatilidad intradía puedan distorsionar los resultados obtenidos. El gráfico 1 muestra la presencia de estacionalidad intradiaria para la serie de 5 minutos, el mismo comportamiento se puede observar para el resto de las series analizadas⁴.

El proceso de estandarización seguido es el propuesto por Andersen y Bollerslev (1997b) que consiste en dividir la rentabilidad calculada para cada intervalo entre la media de los rendimientos en términos absolutos de cada intervalo considerado. De este modo, para el caso de la frecuencia de 5 minutos, la rentabilidad estandarizada, \tilde{R}_{jt} , se calcularía a través de la siguiente expresión:

$$\tilde{R}_{jt} = k \cdot R_{(\tau-1)j+n} \cdot \left(\sum_{\tau=1}^k |R_{(\tau-1)j+n}| \right)^{-1} \quad \text{para } n = 1, 2, \dots, \tau, j ; = 1, 2, \dots, k; [1]$$

siendo j , el número de intervalos de 5 minutos que existen en cada día de negociación y que pueden ser 87, considerando el periodo de negociación más pequeño, 93 en el caso del periodo intermedio, y 103 para el último caso; y , siendo k el número total de días en los que el mercado está abierto a negociación en el intervalo de 5 minutos considerado en cada caso. Este proceso de desestacionalización se ha seguido para todas las series creadas y para todas las frecuencias consideradas, logrando eliminar la presencia de estacionalización en las series, tal y como se observa en el gráfico 2 que muestra los rendimientos de un día de la serie de 5 minutos tras el proceso de estandarización seguido.

El cuadro 1, recoge los estadísticos más representativos de las series de rentabilidades con las que trabajamos una vez realizado el proceso de estandarización. Tal y como es propio en las series financieras, se observa la presencia de coeficientes de asimetría negativos y de elevados valores para el

Cuadro 1
ESTADÍSTICOS DE LA SERIE

Frecuencia	Media	Desviación Estándar	Asimetría	Curtosis	Jarque Bera	Nº de Observaciones
5 Minutos	-0,0070	1,4277	-0,3731	15,7742	500795,0***	73.404
15 Minutos	-0,0125	1,4345	-0,3908	16,7172	190692,7***	24.309
60 Minutos (hasta las 6)	-0,0262	1,4383	-0,3825	19,3099	72748,67***	6.549
60 Minutos (hasta las 5)	-0,0312	1,5025	-0,3853	17,3547	54168,49***	6.291
Medio Día	-0,0420	1,3036	-0,2731	4,7463	209,2602***	1.500

*** Significatividad al 1%.

(4) La presencia de estacionalidad intradiaria en el mercado de futuros IBEX 35, ha sido analizada en profundidad en Quiroga y Sánchez (2005).

coeficiente de curtosis, lo que apoya el hecho de que las series sean no normales, dato que ratifica el estadístico Jarque Bera. La presencia de una curtosis superior a tres, nos revela que trabajamos con series leptocúrticas, mientras que la existencia de asimetría negativa, nos proporciona un indicio sobre la existencia de un comportamiento asimétrico para las mismas.

3. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

Para estudiar la posible existencia de dos componentes en la volatilidad intradía: permanente y transitorio, analizaremos el Modelo GARCH de Componentes que incluye dos términos en la ecuación de la varianza: uno se corresponde con el término a largo plazo y otro con el término a corto plazo. Asimismo, hemos contrastado el Modelo GARCH (1,1) como modelo de referencia.

El modelo de componentes ha sido propuesto por Engle y Lee (1993) y constituye una generalización del modelo GARCH (1,1) propuesto por Bollerslev (1986). Estos modelos consideran que la volatilidad no es constante a lo largo del tiempo, debido a que la misma, está influenciada por la información que se conoce en cada momento. Estos modelos tratan de estimar la volatilidad condicionada a toda la información disponible, a través de la denominada varianza condicional. A su vez, parten de la idea de que la volatilidad es persistente de modo que si se produce un movimiento inesperado en el mercado su efecto influirá en el valor de la volatilidad en los periodos sucesivos. La principal cualidad del modelo de componentes radica en la especificación de la varianza a través de dos ecuaciones que permiten diferenciar el comportamiento de la misma en el corto y en el largo plazo. Así, la varianza se especifica del siguiente modo:

$$\sigma_t^2 - q_t = \alpha(\varepsilon_{t-1}^2 - q_{t-1}) + \beta(\sigma_{t-1}^2 - q_{t-1}) \quad [2]$$

$$q_t = \omega + \rho(q_{t-1} - \omega) + \phi(\varepsilon_{t-1}^2 - \sigma_{t-1}^2) \quad [3]^5$$

