

CONTRASTE EMPÍRICO DO MODELO CAPM: APROXIMACIÓN A NON LINEARIDADE PARA O MERCADO ESPAÑOL DE CAPITALS

RUBÉN LADO SESTAYO
Universidade de Santiago de Compostela

RECIBIDO: 7 de decembro de 2011 / ACEPTADO: 27 de setembro de 2012

Resumo: O CAPM tivo un papel fundamental na explicación do proceso de formación de prezos. Non obstante, os seus resultados empíricos á hora de valorar activos non foron de todo satisfactorios debido, entre outras cuestións, á distinta resposta dos investidores ante as subidas e baixadas do mercado ou ante movementos extremos deste. Neste traballo analízase se o comportamento diferenciado dos investidores ten efectos na valoración de equilibrio dada polo modelo CAPM. Así, utilizando un modelo de regresión con liñares, os resultados obtidos para o mercado de capitais español demostran que o prezo dun activo é sensible ás subidas e baixadas do mercado, así como aos movementos extremos deste. Por outra parte, tamén se constata que esta sensibilidade non é estable ao longo do tempo, ao detectarse a presenza dun cambio estrutural no período no que se inicia a crise financeira global.

Palabras clave: CAPM / IBEX-35 / Non linearidade / Cambio estrutural.

CAPM Empirical Test: Non Linear Approach to the Spanish Stock Exchange Market

Abstract: The CAPM has had a fundamental role in the price formation process. However, its empirical results at the moment of valuing assets have not been completely satisfactory due to, among other questions, the different investor's behavior to up or down market movements or extreme market movements. This paper analyzes if this investor's behavior has effects on the equilibrium CAPM valuation. Using a threshold regression model, the empirical evidence for the Spanish stock exchange market supported that asset prices are sensitive to both up and down market movements and extreme market movements. Additionally, our evidence also indicated no stability as a structural change was found in the equilibrium relationship in the onset of the global financial crisis.

Keywords: CAPM / IBEX-35 / Nonlinearity / Structural change.

1. INTRODUCCIÓN

A valoración de activos é un dos piares fundamentais da análise financeira. Entre os diferentes modelos teóricos desenvolvidos, o que máis popularidade adquiriu é o modelo de valoración de activos do mercado de capitais (*Capital Asset Pricing Model*, CAPM). Este modelo considera que os cambios no prezo dos activos deben axustarse linealmente ás variacións do valor da carteira de mercado, tomando como medida o grao de axuste ou a sensibilidade do valor dun activo ás variacións no valor da carteira de mercado, a denominada *beta* do activo.

Aínda que este modelo establece que esta sensibilidade é independente do valor que tomen os cambios da carteira de mercado, o feito é que os investidores

responden de distinta maneira ante subidas ou baixadas no mercado ou ante movementos extremos deste. Estas asimetrías no comportamento dos investidores ante movementos adversos do mercado xeran non linearidades na ecuación fundamental de valoración dada polo modelo CAPM.

O propósito deste estudo é contrastar o modelo CAPM para o mercado español de capitais, tendo en conta a posible existencia de non linearidades na valoración de activos. Para iso, consideráronse as rendibilidades continuas e diarias para os 29 valores do IBEX-35 que cotizaron durante o período comprendido entre o 03/01/05 e o 20/05/11, e estudouse como o valor destes activos responde ante subidas e baixadas no mercado e cal é a súa reacción ante movementos adversos deste. Os resultados obtidos non só teñen importantes implicacións en termos de valoración e xestión de carteiras, senón tamén no ámbito da xestión de riscos, posto que unha maior correlación dos activos ante movementos adversos do mercado implica un maior *downside risk* e un valor en risco diferente ao que obteríamos asumindo linearidade no modelo de valoración CAPM.

A existencia de non linearidades na valoración de activos a nivel teórico fundaméntase na presenza de comportamentos non racionais ou cunha racionalidade limitada por parte dos investidores. A teoría denominada *behavioral finance*, desenvolvida inicialmente por Kahneman e Tversky (1979), parte do comportamento irracional observado no mercado de valores, e sostén que as decisións dos individuos se vén influenciadas, entre outros aspectos, pola heurística e pola forma sobre a que se presentara a información.

Como consecuencia, ante determinadas situacións os investidores poden actuar de forma irracional, aumentando a volatilidade do mercado ou decantándose por investimentos que non maximicen a súa utilidade esperada, se con iso evitan posicións que poidan dar lugar a arrepentimento. Este tipo de comportamento obsérvase principalmente en situacións extremas de mercado, nas que é posible advertir que un cambio nas preferencias dos investidores xera o conseguinte cambio nas primas de risco requiridas. Analizar como se comporta o prezo dos activos nestas situacións extremas ten así unha especial relevancia na valoración de activos.

Desde a perspectiva da xestión de riscos, existe un conxunto de técnicas que tratan de cuantificar o *downside risk* (risco de que a distribución de probabilidades do valor do investimento se sitúe por baixo dun determinado limiar) que soporta un investimento. A exposición dos activos a este risco, que sen dúbida preocupa aos investidores, determinará a súa preferencia modificando as presións de compra e de venda que sobre el operen e alterando o seu prezo en función da situación do mercado.

De entre as técnicas máis utilizadas para a xestión do risco dunha carteira destacan o VaR (*Value at Risk*), que avalía o risco considerando a probabilidade de que o investimento alcance un determinado limiar. Porén, esta técnica non ten en conta o que sucede unha vez superado ese limiar, é dicir, cales son as perdas

xeradas, polo que cómpre un indicador alternativo que permita valorar as potenciais perdas que se xeran cando se supera o limiar prefixado. A consideración de distintas sensibilidades do valor dun activo ante movementos adversos ou favorables do mercado permite unha cuantificación máis adecuada deste risco.

1.1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Desde unha perspectiva empírica, os primeiros contrastes do CAPM foron realizados por Black, Jensen e Scholes (1972), quen agrupan os activos en carteiras, e por Fama e Macbeth (1973), que analizan os activos individualmente, ao igual que os contrastes posteriores de Chen, Roll e Ross (1986) e de Ostermark (1990).

Nos tests iniciais, o modelo CAPM presentou uns bos resultados ao constatar a existencia dunha relación lineal entre o risco sistémico e a rendibilidade da carteira, malia presentar discrepancias sobre os betas e o parámetro fixo, que debería coincidir coa taxa de xuro libre de risco. Máis tarde, Roll (1977) introduciu un elemento crítico no contraste do CAPM ao incidir na necesidade de contrastar que a carteira de mercado incluía todos os activos da economía, posto que a relación lineal risco sistémico-rendibilidade é unha consecuencia matemática dos supostos asumidos. Pola súa parte, Litzenberg e Ramaswamy (1979) analizan o CAPM considerando activos individuais en lugar de carteiras, camiño elixido tamén por Bergés (1984), quen obtén distintos resultados en función do mercado analizado. Así mesmo, Levy (1978) comproba que o CAPM presenta un mellor axuste para aqueles activos cun alto volume de negociación, polo que considera que debe implementarse unha análise especificando imperfeccións no mercado.

Críticas sobre a existencia dunha relación positiva entre o risco sistémico e a rendibilidade do activo discútnense nos traballos de Gibbons (1982) e de Fama e French (1992). Unha síntese sobre os distintos traballos a nivel internacional pode atoparse en Gómez-Bezares (2000).

Para o mercado de valores español, o traballo de Palacios (1973) foi pioneiro no contraste e aceptación do modelo CAPM, e cuxos resultados serían posteriormente corroborados por Gómez-Bezares, Madariaga e Santibáñez (1994). Con todo, estudos posteriores rexeitan a adecuación do modelo ao mercado español como sucede, por exemplo, nos de Rubio (1988, 1991); Gallego, Gómez e Marhuenda (1992); Sentana (1995, 1997); ou mesmo na análise de Bergés (1984). Noutros traballos, como o de Miralles Marcelo, Miralles e Miralles Quirós (2007), non atopan evidencia para concluír a aceptación ou o rexeitamento do CAPM, centrándose en analizar outros aspectos do modelo que poidan afectar á súa adecuación ao mercado español.

Moitos dos estudos dos últimos anos centráronse en analizar posibles cuestións relacionadas coa robustez do modelo, buscando a súa adaptación ante a

relaxación de certos supostos. Así, Brechmann e Czado (2011), quen utilizan a teoría de cópulas para analizar a dependencia entre activos en función do CAPM, realizan a análise baixo supostos de non linearidade e de ausencia de normalidade nos rendementos. Pola súa parte, Levy (2010) conclúe que aínda que, de acordo coa teoría das perspectivas, se poida rexeitar a teoría de maximización da utilidade esperada, isto non implica necesariamente rexeitar a validez do CAPM.

Para o mercado español, os traballos de Miralles Marcelo, Miralles e Miralles Quirós (2009) –quen analizan o efecto do período temporal considerado sobre a beta– e de Gómez-Bezares, Ferruz e Vargas (2011) –que analiza os resultados do CAPM como ferramenta á hora de tomar decisións de investimento– mostran que as discusións acerca da validez e adecuación do modelo CAPM ao mercado español seguen vixentes na actualidade, así como a busca da súa máxima adecuación, á vez que poñen de manifesto o baixo número de traballos que para o mercado español tratan de estimar o coeficiente beta.

1.2. OBXECTO DE ESTUDO

Este traballo continúa os estudos anteriores sobre o mercado de valores español, seguindo a liña iniciada por Fama e Macbeth (1973) ao considerar activos individuais, e tendo en conta adicionalmente a posibilidade de que a sensibilidade dos activos cambie ante subidas ou baixadas do IBEX-35 sinalada en Miralles Marcelo, Miralles e Miralles Quirós (2007), ou ante movementos extremos á baixa do mercado. Por outra parte, posto que no período no que se realiza o estudo tivo lugar unha das maiores crises financeiras da historia recente, analízase a posibilidade de que exista un cambio estrutural que altere a sensibilidade do valor dos activos á carteira de mercado.

