



FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y EMPRESARIALES

# **ESTUDIO DE LA EVIDENCIA DEL CAPM**

Autor: Paula Iraizoz Sánchez

Director: Susana Carabias López

Madrid

Junio 2014

# RESUMEN

Desde la aparición del Capital Asset Pricing Model (CAPM) en los años 60, su uso para la formación y valoración de carteras se ha ido extendiendo por todo el mundo siendo uno de los modelos más empleados en la actualidad por las grandes firmas y la mayoría de los inversores.

Esta gran influencia del modelo en la actualidad convierte, tanto el análisis del ajuste de los resultados empíricos de las variantes del CAPM a la realidad, como la búsqueda de aquella que mejor se adapte a las necesidades del inversor en campos de gran interés y en la razón principal para llevar a cabo este estudio.

En él se analizan las distintas evidencias empíricas obtenidas en trabajos previos del modelo CAPM clásico y de sus modificaciones más significativas para intentar comprender el nivel de utilidad y validez que posee este modelo como método de predicción de la relación rentabilidad/riesgo y de colaboración como herramienta de formación de carteras en mercados reales.

Los resultados obtenidos en este estudio nos llevan a valorarlo como una herramienta útil, pero con las limitaciones que conlleva la desviación existente entre las hipótesis iniciales en las que se basa el modelo y la realidad del mercado.

Para finalizar, llegamos a la conclusión de que dichas hipótesis deben constituir el punto de partida para la elección del tipo de “versión” del modelo CAPM que más convenga a cada inversor para lograr sus objetivos.

**Palabras clave:** *formación de carteras, modelo CAPM, influencia, modificaciones, objetivos, inversor, evidencia empírica, trabajos previos, utilidad y validez.*

# ABSTRACT

The development of the Capital Asset Pricing Model (CAPM) in the 60's has set a new era in the stock portfolio selection. Its application has been extended all over the world becoming one of the most employed financial models between important firms and individual investors.

Because of this, the analysis of the empirical evidence of this model and its most remarkable versions has become an interesting study field. This is why this paper is focused on examining how it adapts to the market reality using previous empirical studies on this area.

The results point out that the model can be considered as a useful and valuable theoretical tool in portfolio settlement. However, it is necessary to take into consideration the deviation shown between the model assumptions and the market reality.

The conclusion of this paper considers these hypotheses as the best way for investors to choose the proper version of this model depending on their risk and return objectives.

***Key words:*** *portfolio selection, CAPM, model versions, market reality, objectives, investors, empirical evidence, previous studies, utility and value.*

# TABLA DE CONTENIDO

|   |    |
|---|----|
| 1. Introducción.....  | 6  |
| 1.1. Objetivo.....  | 6  |
| 1.2. Justificación.....   | 6  |
| 1.3. Metodología y Estructura .....   | 7  |
| 2. Presentación del Modelo CAPM .....   | 9  |
| 2.1. Antecedentes Teóricos del Modelo .....   | 9  |
| 2.2. Desarrollo Teórico del Modelo .....  | 10 |
| 3. Estudios Empíricos del CAPM Clásico .....  | 14 |
| 3.1. Estudios Empíricos de Sección Cruzada del CAPM Clásico.....                      | 14 |
| 3.1.1. Estudio Empírico de J. Lintner.....  | 14 |
| 3.1.2. Estudios Empíricos de S. Pratt y G. Douglas .....                              | 17 |
| 3.1.3. Aportación de L. Fisher y J. L. Lorie a las Evidencias Empíricas.....          | 18 |
| 3.1.4. Estudio Empírico de I. Friend y M. Blume .....                                 | 18 |
| 3.2. Estudio de los Sesgos Producidos en las Evidencias Empíricas del CAPM Clásico .. | 20 |
| 3.2.1. Estudio de R. Roll .....   | 20 |
| 3.2.2. Estudio de M. Miller y M. Scholes .....  | 21 |
| 3.3. Estudios Empíricos del CAPM Clásico con series Temporales .....                  | 24 |
| 3.3.1. Estudio de F. Black, M. Jensen y M. Scholes.....                               | 24 |
| 3.4. Resultados Derivados del Estudio del CAPM Clásico.....                           | 26 |
| 4. Modelos Teóricos Derivados del CAPM Clásico.....                                   | 28 |
| 4.1. Modelo de Dos Factores.....  | 28 |
| 4.1.1. Aproximación Teórica del Modelo.....   | 28 |
| 4.1.2. Estudio Empírico.....  | 29 |
| 4.1.3. Resultados.....  | 29 |
| 4.2. Modelo 0-Beta.....   | 30 |
| 4.2.1. Desarrollo teórico del modelo .....  | 30 |
| 4.2.2. Estudio Empírico de Black, Jensen y Scholes .....                              | 31 |
| 4.2.3. Estudio Empírico del Modelo 0-Beta de F. Fama y D. Mackbeth.....               | 32 |
| 4.2.4. Críticas al Modelo 0-Beta.....   | 34 |
| 4.2.5. Estudio de R. Stambaugh .....  | 34 |
| 4.2.6. Estudio de M. Gibbons sobre el Modelo 0-Beta.....                              | 36 |
| 4.3. El modelo CAPM después de Impuestos .....  | 38 |
| 4.3.1. Primeros Estudios Empíricos .....  | 38 |
| 4.3.2. Estudio de F. Black y M. Scholes .....   | 39 |

|        |   |    |
|--------|---|----|
| 4.3.3. | Estudio de R. H. Litzenberger y K. Ramaswamy .....  | 41 |
| 4.3.4. | Estudio de J. Elton y M. Gruber .....               | 41 |
| 4.4.   | Modelo CAPM con Nuevas Variables Explicativas ..... | 42 |
| 4.4.1. | El CAPM y el "Efecto Tamaño" .....                  | 42 |
| 4.5.   | Modelo CAPM con Tres Variables Explicativas .....   | 45 |
| 4.5.1. | Desarrollo Teórico del modelo.....                  | 45 |
| 4.5.2. | Estudios Empíricos .....                            | 46 |
| 4.6.   | Resultado de los Modelos CAPM Modificados .....     | 46 |
| 5.     | Conclusiones .....                                  | 48 |
|        | Bibliografía .....                                  | 50 |

# CAPÍTULO 1

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. OBJETIVO

El objetivo del trabajo consiste en realizar una revisión analítica sobre los principales estudios empíricos del Modelo Tradicional de Valoración de Activos con Cartera, también conocido como *Capital Asset Pricing Model* (CAPM) y de las variaciones teóricas derivadas del mismo. En base a dicho estudio evaluar los modelos y su ajuste a la realidad con el fin de proponer una selección de los mismos que puedan resultar más apropiados para su utilización en los mercados bursátiles existentes.

### 1.2. JUSTIFICACIÓN

Como se indica en Merton (1994), muchos modelos matemáticos han tenido gran influencia en la práctica de las finanzas. Siendo el modelo CAPM uno de los más relevantes desde la aparición de su vertiente original a principios de los años 60.

Este modelo ha continuado su desarrollo teórico hasta la actualidad, habiéndose llevado a cabo multitud de estudios empíricos con la finalidad de medir la precisión del modelo en la realidad.

Sin embargo, lo que convierte la evidencia empírica de la validez de este modelo en un campo de estudio de gran interés es su notable utilización actual por parte de las empresas e inversores de todo el mundo para la valoración de acciones y la derivación de su correcto coste de capital.

Son muchos los estudios que demuestran esta afirmación. Graham y Campbell (2000) analizaron los métodos de análisis empleados para la selección de inversiones por parte de empresas de todo el mundo y de todos los tamaños, principalmente europeas y estadounidenses. Sus resultados exponen que en la actualidad las grandes empresas de todo el mundo utilizan el CAPM y sus variaciones para gestionar sus políticas de inversión. Otros estudios como Brounen, De Jong and Koedijk (2004) corroboran estos

resultados, resaltando la importancia del modelo en empresas de gran tamaño y con directivos preparados.

Debido a esta implicación en la realidad financiera de las empresas, considero relevante, no solo el estudio y análisis de las evidencias, por parte de un gran número de trabajos y autores, para medir la eficiencia del modelo CAPM clásico y sus distintas vertientes, sino la búsqueda de aquella variación del modelo que se ajuste mejor a la realidad de los mercados, siguiendo siempre los resultados ya obtenidos en los estudios previos desde su aparición.

### 1.3. METODOLOGÍA Y ESTRUCTURA

El presente trabajo se encuentra dividido en cinco capítulos, cada uno de los cuales, y en su conjunto, siguen una metodología de presentación que se inicia con el modelo clásico hasta llegar a variaciones más actuales:

- i. En el Capítulo 2 se realiza una presentación del modelo CAPM clásico, aportando para ello una breve explicación de sus antecedentes teóricos y las aportaciones de autores como H. Markowitz, J.R. Hicks o J. Tobin (entre otros). A continuación se efectúa un resumen del desarrollo teórico más relevante del modelo llevado a cabo por W. Sharpe y J. Lintner.
- ii. El Capítulo 3 comienza con un estudio de las pruebas y trabajos empíricos realizados inicialmente para verificar el valor del modelo CAPM más “rudimentario” como herramienta para la creación de carteras óptimas para los inversores individuales. En la segunda parte se estudian los trabajos llevados a cabo para conocer las causas que provocan sesgos en los estudios de la primera parte del capítulo y así poder estimar la validez de los resultados de las mismas. Para continuar, se analiza el estudio Miller y Scholes (1972), en el cual se corrigen las posibles causas de los sesgos utilizando una metodología basada en las series temporales como sustitución del método de sección cruzada tradicional. Por último, se realiza un resumen de las distintas evidencias empíricas del modelo CAPM tradicional que se han presentado en este capítulo.

- iii. En el cuarto capítulo se analizan los distintos modelos que surgen debido a los puntos débiles que se presentan en la conclusión del tercer capítulo y sus evidencias empíricas. Para hacerlo más fácil se ha comenzado por el análisis del modelo que aparece en la segunda parte del estudio Black, Jensen y Scholes (1972) del Capítulo 3. Tras este se analizan el modelo 0-Beta de F. Black, el modelo CAPM bajo la hipótesis de existencia de impuestos en el mercado, el modelo CAPM bajo la variable explicativa “tamaño” y el modelo multivariante desarrollado por Fama y French (1992). Todos los trabajos que aparecen evidenciando cada modelo se estudian siguiendo el orden cronológico de sus publicaciones. Al final del capítulo se hace un resumen a modo de conclusión de los puntos clave y limitaciones de cada modelo.
  
- iv. Finalmente, en el Capítulo 5 se presentan las conclusiones del trabajo, mencionando las limitaciones encontradas y las aportaciones que se han logrado obtener en su elaboración.



# CAPÍTULO 2

## 2. PRESENTACIÓN DEL MODELO CAPM

El Capital Asset Pricing Model Tradicional, es un modelo de valoración financiera que busca ayudar a los inversores en la selección de la cartera o conjunto de carteras que mejor se ajuste a sus expectativas de rentabilidad dentro de su perfil de riesgo, dicha cartera es conocida como la cartera “óptima” del inversor.