El componente permanente trata de explicar el comportamiento de la volatilidad en el largo plazo y viene determinado por q_t , que representa la volatilidad hacia la que converge en el largo plazo, y el valor de ρ nos indica la persistencia de los shocks con efectos en el largo plazo. Siendo ω el valor de la volatilidad incondicional.

El componente transitorio, viene dado por la diferencia $\sigma_t^2 - q_t$. Es decir, la diferencia entre el valor total de la volatilidad, y el valor del componente permanente o de largo plazo. La persistencia de los shocks transitorios está cuantificada por la suma $\alpha + \beta$. A través de este componente conoceremos el comportamiento de la volatilidad en el corto plazo.

(5) ε_{t-1} representa el error retardado de la ecuación especificada para la media.

En el caso en que $1 > \rho > \alpha + \beta$ el componente transitorio decae más rápidamente que el permanente, por lo que éste domina el proceso de predicción a medida que el horizonte temporal se amplía, es decir, para las predicciones a largo plazo, los efectos de la volatilidad en el corto plazo desaparecen y la predicción vendrá determinada por el comportamiento del componente de largo plazo. Por el contrario, si se escoge un horizonte de predicción a muy corto plazo (por ejemplo, el siguiente intervalo de 15 minutos), el componente transitorio contribuirá en mayor medida en la predicción a realizar.

En este modelo la varianza condicional presenta covarianza estacionaria si los componentes permanentes y transitorios presentan a su vez covarianza estacionaria, lo que se garantiza por valores de ρ y de $\alpha + \beta$ menores que la unidad. Al igual que ocurría en el modelo GARCH, existe una restricción adicional de no negatividad de los parámetros del modelo para garantizar que la varianza es positiva, lo cual estará asegurado siempre que el componente permanente, q_t , sea no negativo.

Es posible comprobar fácilmente que este Modelo de Componentes quedará reducido a un Modelo GARCH (1,1) para el caso en que $\alpha = \beta = 0$ ó $\rho = \phi = 0$. Esto nos indica que el modelo GARCH únicamente es válido para describir uno de los elementos de la varianza condicionada y solamente representa el componente permanente bajo las condiciones específicas de $\alpha = \beta = 0$ y $\rho = 1$.

Asimismo, combinando las ecuaciones [2] y [3], correspondientes a los componentes de la varianza, se obtiene un modelo GARCH (2, 2), lo que nos demuestra que el modelo de Componentes es un caso particular de un GARCH (2,2) no lineal y restringido⁶.

4. RESULTADOS

En la estimación de los modelos, para calcular errores estándar robustos se ha utilizado el método de Bollerslev y Wooldridge (1992), que garantiza que los errores estándar son robustos aún cuando no se verifica el supuesto de normalidad para los mismos.

Adicionalmente, se ha analizado la normalidad de las series de residuos obtenidas para los diferentes modelos y frecuencias consideradas, a través del estadístico Jarque Bera. Además, para dichas series, se han calculado los valores de los test ARCH-LM, Ljung-Box y BDS, con la finalidad de conocer el comportamiento de los residuos para los diferentes modelos, así como la validez de cada uno de los modelos considerados. Asimismo, a través del Test de Wald realizado para el modelo de Comp-

(6) Las relaciones anteriores entre el modelo GARCH (1,1) y el modelo de componentes, así como otros detalles de este modelo pueden consultarse en Engle y Lee (1993).

mentales se ha comprobado que no es necesario el uso de un modelo integrado, al rechazar la hipótesis de integración en la varianza ($\rho=1$) para todas las frecuencias consideradas y al 1% de significatividad⁷.