A evidencia empírica obtida constata que para a consideración das betas no mercado español hai ter en conta que se produciu un cambio estrutural que modificou a sensibilidade do valor dos activos á carteira de mercado, poñendo de manifesto a inconsistencia temporal das betas estimadas. Por outra parte, obsérvase unha falta de linearidade na beta dos activos fronte ás subidas ou baixadas do mercado, cunha especial diferenza dos parámetros estimados para o caso do sector bancario. Ademais, existe evidencia estatística dun cambio de sensibilidade cando o mercado presenta valores extremos á baixa, o que corrobora as predicións da teoría denominada *behavioral finance*. Nas regresións de valores extremos e cambio estrutural a bondade do axuste é superior que cando se analizan asimetrías fronte aos movementos do IBEX-35, polo que pode concluírse que para certos activos hai evidencia estatística relativa á variación da súa sensibilidade ante valores extremos do IBEX-35.

Este artigo organízase do seguinte modo. Logo desta introdución, na sección 2 preséntanse o modelo CAPM e os supostos básicos sobre os que se sustenta a fixación da sensibilidade dos activos. Na sección 3 introdúcese o modelo econométrico.

co utilizado para o contraste empírico, así como as hipóteses que hai que contrastar. Na sección 4 preséntanse os datos utilizados indicando as fontes e realizando unha análise descritiva sobre as súas principais características, mentres que na sección 5 se mostran e discuten os resultados obtidos, así como as súas principais implicacións. Finalmente, na sección 6 preséntanse a modo de resumo as principais conclusións.

2. O MODELO CAPM

Na ecuación de equilibrio do modelo CAPM:

$$R_j = R_f + \left(\frac{R_M - R_f}{\sigma_M} \right) \frac{\sigma_{jM}}{\sigma_M} \quad (1)$$

o cociente $\frac{R_M - R_f}{\sigma_M}$ coñécese como ratio de Sharpe, e mide a retribución que o mercado lle ofrece ao risco soportado polo investidor non diversificable. A ratio de Sharpe establece que a retribución por unidade de risco depende do exceso de rendibilidade do mercado e da volatilidade deste. Esta retribución por unidade de risco debe ser igual para todos os investidores, posto que estamos en equilibrio; en caso contrario, existirían oportunidades de arbitraje, ao ser máis rendible adquirir activos que ofrecesen unha mellor retribución polo risco asumido, adquirindo unha posición curta nun activo cuxa retribución polo mesmo nivel de risco fose menor.

As suposicións do modelo implican que o risco soportado se identifica exclusivamente coa volatilidade, e isto só é razoable, como xa vimos, se consideramos normalidade na distribución de rendementos. Fronte a esta hipótese de normalidade xurdiron outra serie de ratios que soen valorar a actuación dos xestores de fondos que non se sustentan na suposición de normalidade. Entre elas destaca a ratio desenvolvida por Stutzer (1998) utilizada no índice Morningstar, onde se valora exclusivamente a parte negativa do risco ao estimar que os individuos son adversos ao risco exclusivamente cando este lle pode provocar perdas. Considerando normalidade na distribución, se xerásemos un índice con ambas as dúas ratios e ordenásemos calquera activo en función do valor obtido, coincidirían na clasificación.

Pola súa parte, $\frac{\sigma_{jM}}{\sigma_M}$ é a cantidade de risco soportada non diversificable. Mide a contribución do activo j ao risco da carteira M e, polo tanto, ao risco sistémico. Este risco é o único retribuído en equilibrio, xa que o resto do risco pode eliminarse coa diversificación. Isto require que se negocien un gran número de activos para que a contribución á carteira de risco por parte do activo proveña exclusiva-

mente da súa correlación co resto de activos, de forma que a achega ao risco da carteira pola volatilidade do propio activo tenda a ser nula. O modelo establece así unha relación lineal entre o risco soportado e a súa retribución, e a pendente desa relación é a ratio de Sharpe.

En resumo, o que se pode observar é que o exceso de rendibilidade que ofrece un determinado activo está en función da correlación que presenta coa carteira de mercado (carteira que teñen todos os investidores) e do exceso de rendibilidade que presenta a carteira de mercado con respecto á carteira libre de risco. Esa relación é lineal, e por unidade de risco a retribución é idéntica para todos os activos,

expresándose na forma $\left(\frac{R_M - R_f}{\sigma_M} \right)$.

3. CONTRASTE EMPÍRICO DO MODELO CAPM

3.1. MODELO ECONOMÉTRICO

A ecuación de equilibrio (1) que se obtén no modelo CAPM ten a súa contrapartida econométrica, que vén dada por:

$$r_i - r_f = \alpha_0 + \beta_1 (r_M - r_f) + \varepsilon_i \quad (2)$$

A través dela estaríamos relacionando o exceso de rendibilidade que presenta un determinado activo co exceso de rendibilidade que presenta a carteira de mercado, incluíndo o parámetro α que, de cumprirse o CAPM e tendo en conta que a media mostral reflicte o valor esperado polo mercado, é dicir, considerando expectativas racionais, o seu valor tería que ser cero. Isto débese a que o exceso de rendemento dun activo pode explicarse integramente co exceso de rendemento da carteira de mercado e coa sensibilidade que presentase esa carteira.

O resultado deste parámetro coñécese como alfa de Jensen e, baixo os supostos enunciados no parágrafo anterior, mide a diferenza entre a rendibilidade predita polo CAPM e a rendibilidade media do activo. Posto que se considera que o CAPM se axusta ao mercado español, obviarase ese parámetro, que será estimado con valor nulo, analizándose a seguinte regresión por MCO:

$$r_j - r_f = \beta_j (r_{IBEX35} - r_f) + \varepsilon_j \quad (3)$$

$$\forall j = 1, 2, \dots, 35 \quad (4)$$

$$\forall t = 1, 2, \dots, 1624 \quad (5)$$

Como resposta ao feito de que noutros estudos con regresións nos que se incluían series financeiras se observaba que existía heterocedasticidade condicional

autorregresiva, e que as gráficas das series mostraban a posible existencia destes efectos, realizouse un test para corroboralo.

Engle (1982) desenvolveu un test baixo a hipótese nula de homocedasticidade condicional fronte á heterocedasticidade condicional autorregresiva dunha determinada orde (q). A existencia de efectos ARCH non elimina a validez dos parámetros estimados por MCO, pero certos tests poden conducir a conclusións erróneas. Por iso, e dados os resultados obtidos, realizouse a mesma regresión pero, en lugar de utilizar MCO, empregouse un modelo GARCH (1,1), considerando, polo tanto, a influencia da volatilidade media e do período anterior nas predicións dos axentes da seguinte forma:

$$\sigma_{jt}^2 = \omega_j + \theta_{j1} \sigma_{j(t-1)}^2 + \theta_{j2} \varepsilon_{j(t-1)}^2 \quad (6)$$

$$\varepsilon_t \sim iid t(0, \sigma^2) \quad (7)$$

A consideración dun axuste da distribución t de Student responde á presenza de colas pesadas para as distribucións da rendibilidade. Esta consideración só ten relevancia para a análise de situacións extremas, posto que é o único caso onde o número de observacións toma un valor relativamente pequeno¹.

3.2. CONTRASTE DE ASIMETRÍAS

Unha das consideracións do CAPM é o feito de estimar que a sensibilidade dun determinado activo é fixa, é dicir, que non depende do signo dos movementos do mercado. Non obstante, se temos en conta que os individuos son adversos ao risco e que, polo tanto, un descenso da súa riqueza diminúe a súa utilidade en maior medida e en termos absolutos que un incremento de igual contía dela, e se, ademais, podemos comprobar que os individuos dispoñen de maior información co paso do tempo, é razoable considerar que se o mercado se move á baixa, moitos investidores non o valorarán como un posible investimento, mentres que se está á alza, a moitos investidores que antes non estaban no mercado pode parecerlles atractivo entrar a investir nel.

Co obxectivo de analizar se existen diferenzas significativas entre a sensibilidade que presenta o prezo dos activos á carteira de mercado fronte a subidas ou baixadas deste, propónse o seguinte modelo de regresión²:

$$r_{jt} - r_{ft} = \beta_{1j} (r_{mt} - r_{ft}) \mathbf{1}_{\{IBEX35(c) \geq 0\}} + \beta_{2j} (r_{mt} - r_{ft}) \mathbf{1}_{\{IBEX35(c) < 0\}} + \varepsilon_{tj} \quad (8)$$

$$\theta = 0 \quad (9)$$

¹ Ao considerar valores extremos están contabilizándose 162 observacións da carteira de mercado, polo que ese é o número máximo de observacións que se teñen en conta na análise de valores extremos.

² A regresión anterior realizouse tendo en conta o mesmo número de activos e de observacións recollidos nas expresións (13) e (14).

onde o parámetro β_{1j} indica a sensibilidade do activo á carteira de mercado cando o mercado se move á alza; e β_{2j} indica a sensibilidade do activo á carteira de mercado se o mercado se move á baixa.

Co obxecto de comprobar se a diferenza de sensibilidade do activo ante subidas ou baixadas do mercado é estatisticamente significativa implementouse o test de Wald para o contraste da hipótese:

$$(H0): \beta_{1j} = \beta_{2j} \quad (10)$$

$$(H1): \beta_{1j} \neq \beta_{2j} \quad (11)$$

3.3. CONTRASTE DE VALORES EXTREMOS

Ademais de considerar cambios ante subidas ou baixadas do mercado, outra cuestión que se pretende coñecer é como afectan as situacións extremas ás condicións subxectivas dos individuos que modifiquen o proceso de formación de prezos. Para poder comprobar se as decisións de investimento dos individuos provocan unha variación na sensibilidade dos activos considerouse a regresión (8), pero especificando

$$\theta = F_{IBEX}^{-1}(\alpha) = \inf\{IBEX \mid F_{IBEX}(IBEX) \geq \alpha\} \quad (12)$$

$$0 < \alpha < 1 \quad (13)$$

$$\alpha = 0,1 \quad (14)$$

onde F é a función de distribución do *IBEX-35* ao longo do período estudado.