Este modelo está basado en la relación de equilibrio general en los mercados de capitales y ha sido reconocido mundialmente ya que ha contribuido de manera fundamental al entendimiento del funcionamiento de los mercados.

### 2.1. ANTECEDENTES TEÓRICOS DEL MODELO

El modelo CAPM surge de las nuevas corrientes ideológicas acerca del funcionamiento del mercado.

Se considera a J. R. Hicks como uno de los primeros contribuyentes en la búsqueda de un nuevo enfoque para la teoría dinámica del mercado. Su principal estudio, Hicks (1946), se centra en el análisis de las fases de acumulación de capital en referencia al ciclo del mercado en el que se encuentran.

Su principal aportación es incluir el efecto de las expectativas de los inversores como explicación de los cambios en los precios de los activos ordinarios, incluyendo un margen de riesgo a sus retornos esperados. Adicionalmente, incorpora nuevos métodos analíticos que nunca antes utilizados por los economistas contemporáneos.

Sin embargo, fue Markowitz (1952) el principal trabajo en centrar su estudio en el proceso de selección de carteras. En él, se logra encontrar evidencias para rechazar la principal hipótesis y máximo para la guía del comportamiento de los inversores hasta la fecha: maximizar la tasa de retorno. De la misma forma, refuta la regla del inversor que considera el retorno esperado y la varianza del retorno (también conocida como riesgo del activo) como deseable y no deseable respectivamente.

Apoyándose en los descubrimientos de Hicks (1946) anteriormente mencionados, Markowitz (1952) desarrolla la nueva regla que servirá como base para los futuros modelos de formación de carteras: rentabilidad esperada - varianza del retorno. Esto implica la superioridad de las carteras diversificadas. Es decir, para una gran variedad de activos representativos, las carteras eficientes deben estar diversificadas correctamente y por la razón adecuada. También incorpora el procedimiento correcto para encontrar los retornos y las varianzas razonables, el cual consiste en observar los valores del pasado y, teniendo en cuenta las predicciones relevantes del mercado, finalizar con la selección de la cartera.

A partir de esta nueva base económica, Tobin (1958) estudia la toma de decisiones basada en la teoría del comportamiento adverso al riesgo como base de las preferencias de liquidez de los inversores. Se basa en la hipótesis por la cual el valor esperado de la ganancia de capital o pérdida por mantener activos que devengan intereses es siempre cero. Con este estudio incorpora una manera más eficaz de explicar empíricamente la diversificación, lo cual se tendrá muy en cuenta para la formulación del modelo CAPM.

## 2.2. DESARROLLO TEÓRICO DEL MODELO

Los creadores de la vertiente tradicional del Capital Asset Pricing Model, reconocidos a nivel mundial, Sharpe (1964) y Lintner (1965), los cuales, de manera individual, lograron construir dos modelos muy similares y que resolvían la necesidad de una teoría de los precios de los activos bajo condiciones de riesgo en un mercado en equilibrio. Treynor (1961), a pesar de no tener tanto reconocimiento como los estudios anteriores debido a que sus resultados nunca fueron publicados de manera oficial, habiéndose circularizado en borrador, también merece ser mencionado como aportador en la creación del CAPM original.

Las principales razones que llevaron a sus autores a la búsqueda de un nuevo modelo de valoración de activos que incluyera el riesgo entre sus variables fueron las siguientes:

En Sharpe (1964) su autor vio necesaria la creación de una teoría microeconómica que tratara con las condiciones del riesgo, ya que con los modelos tradicionales de inversión bajo condiciones de certidumbre no se lograba predecir el comportamiento real de los mercados de capitales. Adicionalmente, consideraba insuficiente la aportación de los

modelos que relacionaban únicamente el precio y el riesgo de activos individuales para conseguir explicar el funcionamiento real de dichos mercados.

El fin último que perseguía Lintner (1965) era ir más allá de las fronteras del conocimiento de la época sobre la estructura lógica de la relación entre las reglas racionales de los individuos e instituciones a la hora de seleccionar carteras de activos, incluyendo también un enfoque hacia la selección de proyectos incluidos en los presupuestos de capital de las compañías.

Ambos basaron sus trabajos en diez hipótesis con las cuales eliminar las complejidades y desavenencias producidas en los mercados.

La primera hipótesis asume que no existen costes de transacción, es decir, no se generan costes extras en la compra o venta de un activo. Esto se debe a que si los costes de transacción se consideraran presentes en el modelo, la tasa de rentabilidad de los activos variaría en función de si el inversor estuviera comprando o vendiendo el activo.

La segunda hipótesis considera que los activos son divisibles en partes infinitas, por lo que se puede invertir en cualquiera de ellos sin importar el nivel de capital con el que cuenta el inversor.

La tercera es la ausencia de impuestos en el mercado, es por ello que en esta versión del CAPM los dividendos y las ganancias de capital no son tenidos en cuenta como variables explicativas de la rentabilidad de las acciones y las carteras.

En la cuarta se asume que se opera en un mercado de competencia perfecta en el cual los inversores no pueden afectar al precio de un activo de forma individual.

La quinta presupone que los inversores actúan de forma racional, buscando maximizar su rentabilidad asumiendo el mínimo riesgo posible.

La sexta y séptima hipótesis se resumen en la posibilidad de invertir en un único activo libre de riesgo y en una serie de activos inciertos en las cantidades que los inversores consideren apropiadas, considerando su capital disponible ilimitado. Es decir, los inversores tienen a su alcance aumentar la rentabilidad de su cartera prestando dinero (invirtiendo en el activo sin riesgo) o endeudándose mediante una “desinversión” en el activo seguro.

La octava y noventa tratan sobre la homogeneidad de las expectativas de los inversores. Se asume que todos los inversores actúan en el mismo periodo y poseen las mismas expectativas con respecto a la rentabilidad y riesgo necesarios para la selección de la cartera óptima (siendo esta la cartera eficiente más apropiada para los inversores formada por activos inciertos y que coincide con su cartera tangente, la cual es conocida como cartera de mercado<sup>1</sup>).

La última hipótesis permite que todos los activos puedan ser vendidos y comprados en el mercado.

En definitiva, ambos consideran que bajo el equilibrio del mercado, los inversores actúan de forma racional diversificando todos los riesgos que dicho mercado les permite, siendo el riesgo restante y no diversificable conocido como riesgo de mercado (en adelante conocido como riesgo beta).

También secundan la idea de una división de los precios que, siguiendo la nomenclatura que les otorga Sharpe (1964), consistirían en el precio del tiempo (tipo de interés neto) y el precio del riesgo, que es la rentabilidad adicional de un activo expresado por unidad de riesgo del que el inversor se hace cargo, siendo su riesgo conocido como riesgo beta.

Dicho riesgo se calcula mediante un coeficiente que mide la contribución de un activo al riesgo de la cartera de mercado. Está compuesto por la covarianza o relación entre las rentabilidades del activo y de la cartera de mercado y el riesgo de dicha cartera, medido por su varianza.

$$\beta_{jm} = \frac{cov(R_j, R_m)}{\sigma_m^2}$$

Mientras que la rentabilidad que se espera obtener a partir de la cartera de mercado, siendo ésta la suma de las rentabilidades de cada activo ponderadas según el peso que ocupan en la cartera. Dicha rentabilidad viene denominada por la expresión:

$$E(R_m) = \sum_{j=1}^N \omega_{jm} E(R_j)$$

---

<sup>1</sup> Es por esta razón que el modelo tradicional del CAPM es también conocido como Modelo de Valoración de Activos Financieros con Cartera de Mercado.

Siendo  $\omega_{jm}$  la ponderación del activo  $j$  en la cartera de mercado  $m$  y  $E(R_j)$  la tasa de rendimiento esperada de dicho activo.

A partir de estas dos fórmulas se deriva la expresión que relaciona el riesgo beta y el rendimiento que se espera obtener de un activo financiero arriesgado de la siguiente forma:

$$E(R_j) = r + [E(R_m) - r]\beta_{jm}; \text{ siendo } j= 1, \dots, N.$$

Siendo esta la expresión matemática del Modelo de Valoración de Activos con Cartera de Mercado (CAPM). A su vez,  $R_j$  es la tasa de rendimiento del activo  $j$  para el periodo y equivale al cambio del precio del activo, más dividendos, interés y otras distribuciones, dividido por el precio del activo al inicio del periodo.  $R_m$  es el rendimiento del activo sin riesgo para el periodo y  $r$  el tipo de interés del activo sin riesgo.  $\beta_j$  es la sensibilidad del mercado ante el activo  $j$  y es igual a la pendiente de la regresión lineal que relaciona las variables  $R_i$  y  $R_m$ .

En definitiva, en esta rama del Modelo de Valoración de Activos con Cartera de Mercado, los inversores, bajo las hipótesis dadas anteriormente, invertirán en activos arriesgados sólo si la rentabilidad que le proporciona dicha cartera (la cartera de mercado) es superior a la que les ofrece el activo libre de riesgo, es decir, reclaman un suplemento en la compensación que coincide con la prima de riesgo ( $[E(R_m) - r]$ ).

# CAPÍTULO 3

## 3. ESTUDIOS EMPÍRICOS DEL CAPM CLÁSICO

### 3.1. ESTUDIOS EMPÍRICOS DE SECCIÓN CRUZADA DEL CAPM CLÁSICO

#### 3.1.1. Estudio Empírico de J. Lintner

J. Lintner fue uno de los primeros en realizar estudios empíricos sobre el modelo que, como hemos comentado en el apartado sobre el desarrollo teórico del modelo, él mismo había desarrollado junto a W. Sharpe o J. Treynor

En Lintner (1965) se presentaba un estudio en el cual se buscaba dar respuesta a la duda que el mismo había planteado en su primer artículo sobre el CAPM. En dicha publicación se exponía como conclusión que dicho modelo podía no ser utilizable en el mercado real por los posibles cambios en su estructura debido a la realidad del entorno, los cuales provocarían el cambio de las hipótesis de partida en las cuales se basa el CAPM tradicional.

Dicho estudio se compone de dos partes, la primera en la que se busca obtener evidencias empíricas sobre la relación real entre el valor de las acciones y el riesgo que soportan, y la segunda donde se analiza la validez del método de diversificación como herramienta para la eliminación del riesgo de la cartera.

#### A. *Primera parte del estudio*

Para llevar a cabo el estudio empírico, se tomó una muestra formada por trescientas una empresas industriales de gran tamaño que cotizaban en el índice Standard & Poor's, el cual abarcaba 425 acciones de compañías industriales. Se analizaron las tasas anuales de retorno de aquellas industrias durante un periodo de diez años (1954-1963), a partir de las cuales se efectuó una regresión con las tasas de rendimiento que aparecían asociados a cada industria en el índice durante el mismo espacio de tiempo.

Dichas tasas de rentabilidad fueron medidas a través de los dividendos recibidos, incluyendo los cambios de precios que se producían a lo largo del año, divididos por su precio al comienzo del año. Adicionalmente, todos los datos fueron ajustados al riesgo, con lo que se consigue reflejar el equivalente a la experiencia de un inversor que mantiene un número fijo de acciones a lo largo del año.