En los cuadros 2 y 3 aparecen recogidos los valores de los coeficientes estimados a través de los diferentes modelos y para las diferentes frecuencias, así como el análisis de los residuos realizado en cada uno de los casos. Aunque los resultados del test ARCH-LM parece indicar que los modelos propuestos no son capaces de recoger todos los efectos ARCH para algunas de las frecuencias consideradas, algunos autores (Dijk *et al.*, 1999) han comprobado que los contrastes LM tienden a rechazar la ausencia de efectos GARCH con demasiada frecuencia, por este motivo, se ha decidido realizar también el estadístico BDS que nos permite comprobar que en todos los casos, los residuos resultan *iid*. Además los resultados obtenidos a través del test Ljung-Box, nos indican que los modelos escogidos son capaces de explicar correctamente el comportamiento de las series ya que no permiten rechazar la hipótesis de ausencia de correlación serial en los residuos, a excepción de los obtenidos al estimar la serie de 5 minutos, para la cual, según este estadístico no es posible rechazar la hipótesis de no correlación serial en los residuos⁸.

Una primera aproximación a la existencia de un componente de largo plazo en la volatilidad intradía, viene dada por la persistencia que presenta la misma en el modelo GARCH, ya que ésta nos indicaría durante cuánto tiempo un cambio en la volatilidad intradía tiene consecuencias sobre los valores futuros de la misma. Esta persistencia viene dada por los valores de la suma $\alpha + \beta$, y presenta niveles de 0,981, 0,987, 0,986, 0,9914 y 0,9645 para las series de 5 minutos a medio día respectivamente. En todos los casos nos indican un alto nivel de memoria a largo plazo para la volatilidad intradiaria que se traduce en unas vidas medias⁹ de poco más de 3 horas para la frecuencia de 5 minutos a 38 días para la de medio día. La vida media del proceso de volatilidad se define como el número de periodos que la volatilidad tarda en tomar la mitad del valor de la varianza incondicional, que es el valor al que tiende la volatilidad en el largo plazo. Estas vidas medias están íntimamente relacionadas con la persistencia de los shocks en la volatilidad. La diferencia de valor de la misma en función de la frecuencia de observación ya nos indica que la repercusión de un cambio en los precios no afecta del mismo modo a la volatilidad en el corto y en el largo plazo.

(7) Los resultados no se muestran por razones de brevedad.

(8) Esto mismo ocurre para el caso de la serie de 15 minutos al ser estimada a través del modelo GARCH (1,1), si bien el análisis de los residuos obtenidos para el modelo de Componentes nos muestra que esta serie queda correctamente especificada a través de este modelo.

(9) Las vidas medias se calculan como el $\text{Ln}(0,5) / \text{Ln}(\alpha + \beta)$ en el caso del Modelo GARCH. Para el Modelo de Componentes se calculan dos vidas medias: la del componente a corto plazo, que se calcula también a través de esa fórmula y la del componente a largo plazo que se calculará como: $\text{Ln}(0,5) / \text{Ln}(\rho)$.

Cuadro 2
COEFICIENTES ESTIMADOS EN LOS MODELOS

Frecuencia	Modelo	ω	ρ	ϕ	α	β
5 Minutos	GARCH	0,0365*** (0,0025)			0,0635*** (0,0028)	0,9176 (0,0034)
	Componentes	1,6035*** (0,0822)	0,9985*** (0,0002)	0,0059*** (0,0007)	0,0697*** (0,0043)	0,8494*** (0,0090)
15 Minutos	GARCH	0,0250*** (0,0035)			0,0423*** (0,0035)	0,9446*** (0,0042)
	Componentes	1,6366*** (0,1220)	0,9977*** (0,0005)	0,0080*** (0,0013)	0,0765*** (0,0092)	0,7598*** (0,0308)
60 Minutos (hasta las 6)	GARCH	0,0160*** (0,0040)			0,0263*** (0,0058)	0,9651*** (0,0061)
	Componentes	1,7747*** (0,2488)	0,9938*** (0,0040)	0,0121 (0,0129)	0,0164 (0,0133)	0,9569*** (0,0265)
60 Minutos (hasta las 5)	GARCH	0,0176*** (0,0046)			0,0276*** (0,0056)	0,9638*** (0,0059)
	Componentes	2,0181*** (0,2980)	0,9918*** (0,0023)	0,0235*** (0,0001)	0,0314 (0,2115)	0,4412 (0,5391)
Medio Día	GARCH	0,0518*** (0,0157)			0,0435** (0,0176)	0,9210*** (0,0226)
	Componentes	1,4784*** (0,1617)	0,9604*** (0,0150)	0,0562 (0,0384)	-0,0306 (0,0389)	0,7869 (0,4994)