Cos resultados obtidos, e co obxecto de analizar se se presenta evidencia estatística dun cambio da sensibilidade dos activos ante situacións extremas do mercado, realizouse o test de Wald proposto en (10) e en (11).

3.4. LIMITACIÓNS DOS CONTRASTES EMPÍRICOS DO CAPM

Entre as críticas presentes na literatura atopámonos certas limitacións acerca do contraste empírico do CAPM, das que unha gran maioría se centran en analizar problemas derivados da súa formulación teórica e que se sustentan nos seguintes aspectos:

- 1) *Inconsistencia temporal*. O modelo supón unicamente dous períodos, polo que para poder formular a súa contrastación debe definirse o horizonte investidor que adoptan os investidores, xa que a sensibilidade dun activo con respecto á carteira de mercado pode non ser estable ao longo do tempo. Para poder realizar a contrastación empírica coas series temporais dispoñibles, debemos supoñer que a prima de risco e as betas que presentan os activos son estacionarias.

- 2) *Constancia no tempo da relación.* O modelo explica valores esperados, e para poder testalo é necesario realizar unha análise *ex post*, xa que do contrario nos veríamos obrigados a cuantificar as expectativas. Para evitar este problema, debe supoñerse que por termo medio a rendibilidade real é igual á rendibilidade esperada, suposto que nos leva a aceptar a existencia de expectativas racionais, conciliando rendibilidades pasadas con rendibilidades esperadas.
- 3) *Rendementos non normais.* Para que o modelo media-varianza poida ser aplicado necesitamos supoñer que a distribución de probabilidades é normal, xa que así a utilidade do investidor virá definida exclusivamente pola esperanza e pola volatilidade da rendibilidade. Porén, entre as características das series de rendementos dos activos financeiros atopámonos coa inexistencia de normalidade na súa distribución, pois, entre outras consideracións, presentan asimetría, colas pesadas ou clústeres de volatilidade, o que fai que se poidan presentar problemas de heterocedasticidade e que a volatilidade non recolla de forma óptima o risco asumido.
- 4) *Crítica de Roll.* Para poder contrastar o CAPM é preciso relacionar a rendibilidade dos distintos activos coa carteira de mercado. Non obstante, a carteira de mercado non é observable, xa que debería incluír absolutamente todos os activos presentes nunha economía e ser eficiente no espazo media-varianza. Polo tanto, Roll (1977) conclúe que testar o CAPM implica asumir que o índice ou a carteira de mercado tomada como referencia é realmente eficiente, o que leva ao test de dúas hipóteses conxuntas.
- 5) *Descoñecemento da eficiencia informativa.* Unha das variables que afectan á formación do prezo é a dispoñibilidade de información. Se o mercado fose eficiente, os prezos non lles darían capacidade aos investidores de obter beneficios extraordinarios, cando menos de forma sistemática. Con todo, e aínda que algúns estudos (Fama, 1970) mostran que os mercados non presentan unha eficiencia forte, si que o fan na súa forma semiforte, e por iso ao testar un modelo de valoración estaremos testando tamén a eficiencia informativa. Aínda que é visible que pode presentarse ausencia de eficiencia forte ao mostrarse exemplos como o efecto xaneiro, o efecto fin de semana (Bachiller, 1992) ou o efecto apertura e cierre, entre outros, pode considerarse que en xeral isto é debido a cuestións máis ben illadas que non distorsionarán en gran medida a análise.
- 6) *Existencia de covarianza entre a rendibilidade de dous activos.* O modelo supón que a afectación sobre o rendemento dun activo sobre o rendemento doutro activo se mide única e exclusivamente a través da sensibilidade que presente este último ao conxunto da carteira de mercado. Porén, non parece moi desatinado pensar que a rendibilidade que ofrece unha empresa presentará unha maior relación cos sectores cos que se relaciona directamente. Así por exemplo, poderíamos pensar que unha baixada nas expectativas da industria naval tería consecuencias directas na industria do metal, máis alá da rela-

ción que esta presente co conxunto do mercado. Desta forma, o modelo non estaría considerando todos os elementos que poden afectar á súa rendibilidade, xa que faltaría por ter en conta factores explicativos relevantes, o que pode dar lugar a problemas de autocorrelación non contemplados na ecuación do modelo.

- 7) *Despreocupación pola liquidez*. Na valoración a través do CAPM non estamos considerando o efecto que ten a liquidez sobre as decisións do investidor, pois unicamente supoñemos que este esixe retribución polo risco sistémico. Non obstante, non todos os activos presentan a mesma liquidez xa que teñen distinto *spread*, aumentando así os custos de transacción dos activos menos líquidos. De novo, atopámonos con que o mercado non é perfecto, aínda que podemos considerar que eses custos de transacción non afectan en gran medida á decisión dos investidores, posto que a evolución dos mercados fixo que estes custos se reducirán enormemente nos últimos anos (maior disposición de información, maior coñecemento dos investidores, maior transparencia dos mercados, maior liberdade de entrada, etcétera) e, ademais, para a análise utilízanse valores presentes no IBEX-35 e, polo tanto, dotados dunha gran liquidez e cun baixo *spread*.

4. DATOS

A correcta implementación dunha análise sobre o CAPM no mercado español de capitais require que se coñeza a carteira de mercado para os investidores que operan nel. Isto implica que non só deben terse en conta os activos financeiros que se negocian nel, senón todos aqueles activos cara aos que se poidan dirixir os fondos dispoñibles, debido a que o conxunto de investimentos incluírá activos non financeiros. Ademais, cómpre ter en conta que, desde o punto de vista do investidor, o mercado no que opera non só inclúe o mercado español de capitais, xa que existe un elenco de oportunidades de investimento a nivel internacional.

Non obstante, debido á complicación práctica que suporía ter en conta o mercado internacional, optouse por considerar que o mercado español –e concretamente o de capitais– é un mercado propio e diferenciado do resto de mercados de activos. Polo tanto, os investidores que operan nel deciden que cantidade de renda destinan a este mercado, e a partir de aí forman a súa carteira sen ter en conta o resto dos investimentos dispoñibles e considerando o mercado español de capitais como o único dispoñible.

Considerar todos os activos susceptibles de investimento e observar o seu prezo sería imposible na práctica; por iso, debe establecerse a carteira de mercado con base nun conxunto moi limitado de valores e que sexa representativo de todo o conxunto do mercado. De entre todas as opcións dispoñibles elixiuse como carteira o IBEX-35, xa que, malia contar exclusivamente con 35 activos, é un índice representativo da marcha do mercado español polo que respecta ao volume de

negociación e á capitalización bolsista. Non obstante, non debemos esquecer que os efectos de incluír o mercado internacional suporían desprazar a fronteira eficiente cara arriba, posto que existen máis activos dispoñibles, e reducir o risco sistémico.

Unha vez elixida a carteira de mercado, a análise podería realizarse con todos os activos dispoñibles no mercado español. Porén, incluír todos os activos que se negocian nel suporía aceptar que o volume de negociación ou o tamaño das empresas non lle afecta á rendibilidade daqueles. Non obstante, como se mostra nalgúns estudos sobre o mercado español (Miralles Marcelo, Miralles e Miralles Quirós, 2007), si que existe un efecto destes aspectos na validez do modelo. Todo iso, unido á existencia de maiores custos de transacción para activos con pouco volume de negociación, debido á dificultade de atopar unha contrapartida, levaría a unha menor capacidade explicativa do CAPM.

Co obxectivo de limitar aqueles erros que proveñen da aplicación do modelo nun mercado imperfecto, optouse por elixir exclusivamente aqueles activos que compoñen o IBEX-35, debido a que presentan unha gran liquidez, e sendo conscientes das limitacións polo que respecta á xeneralización dos resultados que iso supón. Así mesmo, a mostra reduciuse a aqueles activos que mantiveron a súa cotización durante un período temporal determinado, polo que se excluíron da análise aqueles activos cunha incorporación máis tardía ao mercado. Este axuste leva a considerar un total de 29 activos, fronte aos 35 activos que compoñen o IBEX-35.

A utilización do IBEX-35 como carteira de mercado non está exenta de críticas, tal e como se mostra en certos estudos como, por exemplo, no realizado por Martínez e Valdemar (2011), onde se deduce que o IBEX-35 non é unha carteira óptima. Con todo, cómpre ter en conta que, se consideramos exclusivamente os activos que o compoñen, pode constatarase que presentan un enorme peso no conxunto dos investimentos, sendo a elección máis aproximada á carteira de mercado sen construír unha carteira propia e distinta a partir dos activos estimados, evitando así desvirtuar a contrastación do modelo.

Os datos utilizados neste estudo foron obtidos das páxinas web de Invertia, Infomercados, Infobolsa, Yahoo Finance e do Banco de España³. Así, obtivéronse tanto os prezos de cerre dos 35 activos que compoñen o IBEX-35 como os valores do propio índice e do valor do Euríbor a doce meses. Naquelas situacións que presentaban diferenzas entre os valores obtidos polos distintos medios, elixíronse aqueles que presentasen unha menor discrepancia coas restantes fontes. Os datos referidos ao índice IBEX-35, así como os relativos ao Euríbor a doce meses, foron obtidos directamente do Banco de España. Con estes datos calculouse a rendibilidade diaria que presentaban estimando capitalización continua, excluíndose da análise aqueles activos con días de cotización inferiores aos 1.624 días.