A partir de los resultados, se consiguieron unos puntos de referencia de gran utilidad para acentuar la importancia relativa de los riesgos procedentes de los residuos asociados a un número de acciones individuales que están siendo consideradas para formar parte de una cartera. A través de la evaluación ex-post de la regresión en el índice S&P, J. Lintner observó que con esta regresión 103 de las 301 empresas contenidas en la muestra solo lograban explicar alrededor de un 25% de las varianzas producidas y tres quintas partes de las empresas no lograban esclarecer ni el 50% de las mismas.

Sin embargo, la regresión propuesta por el autor lograba explicar más del 75% de las varianzas con tan solo treinta y cuatro acciones de las compañías y en tan solo dos acciones de la muestra se conseguían esclarecer la procedencia del 90% de dichas varianzas.

#### *B. Resultados de la primera parte del estudio*

Tras estudiar la relación entre el riesgo total, el precio del mercado del activo y su rentabilidad esperada, J. Lintner encuentra evidencias de la existencia de una relación entre las variables que permanece aun cuando los inversores difieren en sus juicios de probabilidad u otros sentidos significativos.

Sin embargo, también se observa que el precio del riesgo involucrado en la determinación de los valores individuales de las acciones que se encuentran contenidas en una cartera formada por activos arriesgados, difiere del ratio compuesto por la rentabilidad esperada de su cartera óptima y por la desviación estándar de la misma.

Con ello Lintner (1965) logra mostrar que la presunción general/tradicional en la cual las primas de riesgo de los activos deben variar linealmente con su riesgo medido por su varianza no es correcta. Dicha medida relevante del riesgo de un activo individual en

una cartera dada y formada por activos arriesgados, proviene de la relación rentabilidad-varianza y de la covarianza de la misma. Esto contradice a los resultados y las conclusiones obtenidas por Sharpe (1964).

J. Lintner enfatiza la importancia teórica de la varianza de los residuos en la selección de la cartera óptima para inversores particulares y en la determinación del equilibrio de los precios de distintas acciones en mercados de valores bajo hipótesis de competencia perfecta. Para él, el tamaño de las variaciones de los residuos, tanto relativo como absoluto, determina las oportunidades que tienen los inversores individuales para mejorar el comportamiento de sus activos.

Con los resultados de la primera parte del estudio, se confirma la gran importancia de los residuos en relación a los retornos de las acciones individuales, y desbancaba la teoría de Sharpe (1964) del modelo CAPM, en la cual el riesgo residual no es estadísticamente significativo y positivo.

### *C. Segunda parte del estudio*

La segunda parte del estudio empírico buscaba los puntos de referencia desde el punto de vista del poder y las limitaciones de la diversificación como método para la reducción de riesgos y la mejora del comportamiento de la inversión. En este caso se realizó un análisis de los registros de una muestra de setenta fondos de inversión colectiva abiertos, pertenecientes a *Weisenberger Investment Trusts*, entre 1953 y 1963.

Se comparó la tasa media de retorno que se hubiera obtenido mediante la inversión en acciones pertenecientes al índice S&P con la que hipotéticamente se hubiera conseguido en los fondos en el mismo periodo.

Los resultados del estudio concluyeron que invirtiendo en el índice bursátil el inversor lograría un rendimiento del 18% y una desviación estándar del 22,4%, siendo la menor tasa de rentabilidad “obtenida” por los fondos del 9,6% y la mejor el 21,5% y su desviación estándar contenida entre el 10,5% y el 28,5%.

También cabe destacar que solo seis de los setenta de los fondos daba un rendimiento medio por encima del S&P en los 10 años de duración del periodo, pero cincuenta y siete presentaban un ratio rentabilidad/riesgo superior en el periodo. Por lo tanto, bajo la



hipótesis de inversores racionales que buscan maximizar dicho ratio, su riesgo total tras la diversificación seguiría siendo muy significativo, a menos que de forma individual pudieran reducir sus riesgos residuales por debajo del mejor de los fondos.

#### *D. Resultados de la segunda parte del estudio*

Como resultado final se remarca la idea de que la realización de una selección prudente y una diversificación más extensa solo consigue reducir los riesgos asociados a la rentabilidad esperada y mejorar el ratio retorno/riesgo en cierta medida. Por ello las regresiones en el mercado general son útiles, pero no perfectas, ya que seguirán existiendo riesgos de mercado y residuales muy significativos para la toma de decisiones de los inversores.

### **3.1.2. Estudios Empíricos de S. Pratt y G. Douglas**

El estudio anterior habría la veda hacía nuevos análisis que evidenciaban las debilidades existentes en el modelo CAPM tradicional. La mayoría de estos estudios se centraban en la relación entre el retorno y el riesgo de las acciones. Un ejemplo de ello es la investigación Pratt (2008) de dicha relación de las acciones entre 1926 y 1960, en el cual se llegó a la conclusión de que las predicciones aportadas por el CAPM tradicional reportaban retornos superiores a los observados en la realidad.

Douglas (1968) es otro de los primeros estudios empíricos sobre el CAPM, en el que empleaba una metodología similar a la empleada en el estudio Lintner (1965). En su trabajo se utilizaban como muestra quinientas acciones, observadas durante un periodo de cinco años, a partir de las cuales se realizaba una regresión con la que se buscaba explicar la relación entre sus betas, varianzas de los residuos y sus rendimientos medios. Con estos datos se obtuvieron unos resultados similares a los expuestos en el estudio de J. Lintner: las varianzas de los residuos están correlacionadas de forma positiva y significativa con las rentabilidades de los activos.

Sin embargo, existe una gran diferencia entre estos dos estudios. G. Douglas no considera como factor a destacar el nivel de relevancia de los coeficientes de las Betas de las acciones como explicación de las rentabilidades obtenidas por los activos.

### **3.1.3. Aportación de L. Fisher y J. L. Lorie a las Evidencias Empíricas**

Otro de los estudios empíricos que apoyan los resultados de J. Lintner, en este caso sobre el efecto de la diversificación en la mejora del ratio rentabilidad/riesgo, es Fisher y Lorie (1964). A pesar de no ser un estudio sobre la utilidad del modelo CAPM tradicional, se ha considerado como una aportación importante para apoyar los estudios relacionados con el mismo.

La principal razón reside en que, con el estudio de las tasas de retorno de las acciones pertenecientes al mercado bursátil de Nueva York (*New York stock Exchange Common stock*) entre 1926-1960, se verifica que la inversión en acciones a largo plazo ofrece una rentabilidad mayor que inversiones en otro tipo de activos. Reforzando el sentido del CAPM como valoración de activos para la formación de carteras óptimas y sirviendo de material de apoyo en los trabajos sobre el modelo.

### **3.1.4. Estudio Empírico de I. Friend y M. Blume**

Friend y Blume (1970) es otro artículo publicado, basado en la teoría de la “Linea de Mercado”, creada por W. Sharpe, J. Lintner y J. Treynor, de la que surge el modelo CAPM, en la cual se busca sustituir los parámetros de actuación (riesgo y rentabilidad) por uno único que utilice los datos del mercado para combinar las dos dimensiones, que se ajuste según los diferentes niveles de riesgo y con el que medir la utilidad real de dicho parámetro en el mercado.

Este trabajo está dividido en dos secciones: la primera, en la que se resume la teoría, sus hipótesis y los distintos parámetros que han ido surgiendo a partir de ella y la segunda, que consiste en un estudio empírico de la relación entre las medidas del riesgo supuesto por la teoría y las discrepancias que se producen con los datos obtenidos de la realidad.

Como este trabajo se centra en la evidencia empírica del CAPM nos centraremos en la segunda sección del artículo.

La muestra a partir de la cual se estudia su riesgo y rentabilidad está compuesta por doscientas carteras elegidas al azar de un universo de setecientos ochenta y ocho

acciones que cotizan en el *New York Stock Exchange* (NYSE) en un periodo que comienza en enero de 1960 y que acaba en junio de 1968. Adicionalmente, la muestra se divide en cuatro grupos de cincuenta carteras compuestas por veinticinco, cincuenta, setenta y cinco y cien acciones respectivamente, asumiendo el mismo nivel de inversión por cada acción de la cartera.

M. Blume e I. Friend escogen tres parámetros para su estudio que relacionan dichas variables:

El parámetro de Jensen (1968), que es el más simple, ya que a partir de la relación de equilibrio<sup>2</sup> solamente incluyen una medida de desequilibrio ( $\eta_i$ ), la cual expresa la tasa de rendimiento por encima y por debajo de la resultante de dicha relación en el equilibrio y que es fácilmente interpretable como medida de comportamiento de una inversión.

$$E(\bar{R}_i) - R_f = \eta_i + \beta_i [E(\bar{R}_m - R_f)]$$

Los parámetros de Treynor y Sharpe derivan de este caso y son los siguientes:

- Treynor (no publicado):

$$\frac{E(\bar{R}_i) - R_f}{\beta_i} = \frac{\eta_i}{\beta_i} + [E(\bar{R}_m - R_f)]$$

- W. Sharpe (1966):

$$E(\bar{R}_i) - R_f = \eta_i + \frac{Cov(\bar{R}_i, \bar{R}_m)}{\sigma_{\bar{R}_m}^2} [E(\bar{R}_m - R_f)]$$

De estos tres parámetros el de W. Sharpe solo es válido para el estudio de carteras eficientes, mientras que los otros dos se pueden usar para medir cualquier cartera o activo individual.

Se realiza una regresión contra las dos medidas de riesgo de la cartera, que son los coeficientes beta y la desviación estándar de la rentabilidad de la cartera, los cuales vienen implícitos en los parámetros previamente citados.

---

<sup>2</sup> $E(\bar{R}_i) - R_f = \beta_i [E(\bar{R}_m - R_f)]$

Los resultados son denominados como “sorprendentes” para los autores ya que en todos los casos el comportamiento ajustado al riesgo es independiente del riesgo, con una relación inversa y muy significativa, mientras que la tasa de rentabilidad tiene relación positiva con el riesgo.

Sin embargo, se concluye que los tres parámetros son herramientas sesgadas en la actuación del comportamiento debido al incumplimiento de las hipótesis de partida en el mercado real. Para Friend y Blume (1973), las suposiciones que más riesgo de desviaciones causan son: la presunción de que los inversores tienen la opción de prestar y pedir prestado a una misma tasa de interés y la falta de competencia perfecta, la cual se observa en la inexistencia de información perfecta junto con la presencia de costes de transacción e impuestos.

Esto coincide con las conclusiones del estudio de J. Lintner, que comentábamos al principio del capítulo, a partir del cual se buscaba una mayor flexibilidad en las restricciones del modelo.

En su búsqueda de eludir dichas desviaciones, los autores recomiendan la utilización del riesgo y la rentabilidad por separado para medir el comportamiento de la cartera, esto sin duda refleja de nuevo tanto la inconsistencia del modelo CAPM tradicional como los problemas que representan algunos puntos teóricos por los cuales se rige para su utilización como herramienta en la realidad.