***, **, * indican significatividad al 1, 5 y 10% respectivamente; entre paréntesis las desviaciones estándar.

El estudio del modelo de Componentes nos permitirá estudiar en profundidad estas diferencias de comportamiento, y comprobar si es posible distinguir una estructura de componentes para la misma que nos recoja el diferente comportamiento de la volatilidad en función del horizonte temporal. Los resultados obtenidos para el Modelo de Componentes evidencian la presencia de dos componentes en la volatilidad intradía del futuro IBEX 35 para las frecuencias de 5 y 15 minutos. No obstante, para las frecuencias de observación inferiores (60 minutos y medio día) el Modelo de Componentes no nos permite de forma directa concluir la existencia de dicha estructura al resultar significativo el componente permanente pero no significativo el transitorio. Sin embargo, esto apoya la hipótesis de que los efectos del componente permanente están presentes durante más tiempo que los del transitorio, razón por la cual éstos dejarían de ser significativos a medida que disminuye la frecuencia de observación. Esto se debe a que el componente a largo plazo domina al de corto plazo a medida que la frecuencia de observación disminuye, tal y como apuntan trabajos como el de Speight *et al.* (2000).

Cuadro 3
ANÁLISIS DE LOS RESIDUOS

Frecuencia	Modelo	Media	S.D.	Sk.	K.u.	J.B.	A ₁	A ₄	A ₈	A ₁₂	Test Ljung-Box			
											BDS (2, 0)	BDS (4, 0)	6 retardos	24 retardos
5 Minutos	GARCH	-0,0084	0,9999	-0,126	6,226	32035,9***	51,65***	54,14***	59,73***	74,35***	0,00317	0,00167	59,97***	106,4***
	Componentes	-0,0044	1,0033	-0,126	6,075	29132,0***	19,05***	19,72***	24,48***	27,14***	0,00056	0,00056	24,60***	33,92*
15 Minutos	GARCH	-0,0079	0,9999	-0,262	5,929	8949,95***	39,93***	59,30***	60,21***	62,66***	0,00290	0,00290	61,72***	99,96***
	Componentes	-0,0086	1,0034	-0,237	5,708	7637,26***	2,529	4,679	5,172	7,168	0,00289	0,00487	4,738	16,16
60 Minutos (hasta las 6)	GARCH	-0,0091	1,0007	-0,470	7,530	5942,40***	4,006**	10,326**	12,061	13,524	0,00094	0,00094	11,15*	33,86*
	Componentes	-0,0197	1,0025	-0,483	7,660	6155,20***	3,366*	9,187	11,086	12,578	-0,00179	-0,00098	10,13	32,90
60 Minutos (hasta las 5)	GARCH	-0,0088	1,0008	-0,506	7,160	4906,91***	1,894	9,043*	10,875	16,264	0,00036	0,00036	9,630	23,61
	Componentes	-0,0242	1,0023	-0,514	7,221	4948,64***	0,004	6,668	7,791	13,102	-0,00039	-0,00182	6,998	22,01
Medio Día	GARCH	-0,0114	1,0005	-0,283	3,747	54,957***	0,216	0,920	4,197	5,234	-0,00164	-0,00229	2,067	22,17
	Componentes	-0,0360	1,0005	-0,276	3,731	52,599***	1,529	2,092	4,663	5,565	-0,00150	-0,00203	2,980	21,15

***, **, * indican significatividad al 1, 5 y 10% respectivamente; Media es el valor de la media para los residuos; S.D. es la desviación estándar; Sk. y K.u. son los momentos de tercer y cuarto orden correspondientes a los coeficientes de asimetría y kurtosis respectivamente; JB es el resultado del estadístico Jarque Bera; A_i denota el orden j-ésimo para el test ARCH-LM de Engle (1982) según una distribución X². El estadístico BDS ha sido calculado tomando como distancia de referencia d=σ, y para los casos de 2 y 4 retardos. Para determinar la significatividad del estadístico BDS se han utilizado los valores críticos derivados de la simulación de MonteCarlo para un modelo GARCH (1,1) realizada por Brock *et al.* (1991). El test Ljung-Box ha sido realizado sobre los residuos al cuadrado obtenidos en cada uno de los modelos considerados, y para los casos de 6 y 24 retardos.