³ Esa información pode obterse *on line* en <www.invertia.com>, <www.infomercados.com>, <www.infobolsa.es>, <www.yahoo.es> e <www.bde.es>.

Como investimento libre de risco utilízase o Euríbor a doce meses, debido á forte presenza de remuneración por risco presente na débeda pública española, que desvirtuaría a análise. Aínda que o horizonte investidor considerado podería ser en principio discutido, o feito de que a evolución do Euríbor a doce meses e a rendibilidade ofrecida pola débeda pública española a dez anos presenten unha evolución similar cuns *spreads* relativamente estables mostra que o Euríbor é un mellor indicador da evolución da rendibilidade dun investimento libre de risco no longo prazo en momentos de forte inestabilidade no rendemento da débeda pública española. A utilización do Euríbor a doce meses como rendemento libre de risco utilízase, así mesmo, en traballos realizados no ámbito nacional como, por exemplo, no de Fernández, Aguirreamalloa e Corres (2011), quen o utilizan no cálculo da prima de risco en España.

Os datos comprenden desde o 1 de xaneiro de 2005 ata o 20 de maio de 2011. Cómpre sinalar que foron homoxeneizados para evitar discrepancias verbo dos días de negociación. Por iso, non se consideran todos os días negociables, senón que se optou por igualar os días dispoñibles para o maior número de activos posibles de cara a contar cunha base de datos o máis homoxénea posible. Así, tal e como se mencionou con anterioridade, tivéronse en conta un total de 1.624 días para os 29 activos obxecto de estudo.

A finais do ano 2008 chegou ao parqué español a crise financeira, que xerou un forte aumento da desconfianza entre os axentes, co conseguinte incremento da volatilidade dos activos. Neste contexto é habitual que os investidores reconsideren as súas expectativas e que, como consecuencia, se produza un cambio na composición das súas carteiras cara a activos menos sensibles ao ciclo económico. Esta situación de crise persiste atenuada pero sen máis cambios significativos desde a data. Por iso, desde o punto de vista do investidor existen dous grandes períodos de investimento diferenciados e nos que se poden presentar distintas sensibilidades dos activos. Para comprobar esa hipótese de cambio de sensibilidade realízase o test de Andrews (1988a, 1988b), que determina de forma endóxena a data na que se produce o cambio estrutural.

A táboa 1 mostra os estatísticos descritivos das rendibilidades dos 29 activos considerados que forman o IBEX-35, así como a do propio índice. A media, como cabería esperar, posto que se trata de rendibilidades diarias, está moi próxima a cero, o que é un indicador da eficiencia presente no mercado. Por outra parte, destaca a elevada desviación estándar (volatilidade) que presentan as rendibilidades seleccionadas. Podemos destacar a presenza de asimetría nun gran número de casos, aínda que é curioso o feito de que esa asimetría se presenta positiva para o caso concreto do IBEX-35, así como doutros moitos activos, o que implica unha maior probabilidade de obter valores atípicos cando o prezo se incrementa. Outro aspecto destacable é o exceso de kurtose que presentan todos os activos e o índice de referencia IBEX-35. Este exceso de kurtose provoca que rendibilidades afastadas da media sexan máis comúns que nunha distribución normal e, polo tanto, que o investidor estea sometido a un maior risco.

Táboa 1.- Estatística descritiva da rendibilidade do IBEX-35 e dos valores que o compoñen

Nome	Media(1)	Volatilidade	Asimetría	Kurtose	Jarque-Bera	Observacións
ABE	-0,022	0,017	-0,018	7,273	1235,456	1.624
ABG	0,739	0,027	0,101	5,199	329,867	1.624
ACC	0,248	0,026	-0,115	7,988	1687,187	1.624
ACE	0,073	0,018	0,149	6,722	943,549	1.624
ACS	0,398	0,017	-0,368	6,888	1059,479	1.624
BANK	-0,339	0,023	0,683	7,204	1322,423	1.624
BBVA	-0,306	0,022	0,476	12,138	5711,339	1.624
EBR	0,296	0,015	-0,043	6,565	860,264	1.624
ENA	0,172	0,016	-0,115	10,290	3600,010	1.624
END	0,183	0,019	-3,292	67,786	286942,302	1.624
EURIBOR	0,116	0,000	0,301	1,671	144,185	1.624
FCC	-0,321	0,019	-0,250	5,011	290,559	1.624
FERR	-0,082	0,025	-0,041	5,482	417,228	1.624
GAM	-0,274	0,028	-0,414	12,954	6751,496	1.624
GASN	-0,341	0,019	-0,317	10,220	3554,192	1.624
IAG	0,066	0,025	0,692	12,076	5703,505	1.624
IBE	0,155	0,020	0,419	16,259	11943,674	1.624
IBEX35	0,073	0,015	0,240	12,469	6082,735	1.624
INDR	0,102	0,015	0,088	6,077	642,930	1.624
INDX	0,637	0,019	0,152	7,241	1223,098	1.624
MAP	0,125	0,022	0,170	8,492	2048,877	1.624
MTS	-0,230	0,034	-0,341	8,450	2041,417	1.624
OHL	0,850	0,025	0,060	6,094	648,846	1.624
POP	-0,553	0,022	0,700	11,250	4738,373	1.624
RED	0,573	0,016	-0,069	10,165	3475,109	1.624
REP	0,095	0,019	-0,555	11,634	5127,227	1.624
SAB	-0,247	0,016	0,856	13,601	7802,965	1.624
SAC	-0,301	0,030	0,143	5,584	457,301	1.624
SAN	-0,088	0,023	0,490	12,852	6633,385	1.624
TEF	0,481	0,018	0,169	11,675	5099,998	1.624
TEL	-0,178	0,027	0,034	6,378	772,434	1.624

NOTA: (1) Os valores expresados están multiplicados ($\times 10^3$).

FONTE: Elaboración propia.

Coa información obtida respecto da asimetría e da kurtose presentadas, e co obxectivo de poder verificar se existe ausencia de normalidade, preséntase o valor do test de Jarque-Bera, que mostra que para todas as distribucións dos rendementos podemos rexeitar a hipótese de existencia de normalidade. A nomenclatura utilizada descríbese no anexo.

5. RESULTADOS

5.1. RESULTADOS DO MODELO BASE

Para a maioría dos casos, o parámetro alfa non é significativamente distinto de cero, e só pode considerarse que presenta relevancia para o caso do Banco Popular, onde indica un rendemento dun 15,58% menor ao predito. Por iso, pode afir-

marse que non existen factores intrínsecos en cada activo que determinen a súa rendibilidade, suposto do que parte o estudo. Ademais, a diferenza nas betas de considerar ou non a existencia da alfa de Jensen é non significativa, non interferindo nas conclusións alcanzadas.

Para analizar a relevancia na especificación do modelo ao suprimir a consideración da alfa de Jensen, recorreuse ao criterio de Schwarz. Este criterio, utilizado na selección de modelos, penaliza a inclusión dun maior número de factores explicativos, e dos seus resultados dedúcese que é preferible aquela regresión que presente un menor valor. Comparando ambas as dúas especificacións baseándonos neste criterio, en especial prestando atención naqueles activos nos que a alfa de Jensen era significativa ampliando o intervalo de erro esperado, podemos observar que os seus resultados son moi similares, presentando valores distintos a partir do terceiro decimal, polo que se pode afirmar que a bondade do axuste non se resinte de forma significativa coa utilización dunha especificación ou doutra.

O R^2 obtido é elevado, sobre todo tendo en conta que estamos incluíndo un único factor. Isto mostra que existe unha forte influencia entre o exceso de rendibilidade que ofrece a suposta carteira de mercado – neste caso o IBEX-35– e o exceso de rendibilidade que presentan os distintos activos negociados que a compoñen. Con todo, CAPM non só conclúe unha forte influencia da carteira de mercado, senón unha influencia absoluta, polo que cabería esperar, de cumprirse as predicións do modelo, un R^2 moi próximo a uno.

Nas táboas 2 e 3 preséntanse, respectivamente, os resultados da regresión xeral e os resultados GARCH da regresión xeral.

Táboa 2.- Resultados da regresión xeral

Nome	Observacións	β	Z-Stat	R^2	DW (1)	Schwarz	Obs* R^2 (2)	Q-Stat(3)
ABE	1.624	0,844	63,657	0,563	2,065	-6,436	60,038	11,720
ABG	1.624	1,137	37,477	0,409	1,961	-4,972	83,821	7,583
ACC	1.624	1,108	40,939	0,488	2,136	-5,280	120,434	16,352
ACE	1.624	0,738	38,959	0,425	2,002	-5,924	84,071	6,419
ACS	1.624	0,820	56,086	0,551	1,982	-6,390	82,881	7,790
BANK	1.624	1,089	54,562	0,478	1,936	-5,815	243,345	37,949
BBVA	1.624	1,247	109,500	0,857	1,610	-6,996	169,677	49,515
EBR	1.624	0,410	21,495	0,180	2,260	-5,821	85,535	38,501
ENA	1.624	0,606	33,276	0,337	1,940	-6,028	74,929	8,667
END	1.624	0,578	34,531	0,246	1,912	-6,104	3,557	27,764
FCC	1.624	0,985	48,377	0,511	2,045	-5,872	43,385	8,711
FERR	1.624	1,164	45,793	0,515	2,035	-5,373	53,065	13,862
GAM	1.624	0,722	21,251	0,244	2,046	-4,881	183,208	7,995
GASN	1.624	0,846	52,310	0,453	1,774	-6,181	333,763	44,781
IAG	1.624	0,503	15,653	0,112	2,017	-4,948	89,744	15,833
IBE	1.624	0,819	59,523	0,424	2,314	-6,322	235,714	80,155
INDR	1.624	0,387	19,802	0,135	2,234	-5,804	101,449	39,807
INDX	1.624	0,520	23,202	0,201	2,235	-5,569	237,162	39,465
MAP	1.624	0,969	43,419	0,451	2,206	-5,702	145,117	27,998
MTS	1.624	1,098	31,003	0,348	1,881	-4,643	149,142	26,259