## 3.2. ESTUDIO DE LOS SESGOS PRODUCIDOS EN LAS EVIDENCIAS EMPÍRICAS DEL CAPM CLÁSICO

### 3.2.1. Estudio de R. Roll

Otro de los estudios empíricos y econométricos del modelo es Roll (1969), el cual busca mostrar el efecto de medir las variables independientes del modelo incorrectamente con el fin de encontrar un nuevo procedimiento más eficaz para la elaboración de test empíricos sobre el CAPM clásico.

Para ello aplica el modelo sobre una muestra de *Treasury Bills*<sup>3</sup> formada por datos sobre las mismas de 793 semanas consecutivas, que comienzan el cuatro de octubre de 1940, las cuales están divididas en submuestras de 198 semanas cada una.

Se estiman los coeficientes beta mediante una regresión para poder observar si el coeficiente de riesgo es constante y si el modelo de W. Sharpe encaja con los datos reales. Tras realizar el estudio R. Roll encuentra problemas econométricos, dificultad para medir el error en la tasa de retorno del activo libre de riesgo y la del mercado, que son las variables explicativas del modelo, y especificaciones incorrectas de las variables en su estudio de la muestra bajo la hipótesis de rentabilidad constante del activo sin riesgo.

Es por ello que analiza en su trabajo las consecuencias, primero al aplicar un valor sesgado del retorno del mercado asumiendo que la tasa del activo seguro es constante, y segundo, asumiendo que ambas tasas de rentabilidad han sido estimadas con error.

Según el modelo de W. Sharpe en muestras grandes es posible estimar la correlación entre las medidas de las tasas de rentabilidad de  $R_f$  y  $R_m$  y sus verdaderos e inobservables valores equivalentes, por lo que la correlación de los coeficientes estaría situada entre el cero y el uno.

Sin embargo, los resultados del estudio de las *Treasury Bills* muestran una correlación cuyo valor no se encuentra entre el intervalo anterior, por lo que R. Roll indica que la causa de dicho sesgo puede encontrarse en la falta de constancia de los parámetros o la falta de consideración dentro del modelo de motivos para mantener las letras del tesoro que no provienen de la cartera.

Por último, enfatiza la importancia de la contribución de W. Sharpe en el desarrollo del CAPM y remarca la necesidad de flexibilizar algunas de sus hipótesis para lograr unos resultados que se ajusten mejor a la realidad.

### **3.2.2. Estudio de M. Miller y M. Scholes**

Uno de los trabajos más importantes del CAPM surgió a partir de los resultados de los estudios presentados en la primera parte del capítulo, los cuales parecían apoyar y ser

---

<sup>3</sup> Obligación de deuda a corto plazo emitida por el Gobierno Americano.

consistentes con las teorías económicas estándares y de la aportación de Roll en la búsqueda de razones que explicaran el sesgo producido en los estudios empíricos del modelo CAPM clásico..

Es por ello que en el artículo Miller y Scholes (1972), en el que se realizaba un análisis de los problemas estadísticos inherentes en todos los test empíricos del CAPM existentes hasta el momento, centrándose en los trabajos de J. Lintner y G. Douglas. Para poder estudiarlos en profundidad desarrollan una serie de simulaciones diseñadas para medir el sesgo en dichos estudios debido a problemas estadísticos.

#### A. *Primera simulación*

Su primer intento para esclarecer las desviaciones en los resultados consistió en analizar la constancia de la tasa de rendimiento del activo sin riesgo durante el periodo estimado.

Tomaron un año de la tasa de rendimiento de los bonos del gobierno americano considerando el retorno de una acción  $i$  durante el periodo como:

$$E(\check{R}_{it})R_f = (1 - \beta_i)R_{ft} + \beta_i \check{R}_{mt} + \tilde{\varepsilon}_{it}$$

Siendo el retorno del mercado un valor aleatorio con distribución idéntica con  $\beta$  y  $\check{R}_{mt}$  constantes y  $\sigma^2(\check{R}_m)$  consistente y finita.

Por lo que considerando las distorsiones o residuos específicos de cada compañía con beta cero y varianza diferente, según la compañía, hacen que la covarianza entre el rendimiento del mercado y su distorsión en cualquier periodo sea nula.

Además, como en el test de J. Lintner, se considera que se puede expresar la relación entre la tasas de rendimiento de un periodo al principio del mismo y así conocer su retorno en el índice, en este caso S&P. Por lo que se concluye que el retorno esperado del activo sin riesgo no varía en todo el periodo.

Sin embargo, si fluctuara en el tiempo ya no sería un activo independiente del mercado por lo que la estimación de las betas estaría sesgada. En este caso probaron que la tasa de retorno del activo sin riesgo y la del mercado tendría una correlación negativa, lo que afectaría al punto de intersección de la regresión y su pendiente. Esto en el mercado real es muy usual ya que al aumentar la tasa de rentabilidad del activo libre de riesgo el mercado bursátil normalmente baja.

A pesar de esto, el sesgo producido en los resultados no era suficiente como para ser considerado la causa de las desviaciones de los mismos.

#### *B. Segunda simulación*

También realizaron un estudio de la relación entre las betas y la tasa de rentabilidad esperada, la cual en el modelo original se considera lineal. Probaron que ante una relación no lineal el sesgo provocado sería mínimo, lo cual tampoco explicaba los resultados obtenidos en los test.

Otra posible causa de la variación en la intersección y pendiente de la regresión podría ser la heterocedasticidad del modelo, la cual consiste en un aumento de la varianza del error en caso de que los valores de la variable independiente sean más elevados. En este caso las acciones con una beta mayor presentarían también una mayor varianza, la cual no estaría explicada por el mercado sino por un problema típico de la econometría.

#### *C. Tercera simulación*

Pese a que todos estos errores explicaban parte del sesgo M. Miller y M. Scholes pensaban que el verdadero error se encontraba en la definición de las variables. Por ello decidieron estudiar el sesgo provocado por la elección de un índice incorrecto.

En este caso los errores derivarían de una mala medición de las betas procedentes de un muestreo mal elegido y provocarían la aparición de un mayor número de errores sistemáticos ya que los valores solo serían una aproximación de la cartera representativa del inversor. Adicionalmente, un error en su estimación también provocaría que la beta estuviera correlacionada de forma positiva con el riesgo residual de la compañía.

#### *D. Resultados*

En la tercera simulación se encuentra la causa de las evidencias obtenidas en los trabajos de J. Lintner y G. Douglas, por las que parecen apoyar los modelos tradicionales de la economía en valoración de carteras de activos.

Gracias al trabajo de M. Miller y M. Scholes se demuestra que la exageración de la importancia del riesgo residual como variable explicativa de la procedencia del sesgo no es real ya que proviene de la distribución subyacente de los retornos.

En definitiva, este trabajo sirve para encontrar la procedencia de las desviaciones aunque no para estimar el valor real de la relación entre sesgo y rentabilidad. Como indican Elton y Gruber (1991), su gran aportación reside en que a partir de su publicación los test realizados intentaban subsanar dichos errores y sus resultados se consideran más cercanos a la realidad.

### 3.3. ESTUDIOS EMPÍRICOS DEL CAPM CLÁSICO CON SERIES TEMPORALES

A partir del estudio de M. Miller y M. Scholes, el cual se ha analizado anteriormente, surge un nuevo intento de verificar el modelo CAPM tradicional como herramienta para la valoración de acciones en el mercado real, pero en este caso utilizando una nueva metodología empírica que subsanara los sesgos provocados por el test de sección cruzada que se había estado empleando hasta el momento.

#### 3.3.1. Estudio de F. Black, M. Jensen y M. Scholes

Black , Jensen y Scholes (1972) consiste en unos estudios empíricos basados en series temporales, en vez de utilizar el método tradicional de sección cruzada, en los cuales el reto principal coincidía con el del modelo de valoración de activos con cartera de mercado: conseguir una declaración de la relación entre las primas de riesgo esperado de un activo individual y su riesgo sistemático.

Para probar la validez del modelo CAPM añaden la variable  $\alpha_j$ , siendo ésta el exceso esperado de retorno, y proporcional a su beta.

A partir de esta información surge la expresión:

$$\widetilde{R}_{jt} = \alpha_j + \beta_j \widetilde{R}_{mt} + \widetilde{e}_{jt}$$



Siguiendo las hipótesis del modelo se trataría de una ecuación de regresión que si lograra predecir de manera precisa el precio de los activos contaría con un  $\alpha_j$  con valor igual a cero.

Como acabamos de comentar, para evitar los sesgos que aparecían en los trabajos de G. Douglas, J. Lintner e I. Friend (entre otros), los autores de este nuevo estudio buscan eliminar el problema que surge de la valoración de un solo activo cuando los datos proceden de un número elevado de acciones.

Para suprimir este contratiempo, realizan los estudios sobre datos agregados formando carteras con los activos individuales y estimando la media de retorno de las acciones de una cartera específica para un período de tiempo determinado.

Adicionalmente, para eliminar otros sesgos provocados por las betas y que a su vez incorpora desviaciones en el valor de  $\alpha$ , los cuales provocarían que, aun siendo cierto los valores procedentes del modelo tradicional (sesgos de selección nombrados y estudiados por M. Miller y M. Scholes), las carteras de menor riesgo exhibieran  $\alpha$  positivas y las de mayor riesgo negativas, incluyendo una variable instrumental simple e independiente de la beta obtenida de los datos históricos de las compañías.

Con ello se consigue que los errores de medida de las estimaciones sean independientes de los coeficientes utilizados para organizar las carteras y obtener estimaciones no sesgadas de las betas y del exceso de rentabilidad esperado de cada cartera.

Los datos del estudio proceden del Fichero Relativo al Precio Mensual de las Acciones del Centro de Seguimiento de las mismas de la Universidad de Chicago. Dicho documento contiene el precio mensual, dividendos y precio ajustado de todas las acciones que cotizan en el *New York Stock Exchange* en el periodo que comienza en enero de 1926 hasta marzo de 1966. Los rendimientos mensuales de la cartera de mercado vienen dados por la rentabilidad que se hubiera logrado obtener de una cartera formada por todas las acciones que cotizan en el índice habiéndose realizado la misma inversión en cada una, a principio de cada mes.

A su vez, los activos sin riesgo se definen como la tasa a treinta días de las *Treasury Bills* para el periodo 1948-1966. Los datos entre 1926 y 1947 proceden de las órdenes del día debido a que las tasas de las *Treasury Bills* no estaban disponibles.

Como ya hemos comentado, para evitar sesgos se analizan las acciones. Dichas acciones se clasifican en carteras de la siguiente manera:

Primero se realiza la estimación de los coeficientes beta para el periodo de cinco años que comienza en enero de 1926 hasta diciembre de 1930 para todas las acciones cotizadas en el índice N.Y.S.E al comienzo de enero de 1931 (de las cuales se disponía información sobre al menos veinticuatro rentabilidades mensuales).

Dichas betas estimadas de los activos se ordenan de mayor a menor y se asignan el 10% de las mismas a cada cartera hasta formar diez carteras. Tras esto, la rentabilidad de los siguientes doce meses se calcula para cada una de ellas.