Analizando los resultados para las frecuencias superiores comprobamos que, la volatilidad intradía se puede dividir en dos componentes: uno transitorio o de corto plazo, que presenta una persistencia de 0,919 (0,836); y otro permanente o de largo plazo cuya persistencia es de 0,998 (0,997), para las frecuencias de 5 (15) minutos. Estos resultados nos indican que el componente transitorio decae más rápidamente que el permanente, pues los efectos de éste permanecen durante más tiempo.

Para estos dos componentes, es también posible calcular sus vidas medias. Para la frecuencia de 5 (15) minutos el componente permanente presenta una vida media de 28,85 (75,45) horas, mientras que la del componente transitorio es de 0,68 (0,97) horas. Esto confirma la hipótesis de que un cambio en la volatilidad, tiene dos efectos: uno que únicamente tiene repercusión en el corto plazo, y otro cuyos efectos pueden estar presentes durante varios días. Si analizamos los resultados para las frecuencias de 60 minutos y de medio día, observamos que el componente transitorio no resulta significativo, lo que nos indica que sus efectos ya han desaparecido para dichas frecuencias, es decir que la repercusión de un cambio repentino en los precios sobre el comportamiento de la volatilidad a corto plazo, desaparece en menos de una hora. Como ya comentamos, esto se debe a que el componente a largo plazo es el que domina el proceso de predicción a medida que el horizonte temporal se amplía, tal y como apuntan autores como Müller *et al.* (1997).

El cálculo de la vida media para las frecuencias de una hora, nos permite comprobar cómo la vida media del componente permanente es de 112 o bien 84 horas, según la hora de cierre que consideremos, confirmando nuevamente el supuesto de que la presencia de un componente de largo plazo se mantiene durante varios días. El valor de la vida media de este componente permanente para la frecuencia de medio día nos indica que los shocks en los precios estarán afectando a la volatilidad al menos durante 17 días.

5. CONCLUSIONES

A la vista de los resultados obtenidos, se constata una adecuada explicación de la existencia de componentes en la volatilidad intradía del futuro sobre el IBEX 35. Para estas series, los modelos escogidos son capaces de especificar correctamente la varianza del mismo, dado que los residuos resultan *iid* a excepción de la serie de 5 minutos.

Los resultados son consistentes con los anticipados por la literatura (Speight *et al.*, 2000; Andersen y Bollerslev, 1997a) y permiten afirmar que la volatilidad intradía se puede descomponer en dos componentes: uno de corto plazo o transitorio y otro que recoge los efectos sobre el largo plazo o permanente. En la línea de los resultados obtenidos en otros mercados comprobamos que a medida que la frecuencia de observación disminuye, la descomposición de la volatilidad ya no es significativa¹⁰, si

(10) Ver, McMillan y Speight (2002a y b).

bien para la frecuencia de 15 minutos la presencia de los dos componentes, transitorio y permanente, resulta significativa, para la serie de medio día, únicamente es significativo el componente permanente; lo que nos indica que los efectos que recoge el componente de corto plazo, desaparecen dentro del mediodía.

Observando los valores de las vidas medias de los diferentes componentes, también es posible comprobar cómo los efectos del componente transitorio desaparecen dentro del medio día y para mayores plazos únicamente están presentes los efectos del de largo plazo. Concretamente, para la serie de 15 minutos, la vida media del componente transitorio es de 0,97 horas, mientras que la del permanente es de 75,45 horas, resultados que confirman los supuestos anteriores.