Táboa 2 (continuación).- Resultados da regresión xeral

Nome	Observacións	β	Z-Stat	R^2	DW (1)	Schwarz	Obs* R^2 (2)	Q-Stat(3)
OHL	1.624	1,031	36,210	0,400	1,895	-5,114	49,636	28,467
POP	1.624	1,022	63,606	0,699	1,722	-6,466	142,897	48,823
RED	1.624	0,548	29,609	0,308	2,019	-6,075	155,336	9,424
REP	1.624	0,951	69,292	0,651	1,968	-6,425	106,533	10,658
SAB	1.624	0,800	58,198	0,568	1,756	-6,545	143,509	54,814
SAC	1.624	1,233	40,438	0,333	2,017	-4,935	197,859	29,405
SAN	1.624	1,289	111,743	0,854	1,691	-7,068	243,511	55,230
TEF	1.624	0,945	67,949	0,707	1,671	-6,589	98,695	62,189
TEL	1.624	1,076	38,921	0,343	1,961	-5,033	151,679	18,215

NOTAS: (1) Estatístico de Durbin-Watson; (2) Estes resultados corresponden ao test ARCH considerando dez retardos nos residuos; (3) Estes resultados corresponden ao test de Ljung-Box considerando dez retardos nos residuos.

FONTE: Elaboración propia.

Táboa 3.- Resultados GARCH da regresión xeral

Nome	ω (1)	Z-Stat	θ_0	Z-Stat	θ_1	Z-Stat
ABE	0,745	3,744	0,819	26,212	0,124	4,926
ABG	1,906	2,406	0,884	28,987	0,076	3,910
ACC	0,852	2,611	0,914	44,619	0,062	4,063
ACE	0,567	2,991	0,875	38,261	0,098	4,991
ACS	0,663	3,477	0,833	27,153	0,120	4,950
BANK	0,276	2,737	0,895	56,160	0,104	5,741
BBVA	0,361	3,492	0,825	26,282	0,124	5,120
EBR	6,856	3,103	0,510	3,812	0,136	3,615
ENA	0,331	2,515	0,927	54,044	0,052	4,281
END	0,521	3,498	0,842	39,166	0,157	5,558
FCC	1,200	3,088	0,831	22,470	0,107	4,603
FERR	0,107	1,444	0,970	121,137	0,027	3,638
GAM	1,185	2,894	0,894	49,033	0,089	5,094
GASN	0,332	3,031	0,870	45,087	0,117	5,699
IAG	2,077	3,436	0,866	35,787	0,096	4,852
IBE	0,329	3,629	0,770	33,689	0,266	6,921
INDR	2,382	3,098	0,769	14,478	0,125	3,996
INDX	0,325	2,288	0,937	69,315	0,052	4,539
MAP	0,282	2,674	0,928	68,265	0,061	4,739
MTS	0,691	2,411	0,924	72,411	0,065	5,314
OHL	2,613	2,661	0,855	22,247	0,081	3,773
POP	0,146	2,961	0,904	61,300	0,093	5,369
RED	0,672	3,261	0,839	29,987	0,124	5,684
REP	0,373	3,153	0,886	42,176	0,087	5,014
SAB	0,252	2,758	0,919	52,081	0,057	4,385
SAC	2,778	3,736	0,764	25,930	0,253	5,433
SAN	0,189	3,459	0,830	34,027	0,155	5,906
TEF	0,344	3,165	0,842	32,535	0,129	5,427
TEL	0,585	2,438	0,915	62,137	0,075	5,120

NOTA: (1) Os valores expresados están multiplicados ($\times 10^5$).

FONTE: Elaboración propia.

Analizando a existencia de cambio estrutural en función do mencionado test de Andrews (1988a, 1988b), os resultados mostran que na gran maioría dos casos podemos aceptar que existe un cambio estrutural (táboa 4). Agás nos dous activos onde non se aprecia tal cambio –OHL e Telecinco–, o resto dos activos presentan unha clara evidencia de existencia de cambio estrutural. Para a maioría deles –18 activos– o cambio estrutural prodúcese no ano 2008, para cinco ten lugar no ano 2009, para tres no ano 2010 e só para os tres restantes parece producirse nun período anterior ao ano 2008.

Táboa 4.- Resultados considerando cambio estrutural

Nome	Data	β_{1j}	Z-Stat	R^2	Obs (1)	β_{2j}	Z-Stat	R^2	Obs (2)
ABE	02/10/2008	0,925	45,125	0,570	956	0,779	40,943	0,566	668
ABG	19/09/2006	1,534	12,327	0,265	439	1,119	36,694	0,465	1.185
ACC	19/01/2009	1,455	36,569	0,556	1.028	0,868	28,171	0,409	596
ACE	02/11/2009	0,870	33,331	0,455	1.230	0,555	22,091	0,362	394
ACS	05/09/2008	1,056	41,235	0,550	937	0,717	42,947	0,601	687
BANK	20/05/2010	1,022	45,503	0,446	1.367	1,433	25,517	0,663	257
BBVA	23/10/2008	1,105	74,454	0,835	971	1,388	92,290	0,888	653
EBR	09/10/2008	0,611	20,144	0,222	961	0,311	13,689	0,158	663
ENA	19/04/2007	0,774	15,338	0,222	586	0,568	28,200	0,378	1.038
END	03/10/2006	0,863	23,401	0,337	449	0,448	23,335	0,225	1.175
FCC	05/09/2008	1,260	36,511	0,531	937	0,815	33,461	0,538	687
FERR	10/05/2010	1,269	44,103	0,532	1.359	0,883	15,947	0,490	265
GAM	20/03/2008	-0,044	-0,717	-0,004	820	1,060	27,446	0,446	804
GASN	09/03/2009	0,915	34,545	0,542	1.063	0,776	35,807	0,309	561
IAG	08/04/2008	0,000	0,001	-0,005	831	0,736	19,729	0,221	793
IBE	19/03/2008	0,561	16,455	-0,076	819	0,862	60,690	0,685	805
INDR	12/03/2008	-0,072	-1,727	0,001	814	0,485	22,339	0,317	810
INDX	19/03/2008	-0,004	-0,090	-0,005	819	0,692	25,772	0,423	805
MAP	14/11/2008	0,895	27,029	0,389	987	1,041	34,163	0,508	637
MTS	22/01/2010	1,357	27,081	0,373	1.285	0,805	16,160	0,383	339
OHL	16/01/2008	1,128	16,337	0,219	774	1,011	32,035	0,490	850
POP	24/01/2008	0,861	41,830	0,608	780	1,222	59,566	0,738	844
RED	22/10/2008	0,527	19,678	0,275	970	0,555	22,021	0,332	654
REP	02/07/2009	1,006	49,639	0,626	1.143	0,906	51,973	0,732	481
SAB	02/12/2008	0,754	40,187	0,501	999	0,845	40,418	0,640	625
SAC	03/10/2008	1,303	26,732	0,371	957	1,152	28,162	0,306	667
SAN	10/11/2008	1,153	75,489	0,845	983	1,474	99,794	0,881	641
TEF	10/11/2008	1,256	62,191	0,737	983	0,812	57,822	0,735	641
TEL	19/02/2009	1,026	30,234	0,353	1.051	1,164	23,406	0,327	573

NOTAS: (1) Observacións incluídas antes do punto no que se produce o cambio estrutural; (2) Observacións incluídas despois do punto no que se produce o cambio estrutural.

FONTE: Elaboración propia.

Os resultados obtidos nas sensibilidades que se estimaron non resultan concluíntes para o conxunto de activos sobre o aumento ou a diminución da sensibilidade ao ciclo, aínda que é preciso destacar que no sector sobre o que se están rea-

lizando unhas das maiores reestruturacións e cambios de regulación⁴ –o sector bancario– se producira un forte aumento da súa sensibilidade con respecto á carteira de mercado para todas as empresas do sector. Unha das posibles explicacións que están detrás deste cambio podería ser sobreactuación dos mercados. O feito de que os bancos estiveran no punto de mira de numerosos medios de comunicación, así como as incertezas sobre os elementos que compoñen o activo dos seus balances, xeraron unha forte desconfianza nos investidores, que se viu acrecentada por un constante cambio legislativo. Por iso, as empresas do IBEX-35 que operan no sector bancario sufriron fortes oscilacións nos seus prezos de cerre, provocando que aumentase a influencia do ciclo económico sobre a súa rendibilidade.

Con respecto ao R^2 obtido nas distintas regresións, debe mencionarse que para o primeiro período considerado certos activos presentan valores negativos, o que pon de manifesto o mal axuste para certo número de activos.

5.2. RESULTADOS DO MODELO PROPOSTO

Os resultados con respecto a se a sensibilidade do activo en relación coa carteira de mercado se incrementa ou diminúe con subidas ou baixadas do mercado non son concluíntes. Para 25 dos 29 activos considerados si que se presenta evidencia de que existen variacións nas súas sensibilidades nalgún período, pero para a maioría só é posible atopar evidencia estatística desta afirmación nun dos dous períodos considerados e non en ambos os dous⁵.

Este resultado pon de manifesto que o contexto de subida ou baixada da rendibilidade da carteira de mercado pode variar o axuste do CAPM á hora de fixar o prezo do activo. Por iso, os resultados obtidos de aplicar o CAPM deben ser tomados con cautela, e ante variacións do mercado deben ser revisados, xa que poden presentar diferenzas non só co paso do tempo, senón tamén con variacións na rendibilidade do mercado. Por iso, a súa adecuación ao mercado español de capitais require unha xestión dinámica e continuada que revise a sensibilidade dos distintos activos ante diferentes situacións do mercado.