Este proceso se repite para las acciones cotizadas en enero de 1932 en adelante hasta que al final cada una de las carteras se define como una cartera de fondo mutuo con identidad propia, a pesar de los cambios que se producen en las acciones a lo largo del tiempo.

A partir de los resultados obtenidos de esta metodología, se demuestra nuevamente que para las carteras de alto nivel de riesgo existe un exceso de retorno inferior al que se predice con el modelo, y para carteras de bajo riesgo, dicho retorno es superior al esperado.

### 3.4. RESULTADOS DERIVADOS DEL ESTUDIO DEL CAPM CLÁSICO

El modelo CAPM clásico es una herramienta teórica útil para la toma de decisiones de inversión tanto por parte de los inversores, como de compañías.

Autores como J. Linter, I. Friend y M. Blume reflejan la inconsistencia del modelo y los problemas teóricos que provocan los fallos en su aplicación a la realidad. Sin embargo, Richard Roll (1969) o M. Miller y M. Scholes (1972), entre otros, demuestra que muchas de las conclusiones derivan de errores cometidos en el proceso de evaluación del modelo.

Como hemos visto, la realización de una selección prudente y una diversificación extensa es imprescindible para la reducción de los sesgos producidos por el muestreo, teniendo en cuenta que las regresiones en el mercado general son útiles pero no

perfectas. Es decir, se remarca la necesidad de una mayor flexibilidad en las restricciones del modelo para adecuarlo más a la realidad del mercado bursátil.

Sin embargo, el modelo CAPM clásico no termina de ofrecer resultados certeros ya que se demuestra que a pesar de la corrección de muchos de los problemas de procedimiento, para las carteras de alto nivel de riesgo existe un exceso de retorno inferior al que se predice con el modelo, y para carteras de bajo riesgo, dicho retorno es superior al esperado.

# CAPÍTULO 4

## 4. MODELOS TEÓRICOS DERIVADOS DEL CAPM CLÁSICO

### 4.1. MODELO DE DOS FACTORES

Se ha incluido este trabajo en un capítulo diferente al del estudio de la evidencia empírica del CAPM tradicional, debido a que a partir de los datos obtenidos con la muestra, Black, Jensen y Scholes (1972) sugiere que el rendimiento esperado de una cartera puede expresarse a partir de un modelo CAPM modificado con dos factores.

#### 4.1.1. Aproximación Teórica del Modelo

Estos autores hacen una primera aproximación del modelo:

$$E(\tilde{r}_j) = E(\tilde{r}_z)(1 - \beta_j) + E(\tilde{r}_M)\beta_j$$

Siendo  $r$  los retornos totales y  $E(\tilde{r}_z)$  el retorno esperado de un segundo factor, el cual es denominado “factor beta”, debido a que su coeficiente es una función de la beta del activo.

F. Black, M. Jensen y M. Scholes, en la tercera sección del artículo, testean su modelo de dos factores utilizando los test de sección cruzada, ya que las series temporales no pueden ser utilizadas para probar dicho modelo directamente.

Sin embargo, los test de sección cruzada dan la oportunidad de estudiar la linealidad de la relación entre el riesgo y la rentabilidad sin tener la necesidad de realizar especificaciones explícitas del exceso de retorno esperado ( $\alpha$ ). Adicionalmente, el modelo de dos factores requiere mantener la linealidad de la ecuación en cualquier sección cruzada y permite que  $\alpha$  tenga un valor distinto de cero.

### **4.1.2. Estudio Empírico**

El estudio empírico lo realizan a partir de los mismos datos de las acciones del N.Y.S.E. para el periodo de 35 años empleados en la primera parte del estudio. Para eliminar los sesgos y errores producidos en este tipo de test, agrupan los datos en carteras con el mismo procedimiento del estudio del CAPM tradicional y vuelven a calcular el riesgo de cada cartera utilizando las series temporales de los retornos de las mismas.

Con ello concluyen que, para grandes muestras y errores independientes, el error de muestreo quede eliminado de manera virtual. De igual forma, aplicando el test de sección cruzada sobre las carteras, se eliminan los errores de medida.

Los resultados empíricos de dicho estudio muestran que el exceso de retorno mensual de la cartera de mercado es de 0,0142, el cual varía sustancialmente de los valores teóricos ( $\alpha$  debería ser 0 pero su valor real es de 6,52 y  $\tilde{r}_z$  debería coincidir con el valor del rendimiento de mercado, sin embargo, su valor es de 6,53 para el periodo). A pesar de estas soluciones, los autores achacan estos problemas a la falta de especificación del proceso de generación de datos, por lo que estos resultados pueden haber variado significativamente.

Dividen de nuevo los 35 años en cuatro sub-periodos y vuelven a obtener mejores estimaciones de los coeficientes de riesgo para cada periodo utilizando las estimaciones para el periodo completo.

### **4.1.3. Resultados**

Finalmente los resultados indican que la relación entre rentabilidad y riesgo es lineal pero su pendiente está relacionada para cada periodo de forma no estacionaria con la teórica. No obstante, los autores vuelven a excusar las diferencias a la simplicidad y falta de especificación del modelo de 2 factores.

## 4.2. MODELO 0-BETA

A partir de este modelo y las evidencias empíricas anteriormente descritas, Black (1972) demuestra que en periodos donde el retorno esperado del factor beta es positivo, las carteras de menor riesgo aportan una rentabilidad mayor a la que predice el modelo y las más arriesgadas lo hacen por debajo del valor predicho. Sin embargo, F. Black atribuye otras posibles explicaciones para estos resultados empíricos, como la falta de realización de las hipótesis del modelo.

### 4.2.1. Desarrollo teórico del modelo

A partir de los estudios previos F. Black elabora una nueva versión del modelo conocido como CAPM de Black o 0-Beta, en el que, bajo nuevas hipótesis derivadas de aquella en la que los inversores tienen la posibilidad de invertir en un activo sin riesgo que, a su vez les permite pedir y prestar a su tasa las cantidades que ellos deseen, sea consistente con los resultados empíricos obtenidos por S. Pratt, I. Friend y M. Blume, M. Miller y M. Scholes y F. Black, M. Jensen y M. Scholes (entre otros):

$$E(\tilde{r}_j) = \alpha_j + E(\tilde{r}_z)(1 - \beta_j) + E(\tilde{r}_M)\beta_j + \tilde{\epsilon}_j$$

Explora la naturaleza del CAPM bajo dos hipótesis. La primera elimina la posibilidad de prestar y pedir prestado además de obviar la existencia de un activo sin riesgo en el cual el inversor puede poner su capital. La segunda simplemente difiere de la original en que no permite pedir prestado.

En ambos casos encuentran con que el retorno esperado de un activo arriesgado es una función lineal de su Beta, tanto sin restricciones o bajo la segunda hipótesis anterior.

Bajo dichas nuevas hipótesis, la parte arriesgada de cada cartera es una combinación de las carteras de mercado y la de mínima varianza, cartera eficiente o 0 Beta (a la que se atribuye el nombre del modelo), cuya covarianza con el riesgo del activo  $j$  es proporcional a  $(1-\beta)$ .

Si hay activos sin riesgo, entonces la cartera eficiente está formada por una sola cartera arriesgada y el activo libre de riesgo. Además es la cartera que tiene el mayor ratio de

diferencia esperada entre la rentabilidad de la cartera y la del activo sin riesgo divididos por la desviación estándar o riesgo de la cartera.

En conclusión, F. Black determina que bajo su modelo, la línea que relaciona el retorno esperado de la cartera eficiente con su beta, se compone de dos segmentos en línea recta, donde el segmento con menor riesgo tiene una pendiente mayor que el que muestra un mayor nivel de riesgo.

#### **4.2.2. Estudio Empírico de Black, Jensen y Scholes**

##### *A. Objetivo del Modelo*

Debido a que su modelo y el artículo sobre la evidencia empírica aparecieron el mismo año (1970), F. Black decidió incluir en el artículo Black, Jensen y Scholes (1972), un estudio empírico de su nuevo modelo en la sección cuarta del mismo.

En ella, se examinan los resultados empíricos de los estudios de series temporales y de sección cruzada y muestran que son consistentes con un modelo que expresa la rentabilidad de una acción como una función lineal del factor del mercado y un segundo factor (conocido como factor Beta), es decir, apoyan su modelo 0-Beta CAPM.

Dichas evidencias empíricas, sugieren que los retornos de diferentes acciones pueden ser descritas como una función lineal del factor Beta. Adicionalmente, el exceso de retorno del factor Beta muestra resultados positivos, siendo esto más evidente en los sub-periodos más recientes en comparación con los periodos previos.

Para ello utilizan un procedimiento de estimación explícita de las series temporales del factor beta, a partir de los cuales se logran obtener una evaluaciones específicas del nivel de significación de su exceso de retorno medio, en vez de depender principalmente de la variación del exceso de retorno para las acciones con mayor y menor riesgo.

##### *B. Resultados*

Finalmente, los resultados del factor Beta se aproximaban a la media de retorno de capital en los dos últimos periodos, cubriendo el intervalo de julio de 1948 a diciembre

de 1965. Aparentemente, las magnitudes relativas al retorno medio del factor Beta y de la cartera de mercado indican que el primero es económicamente y estadísticamente significativo.

A pesar de esto, los autores reconocen que dichos estudios no son suficientes para establecer un modelo alternativo cuya principal característica sea la de fundamentar su validez como herramienta de valoración en la realidad con la existencia de  $\alpha$  distintos de cero y constantes.

#### **4.2.3. Estudio Empírico del Modelo 0-Beta de F. Fama y D. Mackbeth**

En el estudio empírico Fama y Macbeth (1973) se busca testear si el modelo CAPM clásico es más consistente con las condiciones de equilibrio que el modelo 0-Beta, para ello se vuelve a innovar en el método de análisis.

##### *A. Objetivo del Modelo*

Primero tomaron los datos sobre la tasa de rentabilidad mensual en tanto por cierto (incluyendo dividendos y ganancias de capital, con los ajustes apropiados para aquellos cambios que se pueden producir en ellos, como por ejemplo la aparición de *splits*<sup>4</sup>) de un conjunto de activos. Dicha información procede de todas las acciones comercializadas en el N.Y.S.E. en el periodo de enero de 1926 hasta junio de 1968. Esta información coincide con la utilizada por F. Black, M. Jensen y M. Scholes en el artículo anterior.

A partir de dichos datos los autores forman veinte carteras, utilizando el método de F. Black et. al. para eliminar los sesgos de medición y muestreo. Tras formarlas, se realiza una primera regresión de las betas, la diferencia con la metodología del estudio anterior reside en que se desarrolla una segunda regresión para cada cartera en el periodo mediante una estimación de sección cruzada. Con ello logran observar el cambio de los parámetros de la siguiente ecuación a lo largo del tiempo:

$$\widehat{R}_{it} = \widehat{\gamma}_{0t} + \widehat{\gamma}_{1t}\beta_i - \widehat{\gamma}_{2t}\beta_i^2 + \widehat{\gamma}_{3t}S_{ei} + \mu_{it}$$

Siguiendo esta metodología se analizan tres hipótesis del modelo CAPM clásico sobre los datos:

---

<sup>4</sup> Término financiero por el cual se conoce al fraccionamiento de las acciones.