El conocimiento de esta estructura de componentes para la volatilidad intradiaria del futuro IBEX 35, permitirá a los agentes que intervienen en el mercado anticipar la conducta del mismo ante diferentes shocks que afecten a los precios. Los resultados de este trabajo han demostrado la presencia de un comportamiento diferente de la volatilidad en el corto y en el largo plazo. Una nueva vía de investigación de interés se podría centrar en analizar en mayor profundidad las causas que provocan este comportamiento, por ejemplo a través de la introducción en los modelos de variables indicativas de la llegada de información al mercado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andersen, T. y Bollerslev, T. (1997a): "Intraday periodicity and volatility persistence in financial markets", *Journal of Empirical Finance*, vol. 4, nº 2-3, pp. 115-158.
- Andersen, T. y Bollerslev, T. (1997b): "Heterogeneous information arrivals and return volatility dynamics: Uncovering the long-run in high frequency returns", *Journal of Finance*, vol. 52, nº 3, pp. 975-1005.
- Andersen, T. y Bollerslev, T. (1998): "Deutsche mark-dollar volatility: intraday activity patterns, macroeconomic announcements, and longer run dependencies", *Journal of Finance*, vol. 53, nº 1, pp. 219-265.
- Ballobich, G.; Dacorogna, M. *et al.* (1999): "The intraday multivariate structure of the eurofutures markets", *Journal of Empirical Finance*, vol. 6, nº 5, pp. 479-513.
- Bollerslev, T. (1986): "Generalised autoregressive heteroskedasticity", *Journal of Econometrics*, vol. 31, pp. 307-327.
- Bollerslev, T. y Wooldridge, J. (1992): "Quasi-Maximum likelihood estimation and inference in dynamic and empirical evidence", *Journal of Econometrics*, vol. 52, pp. 5-59.
- Brock, W. A.; Hsieh, D. A. y Lebaron, B. (1991): *Nonlinear dynamics, chaos, and instability: Statistical theory and economic evidence*, Massachusetts, MIT Press.

- Dijk, D. V.; Franses, P. H. y Lucas, A. (1999): "Testing for ARCH in the presence of additive outliers", *Journal of Applied Econometrics*, vol. 14, n° 5, pp. 539-562.
- Engle, R. F. y Lee, G.G.J. (1993): "A permanent and transitory component model of stock return volatility", Department of Economics, UCSD, Discussion Paper 92-44R.
- Fama, E. F. y French, K. R. (1988): "Permanent and Temporary Components of Stock Prices", *Journal of Political Economy*, vol. 96, n° 52, pp. 246-273.
- Hasbrouck, J. (1995): "One security, many markets: Determining the contributions to price discovery", *Journal of Finance*, vol. 50, n° 4, pp. 1175-1199.
- Hwang, S. y Satchell, S. (1997): "Market risk and the concept of fundamental volatility: Measuring volatility across asset and derivative markets and testing for the impact of derivatives markets on financial markets", *Journal of Banking and Finance*, vol. 24, n° 5, pp. 759-785.
- Mcmillan, D. y Speight, A. (2002a): "Temporal aggregation, volatility components and volume in high frequency UK bond futures", *The European Journal of Finance*, vol. 8, pp. 70-92.
- Mcmillan, D. y Speight, A. (2002b): "Non-ferrous metals price volatility: a component analysis", *Resources Policy*, vol. 27, n° 3, pp. 199-207.
- Müller, U.; Dacorogna, M. *et al.* (1997): "Volatilities of different time resolutions – Analysing the dynamics of market components", *Journal of Empirical Finance*, vol. 4, n° 2-3, pp. 213-239.
- Quiroga, R. y Sánchez, I. (2005): "Comportamiento intradía de la volatilidad y el volumen del futuro IBEX 35", *Estrategia Financiera*, vol. 214, n° 214, pp. 60-65.
- Schwert, G. W. (1989): "Why does stock market volatility change over time?", *Journal of Finance*, vol. 44, n° 5, diciembre, pp. 1115-1153.
- Speight, A.; Mcmillan, D. y Gwilym, O. A. (2000): "The intraday volatility components in FTSE-100 stock index futures", *Journal of Futures Markets*, vol. 20, n° 5, pp. 425-444.

ABSTRACT

The aim of this study consists in analyzing the structure of the intraday volatility of the IBEX 35 index future. Some authors have proven that the volatility of different financial assets can be structured into two components: a transitory or short term component, and another permanent or long term one. Through the study of their half-lives we analyse their persistence in order to check if the short term component dominates the long term one or inversely.

Key words: intraday volatility, GARCH, structure of components.