Con respecto á variación da sensibilidade ante valores extremos da rendibilidade da carteira de mercado, os resultados non nos permiten concluír en que dirección se produce este cambio de sensibilidade, aínda que se incrementa ou se reduce. En cambio, unha das características observadas é que dos once activos que presentan evidencia estatística de variar a súa sensibilidade ante valores extremos do IBEX-35 durante o primeiro período, un total de nove activos mostran evidencia de presentar variacións na súa sensibilidade ante valores extremos para

4 Cambios legislativos recentes foron o Real decreto-lei 11/2010, de 9 de xullo, de órganos de goberno e outros aspectos do réxime xurídico das caixas de aforros (*Boletín Oficial del Estado*, nº 169, de 13/07/10) e o Real decreto-lei 2/2011, de 18 de febreiro, para o reforzamento do sistema financeiro (*Boletín Oficial del Estado*, nº 43, de 19/02/11), que aumenta os niveis esixidos de solvencia.

5 Lémbrese que se realizou a análise antes e despois do cambio estrutural e que, como consecuencia, se analizaron dúas regresións distintas.

o mesmo período. Así mesmo, os once activos que presentan variacións da súa sensibilidade ante variacións á alza ou á baixa do mercado no segundo período considerado tamén mostran variacións ante valores extremos, e só dous máis presentan exclusivamente evidencia de variar a súa sensibilidade ante valores extremos.

Estes resultados indican que os activos que presentan variacións da súa sensibilidade en relación con pequenas oscilacións do mercado tamén o fan cando o mercado se atopa nunha situación extrema. Isto pode esconder a existencia de dous grandes grupos de activos en cada un dos períodos considerados: aqueles cuxa sensibilidade á carteira de mercado se mantén malia os vaivéns do mercado, e aqueles cuxa sensibilidade varía en función da situación que presente o mercado, xa sexan variacións á alza ou á baixa ou ben sexa debido a situacións extremas do mercado.

A principal implicación deste resultado é que mostra que as variacións na sensibilidade dos activos ante pequenos movementos do mercado tamén se manifiestan en situacións extremas. Unha análise máis polo miúdo dos resultados revela que os activos suxeitos a variacións presentan maioritariamente unha menor sensibilidade no segundo período considerado. Debe terse en conta, non obstante, que esta afirmación non debe xeneralizarse a todos os activos, xa que nos activos de empresas do sector bancario e da construción non se observa esa redución na beta, senón máis ben resultados que parecen indicar o comportamento oposto.

Nas táboas 5, 6 e 7 preséntanse os principais resultados, que recollen as betas estimadas de acordo coa ecuación (8) baixo a condición (9) para considerar variacións ante subidas e baixadas do mercado, e baixo as condicións (12), (13) e (14) para considerar variacións ante valores extremos. Os resultados ofrécense para os períodos antes e despois do cambio estrutural. Así mesmo, inclúense os resultados do test de Wald proposto en (10) e en (11).

Táboa 5.- Regresións considerando asimetrías e cambio estrutural

Nome	Antes					Despois				
	β_{1j}	Z-Stat	β_{1j}	Z-Stat	R^2	β_{1j}	Z-Stat	β_{1j}	Z-Stat	R^2
ABE	0,907	30,902	0,943	33,031	0,570	0,745	26,160	0,808	30,422	0,566
ABG	1,487	8,861	1,595	8,697	0,264	1,093	26,664	1,142	25,596	0,465
ACC	1,412	25,928	1,487	25,877	0,556	0,750	19,152	0,964	20,438	0,415
ACE	0,846	22,377	0,895	24,772	0,454	0,491	12,435	0,611	14,938	0,361
ACS	1,050	27,382	1,062	31,026	0,550	0,693	29,881	0,738	32,199	0,599
BANK	0,937	29,127	1,121	39,035	0,444	1,385	20,221	1,473	15,000	0,659
BBVA	1,113	52,983	1,099	54,007	0,835	1,373	69,375	1,401	59,044	0,888
EBR	0,565	12,670	0,649	15,445	0,222	0,349	10,722	0,277	8,894	0,158
ENA	0,740	10,315	0,817	11,477	0,221	0,518	18,239	0,613	20,475	0,377
END	0,926	17,097	0,772	15,004	0,346	0,442	15,493	0,457	18,498	0,225
FCC	1,171	22,555	1,344	28,623	0,532	0,724	20,127	0,916	27,443	0,541
FERR	1,141	28,392	1,389	33,692	0,535	0,897	11,822	0,858	10,611	0,488
GAM	0,004	0,047	-0,096	-1,140	-0,006	0,897	18,596	1,179	20,874	0,449
GASN	0,902	23,394	0,926	25,522	0,542	0,771	27,987	0,779	22,027	0,308
IAG	-0,028	-0,357	0,021	0,249	-0,006	0,682	12,774	0,786	14,660	0,219

Táboa 5 (continuación).- Regresións considerando asimetrías e cambio estrutural

Nome	Antes					Despois				
	β_{1j}	Z-Stat	β_{1j}	Z-Stat	R^2	β_{1j}	Z-Stat	β_{1j}	Z-Stat	R^2
IBE	0,632	13,349	0,491	10,413	-0,081	0,862	43,546	0,862	43,858	0,685
INDR	-0,069	-1,147	-0,075	-1,313	-0,001	0,421	13,362	0,562	19,197	0,322
INDX	0,029	0,420	-0,042	-0,711	-0,008	0,721	20,853	0,665	16,843	0,424
MAP	0,836	16,738	0,954	22,057	0,387	1,032	25,236	1,049	23,276	0,508
MTS	1,388	18,937	1,329	19,475	0,372	0,727	9,746	0,885	11,292	0,386
OHL	0,891	9,418	1,306	12,831	0,219	1,030	21,001	0,991	23,946	0,490
POP	0,824	26,269	0,895	32,298	0,607	1,131	41,133	1,288	41,001	0,735
RED	0,516	13,077	0,537	14,901	0,275	0,587	17,983	0,516	14,624	0,330
REP	0,948	31,340	1,065	40,072	0,629	0,931	43,445	0,889	31,092	0,732
SAB	0,697	24,657	0,809	32,107	0,491	0,709	23,650	0,973	32,902	0,634
SAC	1,179	16,475	1,432	22,043	0,373	0,954	17,095	1,323	24,818	0,319
SAN	1,154	50,474	1,152	56,503	0,845	1,518	67,963	1,436	64,434	0,881
TEF	1,281	46,611	1,236	44,070	0,737	0,829	47,557	0,794	36,576	0,737
TEL	1,018	22,092	1,033	21,773	0,352	1,009	15,738	1,303	17,164	0,329

FONTE: Elaboración propia.

Táboa 6.- Regresións considerando valores extremos e cambio estrutural

Nome	Antes					Despois				
	β_{1j}	Z-Stat	β_{1j}	Z-Stat	R^2	β_{1j}	Z-Stat	β_{1j}	Z-Stat	R^2
ABE	0,959	28,590	0,910	35,073	0,570	0,815	29,407	0,748	27,962	0,565
ABG	1,223	4,108	1,554	11,447	0,254	1,128	22,980	1,113	28,755	0,465
ACC	1,545	23,466	1,394	28,254	0,556	0,935	17,695	0,820	21,504	0,410
ACE	0,914	22,082	0,847	25,032	0,455	0,615	13,266	0,507	14,826	0,364
ACS	1,136	27,529	1,026	31,716	0,551	0,739	29,649	0,700	31,947	0,599
BANK	1,085	32,507	0,995	33,025	0,444	1,353	10,237	1,482	24,244	0,665
BBVA	1,052	43,243	1,135	60,446	0,834	1,389	53,747	1,387	73,430	0,888
EBR	0,655	13,545	0,584	14,799	0,223	0,282	8,503	0,335	10,861	0,156
ENA	0,911	8,678	0,733	12,702	0,221	0,645	19,347	0,514	19,412	0,378
END	0,645	7,272	0,923	21,824	0,349	0,500	17,864	0,421	16,546	0,227
FCC	1,388	24,339	1,208	27,750	0,531	0,911	25,723	0,756	22,214	0,538
FERR	1,404	30,421	1,186	32,505	0,535	0,917	9,036	0,876	13,282	0,488
GAM	-0,139	-1,254	-0,014	-0,197	-0,003	1,201	19,749	0,942	20,313	0,452
GASN	0,936	22,670	0,904	26,458	0,542	0,753	19,262	0,795	30,222	0,307
IAG	0,025	0,209	-0,012	-0,185	-0,006	0,791	13,605	0,695	14,051	0,219
IBE	0,268	3,322	0,624	15,785	-0,076	0,881	40,017	0,853	47,252	0,686
INDR	-0,183	-3,020	-0,029	-0,568	0,002	0,565	17,833	0,436	14,538	0,323
INDX	0,050	0,577	-0,023	-0,433	-0,008	0,682	15,830	0,700	20,541	0,423
MAP	0,965	18,771	0,863	20,132	0,386	1,044	20,983	1,039	27,128	0,508
MTS	1,442	18,509	1,304	20,261	0,375	0,888	9,882	0,754	11,552	0,385
OHL	1,458	9,268	0,972	12,444	0,227	1,018	22,864	1,006	21,946	0,489
POP	0,944	26,718	0,831	32,270	0,606	1,278	37,340	1,176	45,822	0,736
RED	0,611	14,464	0,491	14,164	0,278	0,537	14,023	0,564	17,664	0,331
REP	1,117	38,560	0,946	35,066	0,632	0,902	27,790	0,909	44,238	0,732
SAB	0,750	26,371	0,755	30,561	0,501	0,939	28,197	0,775	29,381	0,636
SAC	1,515	19,386	1,232	20,803	0,375	1,359	24,468	1,000	18,660	0,318
SAN	1,139	45,157	1,159	59,930	0,845	1,434	59,001	1,502	76,772	0,881
TEF	1,154	36,036	1,322	52,375	0,738	0,797	32,940	0,820	49,394	0,736
TEL	0,974	18,495	1,058	24,582	0,354	1,304	15,292	1,073	17,511	0,331

FONTE: Elaboración propia.