C1: la relación entre el retorno esperado de una acción y su riesgo en cualquier cartera eficiente (m) es lineal.  $E(\widehat{\gamma}_{2t}) = 0$ .

C2:  $\beta_i$  es una medida completa del riesgo de una acción i en la cartera de mercado m, por lo que los riesgos residuales no afectan a su rentabilidad.  $E(\widehat{\gamma}_{3t}) = 0$ .

C3: en un mercado de inversores adversos al riesgo, un mayor nivel de riesgo debe estar asociado con una mayor tasa de retorno esperado.  $E(\widehat{\gamma}_{0t}) > 0$ .

Los resultados se presentan en diez periodos, el periodo completo de 1935 a 1968, tres sub-periodos (1935-1945, 1946-1955, 1956-1968), y seis sub-periodos, los cuales, exceptuando el primero y el último, abarcan cinco años cada uno. Esta elección de periodos se debe al deseo de los autores de mantener los periodos previos y posteriores a la Segunda Guerra Mundial.

## B. Resultados

La conclusión del estudio demuestra que  $E(\widehat{\gamma}_{3t}) = 0$ , ya que su valor es muy pequeño y estadísticamente se asume su valor como cero, por lo que el riesgo residual no afecta al retorno esperado de las acciones.

Esto es contrario a los resultados obtenidos por Lintner (1965) y Douglas (1968) y es debido a los resultados de Miller y Scholes (1972) en las que describen que si el valor de la Beta contiene un gran error de medición procedente de la muestra, entonces el riesgo residual sirve de representante de la Beta verdadera. Sin embargo, cuando la Beta se estima de forma más precisa, como en este caso, entonces el riesgo residual no es significativo.

Con el estudio de C1, también se demuestra que  $E(\widehat{\gamma}_{2t}) = 0$ , por lo tanto no hay información útil contenida en los valores individuales de  $\widehat{\gamma}_{2t}$ . Y así  $\beta_i^2$  no afecta a la tasa esperada de rentabilidad del activo i, ni su coeficiente contiene información con respecto a una estrategia de inversión. Además, al estudiar los valores procedentes de  $\widehat{\gamma}_1$  hay evidencias de que la relación de beta y la rentabilidad esperada del activo es positiva y lineal.

Por último, la estimación de  $\widehat{\gamma}_0$  sugiere que generalmente su valor es superior al de la tasa de retorno del activo libre de riesgo para el periodo, siendo  $\widehat{\gamma}_1$  estadísticamente significativa y mayor que cero. Además, su valor suele ser menor que la diferencia entre la tasa media de rendimiento del mercado y la del activo sin riesgo, por lo que parece indicar que el modelo 0-Beta es más consistente con las condiciones de equilibrio que el CAPM clásico.

En definitiva, lo que estos autores encontraron fue que si el modelo de equilibrio describe las condiciones del mercado, entonces la desviación de un activo individual frente al modelo no debería contener información. Es decir, los residuos tampoco deberían contener información sobre el comportamiento diferencial de cada acción en periodos futuros. Por ello, como indican Elton y Gruber (1991), no puede existir correlación entre los distintos residuos.

#### **4.2.4. Críticas al Modelo 0-Beta**

Sin embargo, hay que tener en cuenta que otros trabajos, como Roll (1977), muestran que las diferencias por las que Fama y Macbeth (1973) concluyen que el modelo 0-Beta ofrece una mayor descripción de las rentabilidades del mercado, se pueden deber a la elección de un índice bursátil equivocado.

#### **4.2.5. Estudio de R. Stambaugh**

Basándose en el artículo perteneciente al sub-apartado “Críticas al Modelo 0-Beta”, aparece el estudio Stambaugh (1982) con el que busca investigar la sensibilidad de los test del CAPM a los distintos índices y grupos de activos que los componen.

##### *A. Objetivo del estudio*

Para ello se construyeron un número de índices de mercado, a partir de la estimación de las tasas de rentabilidad de mercado y los rendimientos mensuales de siete clases de activos entre febrero de 1953 hasta diciembre de 1976.

Las siete clases de activos utilizadas son:

1. Acciones que cotizan en el mercado N.Y.S.E., información procedente del centro de investigación de acciones de la universidad de Chicago (CRSP).
2. Bonos Corporativos cuyos datos proceden de series construidas por Ibbotson y Sinquefield (1976) a partir de un índice a largo plazo de alto grado procedente de los hermanos Salomon.
3. Bonos del Gobierno estadounidense. También proceden de series construidas por Ibbotson y Sinquefield (1976), cuyo índice aproxima el rendimiento total de una cartera con una madurez de 20 años.
4. Treasury Bills, procedentes de la misma fuente que el activo anterior pero se compone de activos de renta fija a corto plazo con al menos un mes de madurez.
5. Inmobiliarias cuyo retorno estimado es el cambio porcentual del componente “compra de inmuebles” en el índice de precios de consumo (IPC).
6. Mobiliario, que también consiste en el cambio porcentual en el IPC, incluye precios de textiles, muebles suelos, etc.
7. Automóviles: el tanto por ciento de cambio en el IPC que refleja los precios de los coches de Chevrolet y Ford en un periodo de dos a cinco años.

A pesar de que la rentabilidad del índice del mercado, incluyendo las estimaciones del rendimiento de los activos, difiere de la rentabilidad de la cartera por una constante, la varianza de la rentabilidad del índice y su covarianza con otras tasas de retorno no se ve afectada por dicha constante. Esto permite estudiar el CAPM utilizando los datos de los activos anteriores, representados mediante series de precios, para la estimación de sus rendimientos.

El autor divide el periodo en cuatro sub-periodos de la misma duración. Tras construir los índices, se observa como la desviación estándar de los mismos se reduce significativamente cuando las acciones son ponderadas en menor proporción. Adicionalmente, las correlaciones entre los índices y la cartera de mercado son en general bastante elevadas, lo que sugiere que es fácil formar un índice muy

correlacionado con la cartera de mercado pero muy difícil capturar la media y la desviación reales.

### *B. Resultados*

Como conclusiones, sugieren que los argumentos de R. Roll en los que se achaca la falta de validez de los estudios sobre el CAPM a los errores en la elección de los índices bursátiles no son válidos. Esto se debe a que demuestran que ante varios índices alternativos, se producen resultados similares sobre la eficiencia de las carteras en sentido media-varianza. Aún cuando las acciones representan solamente un 10% del valor de la cartera, las inferencias del CAPM son virtualmente idénticas a aquellas obtenidas con carteras formadas solo por acciones.

Por otro lado, demuestran la sensibilidad del modelo y de sus resultados a los distintos conjuntos de activos. Esto sirve de fuerte apoyo al modelo 0-Beta y se considera una evidencia en contra del CAPM tradicional. Dicha versión es rechazada al formar índices con acciones, bonos y preferentes mientras que el modelo 0-Beta no es refutado debido a que apoyan la existencia de una prima de riesgo positiva y una relación lineal entre riesgo y rentabilidad esperada, pero los resultados sí se posicionan en contra de que el valor del retorno del factor Beta es igual a la tasa de rentabilidad del activo sin riesgo.

#### **4.2.6. Estudio de M. Gibbons sobre el Modelo 0-Beta**

Otro test importante que incorpora una nueva metodología empírica para desarrollar el estudio del modelo CAPM en la realidad, es el propuesto por Gibbons (1982). En él su autor toma un enfoque similar al utilizado por R. Stambaugh en el estudio anterior, pero utilizando una prueba de ratios de verosimilitud en lugar de utilizar el multiplicador lagrangiano como base para su test.

Basándose en que considera idóneo el marco teórico del CAPM para realizar estudios empíricos, consistiendo éste en que el modelo formula sus parámetros a partir de restricciones de no linealidad en un conjunto de regresiones multivariante, busca eliminar en su estudio el problema de los errores en las variables que han causado tantos sesgos en trabajos anteriores.

### A. *Objetivo del estudio*

Como ya hemos comentado anteriormente, su test consiste en la utilización de ratios de verosimilitud, por ello si el modelo de mercado y el CAPM se respaldan de forma simultánea, entonces:

$$\widetilde{R}_{jt} = \alpha_j + \beta_j \widetilde{R}_{mt} + \widetilde{e}_{jt}, \text{ siendo } \alpha_j = \gamma_1 (1 - \beta_j),$$

por lo tanto:

$$R_{jt} = \gamma_1 (1 - \beta_j) + \beta_j (R_{mt}) + e_{it}$$

Si esto se cumple  $\gamma_1$ , la cual es una constante para todas las acciones, debería ser igual a la tasa de rendimiento del activo sin riesgo si el modelo tradicional del CAPM es correcto, e igual a la tasa de rendimiento del factor Beta, siendo esta mayor a la del activo libre de riesgo, según el modelo 0-Beta de F. Black.

A partir de los datos de las acciones cotizadas en el índice *New York Stock Exchange* entre 1926 y 1975, forma carteras de igual ponderación, mediante el cual incrementa la precisión de las primas de riesgo estimadas en un 76%. Con esta información realiza su test utilizando un ratio de verosimilitud entre regresiones aparentemente no relacionadas. Tras esto, estudia la diferencia del poder explicativo entre las regresiones lineales y las no lineales.

### B. *Resultados*

R. Gibbons muestra que sin una variable adicional más allá de la Beta, el contenido sustancial del CAPM tradicional y del modelo 0-Beta quedan rechazados para el periodo de estudio con un nivel de significación por debajo del 0.001.

Esta observación es contraria a la procedente del estudio de R. Stambaugh, el cual apoyaba el modelo 0-Beta como válido. Sin embargo, por lo que hemos ido viendo a través de los resultados de las distintas evidencias empíricas, la mayoría de los test del CAPM apoyan el modelo 0-Beta, a su vez R. Stambaugh, argumenta que su manera de

realizar las pruebas al modelo es más eficaz en grandes muestras que la utilizada por M. Gibbons.

Este razonamiento ha sido apoyado por algunos estudios, como Elton y Gruber (2008), los cuales apoyan la idea de que las conclusiones de R. Stambaugh son más robustas que las de R. Gibbons para definiciones alternativas de la cartera de mercado.

#### 4.3. EL MODELO CAPM DESPUÉS DE IMPUESTOS

Además del modelo 0-Beta de F. Black, otra versión del CAPM del cual se han realizado multitud de estudios empíricos ha sido su versión ajustada a un modelo general de equilibrio con impuestos.

##### 4.3.1. Primeros Estudios Empíricos

En los primeros estudios sobre el modelo CAPM después de impuestos, los autores utilizaban una primera regresión sobre una muestra de firmas para obtener una estimación de sus betas y una segunda que relacionaba el precio de sus acciones con otras variables que representaban el dividendo que habían pagado y las ganancias retenidas. La hipótesis testeada era si el coeficiente en el periodo de pago de dividendos coincidía con el coeficiente en periodos de retención de ganancias.