Táboa 7.- Resultados do test de Wald para asimetrías e valores extremos(1)

Nome	Asimetrías		Valores extremos	
	Antes	Despois	Antes	Despois
ABE	0,785	2,617	1,323	3,117
ABG	0,192	0,660	1,053	0,065
ACC	0,918	12,007	3,373	3,004
ACE	0,869	4,436	1,568	3,484
ACS	0,055	1,919	4,381	1,402
BANK	18,481	0,533	4,058	0,795
BBVA	0,245	0,822	7,590	0,003
EBR	1,798	2,625	1,265	1,422
ENA	0,590	5,432	2,229	9,560
END	4,162	0,179	7,899	4,542
FCC	6,024	15,726	6,329	10,203
FERR	18,863	0,129	14,077	0,111
GAM	0,673	14,954	0,886	11,977
GASN	0,221	0,032	0,370	0,806
IAG	0,180	1,869	0,075	1,549
IBE	4,785	0,000	15,921	0,993
INDR	0,006	10,826	3,826	8,814
INDX	0,608	1,133	0,514	0,106
MAP	3,210	0,075	2,361	0,008
MTS	0,345	2,125	1,891	1,454
OHL	9,016	0,372	7,576	0,034
POP	2,892	14,444	6,560	5,825
RED	0,146	2,156	4,829	0,297
REP	8,599	1,456	18,903	0,042
SAB	8,853	39,243	0,016	15,178
SAC	6,920	22,729	8,569	21,902
SAN	0,003	7,007	0,426	4,762
TEF	1,356	1,669	17,753	0,667
TEL	0,050	9,024	1,591	5,006

NOTA: (1) Os valores presentados nesta táboa son os correspondentes a unha χ^2 logo da aplicación do test de Wald antes e despois do cambio estrutural detectado no test de Andrews. No anexo inclúense os resultados das regresións utilizadas para a realización deste test.

FONTE: Elaboración propia.

5.3. IMPLICACIÓNS DOS RESULTADOS OBTIDOS

Os resultados anteriores mostran que, a pesar de que é posible conseguir un bo axuste do modelo CAPM, este axuste non nos permite aceptar ou rexeitar as pre-

dicións do modelo debido a que a dinámica do mercado inflúe ou pode influír notablemente nos resultados. Aínda que o CAPM é unha ferramenta útil e de fácil uso, que proporciona unha importante información na xestión de carteiras, os seus resultados non debe tomarse independentemente do contexto analizado.

O fundamento do CAPM consta dunha sólida base teórica, e tal e como xa se sinalou, a súa contrastación empírica padece dunha serie de dificultades dificilmente salvables. Non obstante, relaxando certas hipóteses que permiten unha maior aplicación práctica é posible conseguir mellores resultados para o mercado español de capitais cun axuste elevado, considerando que só estamos tendo en conta un factor explicativo. Así mesmo, mostrouse que é necesaria unha xestión dinámica como consecuencia do cambio de sensibilidades que experimentan os distintos activos.

6. REFLEXIÓNS

Aínda que a aplicación práctica do CAPM non presenta uns resultados suficientemente atractivos para ser un método de fixación de prezos no mercado español actual, si que presenta unha forte utilidade como complemento no proceso de toma de decisións correspondente á formación e xestión de carteiras dado o seu bo axuste para un gran número de activos. Por iso, coñecendo as súas limitacións relacionadas coa súa implementación, é unha ferramenta que, malia contar con máis de corenta anos de historia, goza dunha vitalidade e dunha utilidade nada desbotables para o actual mercado español de capitais.

As modificacións ao modelo consideradas neste traballo só son unhas pequenas modificacións de todo o elenco posible, aínda que, tal e como se demostrou, permiten conseguir uns mellores resultados útiles na xestión de carteiras. Outra consideración que, a pesar de exceder o ámbito deste traballo, se podería ter en conta na análise de posibles variacións da sensibilidade dos activos sería considerar a influencia de distintos aspectos relacionados con imperfeccións do mercado tales como a falta de confianza na contrapartida ou os custos derivados da intermediación do investimento.

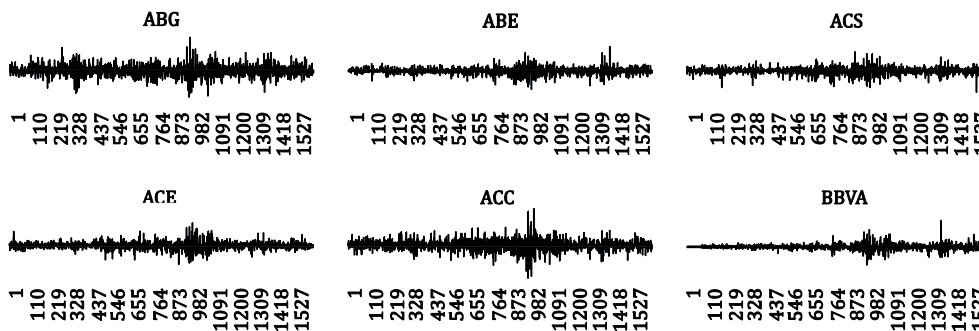
Por outra parte, a incerteza acerca da influencia que terá unha posible quita na débeda dos países periféricos na banca europea mantén viva a atención sobre o negocio bancario. Ante as dúbidas pola débeda pública nacional, moi presentes nos balances da banca española, é de esperar novas variacións nas betas, polo que para conseguir unha maior capacidade de predición haberá que axustar o modelo a novos contextos económicos.

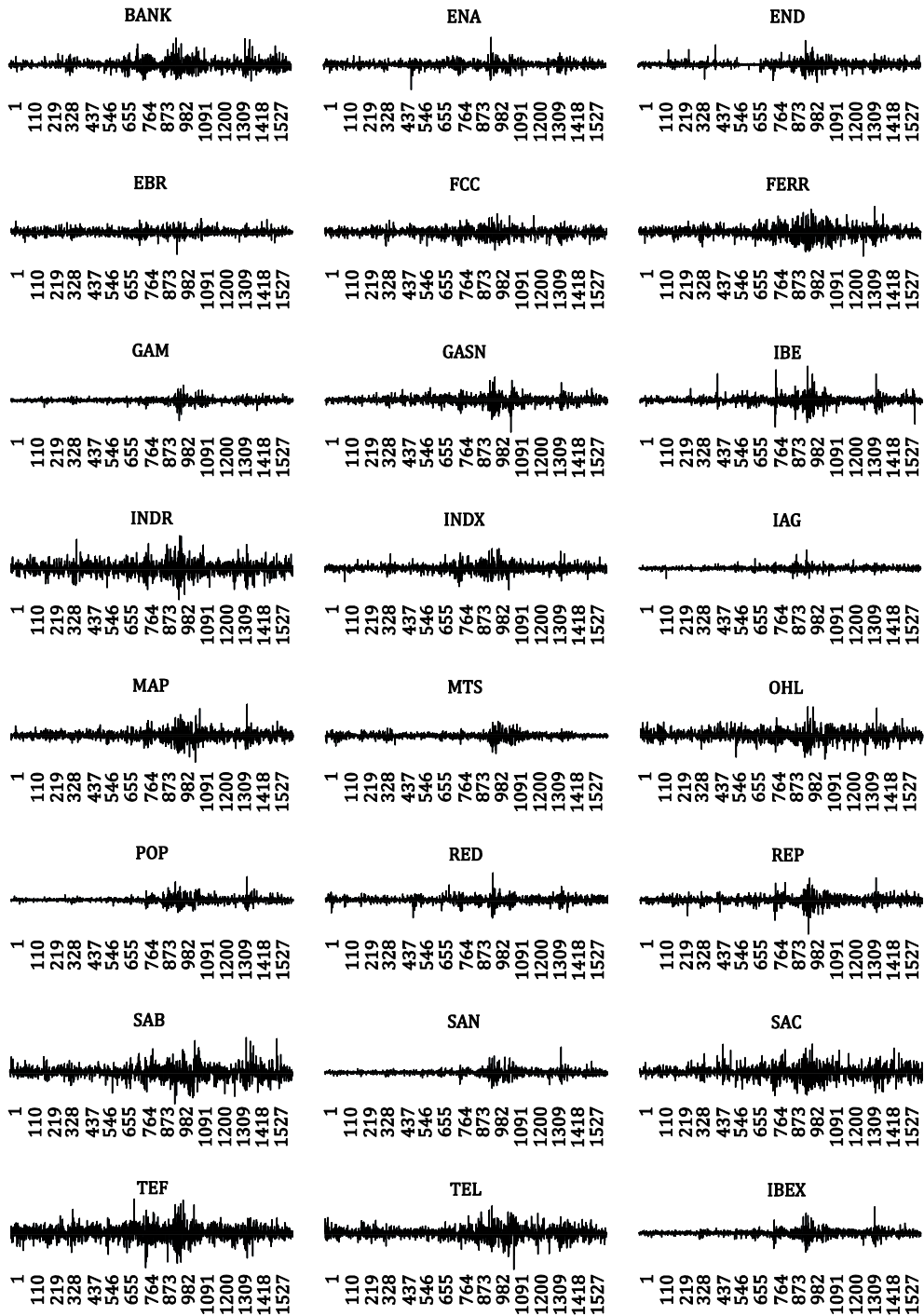
Por todo o anterior, e ante a robustez mostrada polo CAPM, parece máis apropiado avanzar na adecuación do modelo á situación actual e cambiante do mercado que desbancalo e utilizar na fixación de prezos outro modelo que non teña a sólida base teórica do CAPM, malia os seus malos resultados para certos activos.

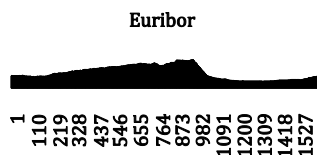
ANEXO 1. NOMENCLATURA UTILIZADA E SECTOR DAS EMPRESAS CONSIDERADAS

Sigla	Nome	Sector
ABE	Abertis	Explotación de infraestruturas
ABG	Abengoa	Energía, telecomunicacións, transporte e medio ambiente
ACC	Acciona	Energía, auga, construción, inmobiliaria, servizos urbanos
ACE	Acerinox	Metalúrxico
ACS	Actividades de Construcción e Servicio	Construción e servizos
BANK	Bankinter	Finanzas e seguros
BBVA	Banco Bilbao Vizcaya Argentaria.	Finanzas e seguros
EBR	Ebro Foods	Alimentación
ENA	Enagás	Energía
END	Endesa	Energía
FCC	Fomento de Construccions e contratas	Construción e servizos
FERR	Ferrovial	Construción e xestión de infraestruturas
GAM	Gamesa	Energía
GASN	Gas Natural Fenosa	Energía
IAG	International Airlines Grup	Transporte aéreo
IBE	Iberdrola	Energía
INDR	Indra Sistemas	Tecnoloxías da información
INDX	Inditex	Téxtil
MAP	Mapfre	Seguros
MTS	Arcelor Mittal	Siderurxia
OHL	Obrascón Huarte Lain	Construción
POP	Banco Popular Español	Finanzas e seguros
RED	Red Eléctrica de España	Energía
REP	Repsol YPF	Energía
SAB	Banco Sabadell	Finanzas e seguros
SAC	Sacyr Vallehermoso	Construción e xestión de infraestruturas
SAN	Grupo Santander	Finanzas e seguros
TEF	Telefónica	Telecomunicacións
TEL	Mediaset España Telecomunicación	Televisión

FONTE: Elaboración propia.

ANEXO 2. EVOLUCIÓN TEMPORAL DOS ACTIVOS CONSIDERADOS





BIBLIOGRAFÍA

- ANDREWS, D.W.K. (1988a): "Chi-Square Diagnostic Test for Econometric Models: Theory", *Econometrica*, 56 (6), pp. 1419-1453.
- ANDREWS, D.W.K. (1988b): "Chi-Square Diagnostic Test for Econometric Models: Introduction and Applications", *Journal of Econometrics*, 37 (1), pp. 135-156.
- BACHILLER, A. (1992): "Efecto fin de semana en la bolsa española", *Cuadernos Aragoneses de Economía*, 2 (1-2), pp. 152-162.
- BERGÉS, A. (1984): *El mercado de capitales español en un contexto internacional*. Madrid: Ministerio de Economía y Hacienda.
- BLACK, F.; JENSEN, M.; SCHOLES, M. (1972): "The Capital Asset Pricing Model: Some Empirical Test", en C.M. Jensen [ed.]: *Studies in the Theory of Capital Markets*. New York, NY: Praeger.
- BRECHMANN, E.C.; CZARO, C. (2011): "Extending the CAPM Using Pair Copulas: The Regular Vine Market Sector Model" (no prelo).
- CHEN, N.F.; ROLL, R.; ROSS, S.A. (1986): "Economic Forces and the Stock Market", *Journal of Business* 59 (3), pp. 383-403.
- FAMA, E.F.; FRENCH, K. (1992): "The Cross Section of Expected Stock Returns", *Journal of Finance*, XLVII (2), pp. 427-466.
- FAMA, E.F.; MACBETH, J. (1973): "Risk and Return: Some Empirical Tests", *Journal of Political Economy*. 81 (3), pp. 607-636.
- FERNÁNDEZ, P.; AGUIRREAMALLOA, J.; CORRES, L. (2011): *Prima de riesgo utilizada para España: encuesta 2011*. (Documento de Investigación, DI-921). Universidad de Navarra, IESE Business School.
- GALLEGO, A.; GÓMEZ, C.; MARHUENDA J. (1992): *Evidencias empíricas del CAPM en el mercado español de capitales*. (WP-EC 92-13). Valencia: Instituto Valenciano de Investigaciones Económicas (IVIE).
- GIBBONS, M. (1982): "Multivariate Tests of Financial Models: A New Approach", *Journal of Financial Economics*, 10 (1), pp. 3-27.
- GÓMEZ-BEZARES, F. (2000): *Gestión de carteras*. Bilbao: Desclée de Brouwer.
- GÓMEZ-BEZARES, F.; FERRUZ, L.; VARGAS MAGALLÓN, M. (2011): "Can We Beat the Market with Beta? An Intuitive Test of the CAPM", *Spanish Journal of Finance and Accounting*, XLI (155), pp. 333-352.
- GÓMEZ-BEZARES, F.; MADARIAGA, J.A.; SANTIBÁÑEZ, J. (1994): *Valoración de acciones en la Bolsa Española*. Bilbao: Desclée de Brouwer.
- KAHNEMAN, D.; TVERSKY, A. (1979): "Prospect Theory: An Analysis of Decision under Risk", *Econometrica*, 47 (2), pp. 263-292.
- LEVY, H. (1978): "Equilibrium in an Imperfect Market: A Constraint on the Number of Securities in the Portfolio", *The American Economic Review*, 68 (4), pp. 643-658.
- LEVY, H. (2010): "The CAPM is Alive and Well: A Review and Synthesis", *European Financial Management*, 16 (1), pp. 43-71.

- LINTNER, J. (1965): "The Valuation of Risk Assets and the Selection of Risky Investments in Stock Portfolios and Capital Budgets", *The Review of Economics and Statistics*, 47 (1), pp. 13-37.
- LITZENBERG, R.; RAMASWAMY, K (1979): "The Effect of Personal Taxes and Dividends on Capital Assets Prices: Theory and Empirical Evidence", *Journal of Financial Economics*, 7 (2), pp. 163-195.
- MARKOWITZ, H.M. (1952): "Portfolio Selection", *The Journal of Finance*, 7 (1), pp. 77-91.
- MARTÍNEZ, I.; VALDEMAR, O. (2011): "El IBEX35 como cartera óptima del mercado de valores español: estudio estadístico del período 2002-2010", *Anuario Jurídico y Económico Escorialense*, 49, pp. 399-418.
- MERTON, R.C. (1973): "An Intertemporal Capital Asset Pricing Model", *Econometrica*. 41 (5), pp. 867-887.
- MIRALLES MARCELO, J.L.; MIRALLES, M.M.; MIRALLES QUIRÓS, J.L. (2007): "Análisis media-semivarianza: una aplicación a las primas de riesgo en el mercado de valores español", *Estudios de Economía Aplicada*, 25 (1), pp. 199-214.
- MIRALLES MARCELO, J.L.; MIRALLES, M.M.; MIRALLES QUIRÓS, J.L. (2009): "Estimación de la dinámica del coeficiente beta en el mercado bursátil español", *Revista Española de Financiación y Contabilidad*, 38 (143), pp. 449-478.
- OSTERMATK, R (1991): "Empirical Evidence on the Capital Asset Pricing Model (CAPM) in Two Scandinavian Stock Exchanges", *Omega*, 19 (4), pp. 223-234.
- PALACIOS, J. (1973): "*The Stock Market in Spain: Test of Efficiency and Capital Market Theory*. (Tese de doutoramento non publicada). Stanford, CA: Stanford University.
- ROLL, R. (1977): "A Critique of Asset Pricing Theory's Test", *Journal of Financial Economics*, 4 (2), pp. 129-176.
- ROSS, S.A. (1976): "The Arbitrage Theory of Capital Asset Pricing", *Journal of Economic Theory*, 13, pp. 341-360.
- ROY, D.A. (1952): "Safety First and the Holding of Assets", *Econometrica*, 20 (3), pp. 431-449.
- RUBIO, G. (1988): "Further International Evidence on Asset Pricing: The Case of the Spanish Capital Market", *Journal of Banking and Finance*, 12 (2), pp. 221-242.
- RUBIO, G. (1991): "Formación de precios en el mercado bursátil: teoría y evidencia empírica", *Cuadernos Económicos de ICE*, 49, pp. 157-186.
- SENTANA, E. (1995): "Riesgo y rentabilidad en el mercado español de valores", *Moneda y Crédito*, 200, pp. 133-167.
- SENTANA, E. (1997): "Risk and Return in the Spanish Stock Market: Some Evidence from Individual Assets", *Investigaciones Económicas*, XXI (2), pp. 297-359.
- SHARPE, W.F. (1964): "A Theory of Market Equilibrium under Conditions of Risk", *The Journal of Finance*, 19 (3), pp. 425-442.
- SHARPE, W.F. (1994): "The Sharpe Ratio", *Journal of Portfolio Management*, 21, pp. 49-58.
- SOLNIK, B.H. (1974): "An International Market Model of Security Price Behavior", *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 29 (2), pp. 365-378.
- STUTZER, M. (1998): *A Portfolio Performance Index and Its Implications*. (Working Paper Series). Boulder, CO: University of Colorado at Boulder, Leeds School of Business.
- TOBIN, J. (1958): "Liquidity Preference as Behavior towards Risk", *Review of Economic Studies*, 26, pp. 65-86.
- TREYNOR, J. (1962): *Toward a Theory of Market Value of Risky Assets* (non publicado).