La mayoría de los resultados de dichos estudios encontraban que el coeficiente en periodos de reparto de dividendos era mayor que en aquellos casos en los que las ganancias no se distribuían a sus accionistas.

Un ejemplo de ello son los resultados a los que llegaban Graham y Dodd (1934). En él mostraban que los dividendos consiguen una ponderación cuatro veces mayor en el proceso de valoración de las acciones que los beneficios retenidos. A pesar de esto, estos resultados carecen de validez ya que otros autores como R. Roll, detectan un problema de inestabilidad de los coeficientes estimados para los datos de una muestra de empresas en distintos periodos.

Tras estos descubrimientos se desarrollan nuevos estudios que pretenden evitar estos sesgos de medición “suavizando” los datos de las muestras, en ellos se relaciona el valor

de las acciones y el reparto de dividendos según el grado de madurez de la industria a la que pertenecen las firmas. Es decir, en industrias jóvenes o en crecimiento, las acciones de las empresas que no reparten dividendos presentan valores mayores de aquellas que si lo hacen, mientras que en industrias maduras las acciones más valoradas pertenecen a firmas que reparten dividendos.

#### **4.3.2. Estudio de F. Black y M. Scholes**

Uno de los primeros estudios fue Black y Scholes (1974). En él se buscaba un enfoque alternativo para probar si la política de dividendos de una compañía afecta a la valoración de sus acciones.

La razón del estudio se encontraba en la falta de test cuyas evidencias fueran satisfactorias para concluir cual era la relación entre el pago de dividendos y el precio de las acciones.

El problema que detectan F. Black y M. Scholes en estos estudios es que sus conclusiones no son válidas debido a que siguen sin demostrar la estabilidad de los coeficientes y omiten variables, lo que también puede producir sesgos que aleje dichos resultados de la realidad.

Ellos proponen utilizar un análisis de series temporales en vez del clásico método de regresiones de sección cruzada. Para ello utilizan una muestra de los precios a final de mes de los dividendos y la tasa de rentabilidad mensual de las acciones cotizadas en el New York Stock Exchange, para el periodo comprendido entre 1947 y 1966<sup>5</sup>. El estudio fue concentrado en estas fechas debidas que la estructura de impuestos se mantuvo relativamente estable en dicho periodo.

Para poder incluir la presencia de impuestos modifican el modelo CAPM tradicional de la siguiente manera:

$$E(\widehat{R}_p)^T = (1 - \beta_p)R_f^T + \beta_p E(\widehat{R}_m)^T$$

Siendo  $E(\widehat{R}_p)^T$  el retorno esperado después de impuestos de una cartera menos la media marginal ponderada de los impuestos, es decir:

---

<sup>5</sup> Fuente CRSP de Chicago.

$$E(\widehat{R}_p)^T = E(\widehat{R}_p) - T\delta_p$$

$R_f^T$  la tasa de rendimiento del activo sin riesgo después de impuestos ( $R_f^T = (1 - T)R_f$ ) y  $E(\widehat{R}_m)^T$  la tasa de rentabilidad esperada tras los impuestos de la cartera de mercado menos la tasa impositiva por los dividendos esperados de dicha cartera ( $E(\widehat{R}_m)^T = E(\widehat{R}_m) - T\delta_m$ ).

Adicionalmente, para poder utilizar el método de series temporales, asumen que es posible construir carteras con un coeficiente Beta igual a la unidad que contengan altos retornos de dividendos en relación con el mercado, y que también es posible formar otras carteras con  $\beta=1$  con bajo retorno de dividendos. A partir de estas carteras es posible estimar el valor de T y su significación como consecuencia de la utilización de series temporales.

Con los datos de marzo de 1926 hasta febrero de 1931 estiman el valor adicional de la tasa de retorno obtenida por las acciones y realizan una regresión a partir de la cual logran estimar el valor de sus Betas. Tras esta primera regresión se computan los dividendos de cada acción entre marzo de 1930 y febrero de 1931 y con estos datos se estima el dividendo del año siguiente.

Dichos dividendos se ordenan de mayor a menor en cinco categorías que a su vez se subdividen en otras cinco con lo que se logran crear 25 carteras, conteniendo la primera las acciones que reparten mayores dividendos y la última aquellas con menor retorno de dividendos. De cada sub-categoría se analiza el exceso de retorno de sus acciones y su media es considerada el retorno mensual de la cartera.

La segunda regresión se realiza comparando el exceso de retorno mensual de las veinticinco carteras con el exceso de rentabilidad mensual del mercado en el periodo 1947-1966.

Los resultados parecen confirmar que las carteras con mayores dividendos no presentan un menor exceso de retorno, es decir, no hay retornos diferentes para las acciones que reparten altos dividendo y las que no, tras controlar su riesgo (considerando Beta igual a uno).



Estos resultados son contrarios a los estudios de sección cruzada que mencionábamos al comienzo de esta sección. En multitud de periodos de tiempo diferentes en los que se producen cambios en las condiciones económicas, el factor dividendo es insuficiente para explicar los retornos de las acciones.

#### **4.3.3. Estudio de R. H. Litzenberger y K. Ramaswamy**

Sin embargo, en un nuevo artículo, Litzenberger y Ramaswamy (1979), refutaba dicho resultado. Para ello se basaron en los resultados obtenidos tras realizar un test en el que se asumía el reparto de dividendos solamente en aquellos meses en los que se esperaba que dicho reparto ocurriera y usando métodos de máxima verosimilitud para estimar su ecuación en vez de apoyarse únicamente en las técnicas de formación de carteras para eliminar los sesgos.

Este nuevo modelo de CAPM, está basado en los modelos de dos factores de los que hablábamos al principio del capítulo, pero añadiendo una nueva variable que representa al reparto de dividendos.

Tras analizar los resultados para el periodo 1936-1977, dividido a su vez en seis sub-periodos en los cuales se esperaban repartos de dividendos, llegaron al resultado de que por cada dólar pagado en forma de dividendo aquellos que hubieran invertido en acciones requerían 23 céntimos de retorno extra.

En definitiva, llegaron a la conclusión de que los inversores en tramos impositivos altos tienden a mantener acciones con bajo reparto de dividendos, mientras que aquellos en tramos impositivos bajos prefieren las acciones con dividendos mayores.

#### **4.3.4. Estudio de J. Elton y M. Gruber**

Estos resultados son apoyados por las evidencias del Elton y Gruber (1970), en el cual buscan un método de determinación de la preferencia marginal de las acciones dependiendo de los distintos tramos impositivos y su implicación en la inversión corporativa, políticas de dividendos y en las hipótesis de racionalidad del mercado.

Para ello estudian el comportamiento de las acciones cotizadas en el N.Y.S.E que repartieron dividendos entre el uno de abril de 1966 y el treinta y uno de marzo de 1967.

Los resultados, como hemos comentado anteriormente, concuerdan con los obtenidos por Litzenberger y Ramaswamy (1979), ya que tras analizar las evidencias, consideran que los tramos de impuestos están relacionados con la política de dividendos de las compañías y que aquellos inversores que ocupan tramos impositivos mayores prefieren las ganancias de capital a los ingresos procedentes del reparto de dividendos en comparación con los inversores pertenecientes a tramos impositivos más bajos.

Por lo tanto, no se puede asegurar si el modelo CAPM antes de impuestos es una herramienta con mayor capacidad de descripción de los retornos que el modelo después de impuestos.

#### 4.4. MODELO CAPM CON NUEVAS VARIABLES EXPLICATIVAS

A pesar de los nuevos modelos de estudio empírico, algunos autores decidieron probar la validez del modelo utilizando las regresiones de sección cruzada en dos etapas, aunque esta vez indicando variables explicativas alternativas. A partir de estas nuevas hipótesis de partida, surgen versiones del CAPM, las cuales pretenden amoldarse mejor a la realidad.

##### 4.4.1. El CAPM y el “Efecto Tamaño”

###### A. *Estudio de R. Banz*

El primer estudio que relaciona la capitalización bursátil de una compañía con la rentabilidad de sus acciones, en vez de considerar que la causa es el riesgo, fue Banz (1981).

Su trabajo documenta el fenómeno mediante un estudio empírico de la relación entre la tasa de rendimiento, el tamaño de una empresa y la rentabilidad de las acciones que cotizaban en el N.Y.S.E entre 1931 y 1975.

Para ello estima un nuevo modelo CAPM con la siguiente forma:

$$E(R_i) = a_0 + a_1\beta_i + a_2S_i$$

Siendo  $S_i$  la medida de la capitalización bursátil relativa de la compañía  $i$ .

Los resultados del estudio confirmaron que las acciones con un menor tamaño en el índice parecían lograr rentabilidades substancialmente mayores frente a las acciones de las compañías con mayor capitalización bursátil. Además, demuestra que la relación entre el rendimiento y el coeficiente Beta tienen una menor asociación estadística que la relación entre los rendimientos y la capitalización bursátil de la compañía.

#### *B. Estudio de M. Reinganum*

Otros estudios demuestran mediante evidencias empíricas la existencia del efecto tamaño. Un ejemplo es el estudio Reinganum (1981) donde se utilizan datos procedentes del N.Y.S.E y A.S.E.X. para el periodo de 1963 a 1977. Se clasifican en deciles, en función de su capitalización bursátil, a las compañías de las empresas cotizadas en dichos índices y encuentra que la diferencia entre la rentabilidad del primer y del último decil se encuentra alrededor del 30% anual.

Para evitar los sesgos de medida procedentes de la estimación de las betas, desarrolla unos métodos en los que se toman en cuenta situaciones donde existe falta de sincronización y frecuencia en las negociaciones. A partir de estos métodos observó, no solo que existe una relación inversa entre tamaño y rentabilidad, sino que la magnitud tamaño y el método de estimación de las Betas no estaban relacionados.

#### *C. Estudio de G. Rubio*

Otro de los estudios que evidencian la relación entre el tamaño y el retorno de las acciones es aquel que aparece en Marín y Rubio (2001), el cual estudia el mercado bursátil español en el periodo comprendido entre 1963 y 1996. Para ello forma cinco carteras clasificando primero todas las empresas según su valor de mercado y asignando

el 20% de las acciones a cada cartera, de manera que la cartera primera sea la que contenga menor capitalización bursátil y la quinta la que represente mayor valor.

Los resultados que obtiene son un rendimiento medio anualizado del 21.15% por la cartera con menor tamaño (cartera 1) y una tasa de rentabilidad de tan solo el 12, 98% para la cartera 5, con una variación de tan solo 0,34 entre sus betas.

G. Rubio enfatiza que ésta relación inversa entre tamaño y retorno no sólo se produce en los mercados español y estadounidense. Para ello hace referencia de los estudios llevados a cabo en todo el mundo en los cuales se evidencia que no hay relación entre los retornos y los coeficientes beta si se consideran datos de todos los meses del año, pero sí que existe una relación entre el tamaño de las empresas y la tasa de rentabilidad que consiguen.

#### *D. Estudio de M. E. Blume y R. Stambaugh*

Sin embargo, Blume y Stambaugh (1983) muestran que los estudios de M. Reinganum contenían sesgos positivos en la estimación de los retornos de las empresas de menor tamaño debido a los cambios producidos entre los precios de compra y venta de las acciones, en los que se basaba en estudio. Por ello concluyen que las primas de rentabilidad debido a la cotización bursátil de las compañías resultan ser mucho menores en las estimaciones que no contienen sesgos en la formación de carteras.

Al haber refutado los argumentos anteriores, en el estudio Hawawini and Keim (1994) se evalúan las rentabilidades medias mensuales para diez carteras formadas por acciones del N.Y.S.E y A.M.E.X entre 1951 y 1989. Los tamaños de las carteras se obtuvieron a través de los datos procedentes del estudio Jaffe, Keim y Westerfield (1989) pero actualizando dichos valores hasta 1989.

Los resultados muestran que las Betas de las carteras bajan al subir su tamaño, al igual que su rentabilidad. Sin embargo, la diferencia entre el valor de la Beta para la cartera de mayor capitalización bursátil (3983 millones de dólares) y la de menor valor (9,7 millones de dólares) es de tan solo 0,26, mientras que la diferencia entre sus rentabilidades es del 7,9% anual (11,9% versus 19,8%).

Como conclusión, parece que la capitalización bursátil es una variable que ayuda a explicar las rentabilidades medias de las acciones sin tener en cuenta el riesgo de mercado (Beta).

#### 4.5. MODELO CAPM CON TRES VARIABLES EXPLICATIVAS

Trabajos previos muestran como los retornos medios de los activos ordinarios tienen relación con las características de las empresas como el tamaño, ganancias/precio, flujos de efectivo/precio, crecimiento de ventas pasadas, entre otros.

Aparentemente, estos patrones sobre el retorno medio no vienen explicados por el CAPM clásico como se muestra en Fama y French (1992). Es por ello que en Fama y French (1993) se desarrolla una nueva versión del modelo con tres factores.

##### 4.5.1. Desarrollo Teórico del modelo

El nuevo modelo indica que el exceso de rentabilidad esperado de una cartera en comparación con la tasa de rendimiento de los activos libres de riesgo,  $[E(R_i) - R_f]$ , se explica mediante tres factores que miden la sensibilidad de dicho retorno.

1. El exceso de retorno de una cartera de mercado amplia:  $(R_m - R_f)$ .
2. La diferencia entre carteras de grandes acciones (SMB, pequeñas menos grandes).
3. Diferencia entre el rendimiento de una cartera de acciones con alto ratio valor en libros/valor de mercado, y el de ratio menor.

El exceso esperado de rendimiento de la cartera viene dado por:

$$E(R_i) - R_f = b_i [E(R_m) - R_f] + s_i[E(SMB) + h_i E(HML)]$$

Donde  $E(R_i) - R_f$ ,  $E(SMB)$  y  $E(HML)$  son las primas esperadas. El factor de sensibilidad es  $b_i$  y  $s_i$  y  $h_i$  son las pendientes y las regresiones de series temporales.

$$R_i - R_f = b_i [R_m - R_f] + s_i SMB + h_i HML + \varepsilon_i$$

#### **4.5.2. Estudios Empíricos**

El principal estudio es el llevado a cabo en Fama y French (1993), el cual mide el exceso de retorno de 25 carteras formadas por acciones procedentes de los índices NYSE, AMEX y NASD. Dichas carteras se crean en función del tamaño y el ratio valor de libros/valor de mercado durante el periodo de Julio de 1963 hasta Diciembre de 1993

Se realizan regresiones sobre dichas carteras y los resultados obtenidos muestran que las acciones de menor tamaño tienen mayores retornos futuros que aquellas de mayor tamaño. Por lo tanto, el modelo muestra unos resultados que se acercan a los obtenidos por DeBondt y Thaler (1985), los cuales exponen que, cuando las carteras están formadas basándose en los retornos pasados a largo plazo, aquellas que presentaron retornos pasados bajos tienen mayores retornos futuros que si hubieran obtenido mejores resultados. Fama y French (1994) extendieron los resultados a las industrias.

También reportaron estimaciones de las regresiones de las series temporales según los tres factores. Si el modelo sirve para describir los retornos esperados, la intersección de la regresión debiera acercarse a 0,0. Sin embargo, esto no se cumple, por lo que el modelo deja un retorno negativo sin explicación.

Sin embargo, el modelo captura muchas de las variaciones en la media de retorno de las carteras. Adicionalmente, logra explicar los fuertes patrones observados cuando las carteras están formadas por ganancias/precio, *cashflow*/precio y aumento de ventas (variables recomendadas por Lakonishok, Shleifer y Vishny (1994)). Aunque existen todavía múltiples interpretaciones de los resultados que pueden considerarse viables.

#### **4.6. RESULTADO DE LOS MODELOS CAPM MODIFICADOS**

Los resultados empíricos del modelo de 2 factores de aquellos propuestos según la teoría del modelo. A pesar de ello, estudios como Black, Jensen y Scholes (1972) las atribuyen a su simplicidad y falta de especificación y es por ello que desarrollan el modelo 0-Beta.

El estudio Fama y Macbeth (1973) desarrolla una observación más exhaustiva de la procedencia de dichas diferencias, demuestran que la desviación de un activo individual frente al modelo no debería contener información sobre el comportamiento diferencial de cada acción en periodos futuros. Por lo que el modelo 0-Beta parece ofrecer una mayor descripción de las rentabilidades del mercado.

Algunas críticas como Elton y Gruber (1995), Roll (1977) y Gibbons (1982), atribuyen dichos resultados a la elección incorrecta del índice bursátil que sirven de referencia en el estudio. Sin embargo, otros estudios como Stambaugh (1982), Elton y Gruber (2008) muestran que las críticas al modelo no son válidas, ya que ante varios índices alternativos, se producen resultados similares sobre la eficiencia de las carteras en sentido media-varianza.

Otro de los modelos analizados en el capítulo es el modelo CAPM después de impuestos. Tras el análisis de las evidencias del mismo los estudios Elton y Gruber (1970), Litzenberger y Ramaswamy (1979) muestran que no se puede asegurar si el modelo CAPM antes de impuestos es una herramienta con mayor capacidad de descripción de los retornos que el modelo después de impuestos.

Adicionalmente, hemos examinado la validez del modelo CAPM que tiene como factor principal el tamaño de las acciones mediante la revisión de los trabajos Blume y Stambaugh (1983) y Reinganum (1981).

Como resultado, parece que la capitalización bursátil es una variable que ayuda a explicar las rentabilidades medias de las acciones pero sin tener en cuenta el riesgo de mercado (Beta).

Por último, el modelo CAPM de 3 factores no otorga suficientes evidencias para poder afirmar que es más afine a la realidad que alguno de los anteriores.

Por lo tanto, podemos concluir que, aún existiendo claras evidencias de la validez del modelo 0-Beta, o del Modelo de 3 factores, estas no son suficientes para recomendar la utilización de alguno de ellos de forma específica.

# CAPÍTULO 5

## 5. CONCLUSIONES

- i. El modelo CAPM clásico recoge un resultado teórico que sus creadores J. R. Hicks y W. Sharpe presentan como útil para la toma de decisiones de inversión tanto por parte de los inversores, como de compañías.
- ii. Dicho modelo presenta inconsistencias observadas en los estudios empíricos desarrollados. Sin embargo, otros estudios demuestran que muchos de los resultados de estos estudios empíricos derivan de errores cometidos en el proceso de evaluación del modelo.
- iii. A pesar de los cambios realizados en la metodología de los estudios, las desviaciones encontradas entre los resultados y la realidad dificultan su recomendación como modelo adecuado para su uso en la realidad. Esto se debe a que, para las carteras de alto nivel de riesgo, existe un exceso de retorno inferior al que se predice con el modelo y, para carteras de bajo riesgo, dicho retorno es superior al esperado. Sin embargo, su sencillez lo hace muy atractivo para los inversores.
- iv. El *Modelo CAPM con Dos Factores* propuesto por F. Black, M. Jensen y M. Scholes presenta unos resultados que no lo hacen recomendable. La razón es que da lugar a grandes desviaciones entre los resultados obtenidos y aquellos observados en la realidad.
- v. Es el *Modelo 0-Beta* el que resulta muy atractivo para su aplicación, siempre y cuando el inversor tenga suficiente experiencia en la utilización de modelos estadísticos para la toma de decisiones. Nos encontramos ante un modelo CAPM más complicado y menos intuitivo que el clásico, aunque ofrece mayor exactitud en sus predicciones.



- vi. La evidencia empírica indica que el *Modelo CAPM Después de Impuestos* no muestra mayor capacidad de descripción de los rendimientos de los activos con un *Modelo CAPM Antes de Impuestos*.
- vii. El efecto “tamaño” tampoco ayuda a explicar las rentabilidades medias de las acciones debido a que no tiene en cuenta el riesgo de mercado, el cual es fundamental para la correcta toma de decisiones de los inversores.
- viii. El *Modelo CAPM de 3 Factores* podría considerarse como otra opción válida para las empresas. Sin embargo, su complejidad y la falta de estudios que evidencien su adecuación a la realidad de los mercados hace que deba tomarse con cautela su utilización.
- ix. Para finalizar, llegamos a la conclusión de que el modelo de valoración financiera CAPM, tanto en su versión clásica como en las sucesivas modificaciones (0-Beta y de 3 Factores), puede utilizarse como herramienta de formación de carteras pero siempre teniendo en cuenta sus limitaciones. Siguiendo a George Stigler, el cual en un contexto totalmente diferente, señaló que una teoría solo puede ser sustituida por otra mejor. Concluiríamos así que al tratarse de un modelo teórico, hay que tener siempre en mente que se apoya en una serie de hipótesis determinadas, que no coinciden con la realidad del mercado en el que opera el inversor. Sin embargo, considero que dichas hipótesis deben constituir el punto de partida para la elección del tipo de “versión” del modelo CAPM que más convenga a cada inversor para lograr sus objetivos.

## BIBLIOGRAFÍA

- Banz, R. (1981) 'The Relationship between Return and Market Values of Common Stock', *Journal of Financial Economics*, 9(1), pp. 3-18.
- Black, F. (1972) 'Capital Market Equilibrium with Restricted Borrowing', *The Journal of Business*, 45(3), pp. 444-455.
- Black, F. and Scholes, M. (1973) 'The Pricing of Options and Corporate Liabilities', *The Journal of Political Economy*, 81(3), pp. 637-654.
- Black, F. and Scholes, M. (1974) 'The Effects of Dividend Yield and Dividend Policy on Common Stock Prices and Returns', *Journal of Financial Economics*, 1(1), pp. 1-22.
- Black, F., Jensen, M. C. and Scholes, M. (1972) 'Studies in the Theory of Capital Markets'. In: Jensen, M. C. ed. *The Capital Asset Pricing Model: Some Empirical Tests*, New York: Praeger.
- Blume, M. E. and Friend, I. (1973) 'A new look at the capital asset pricing model', *Journal of Finance*, 28(1), pp. 19-33.
- Blume, M. E. and Stambaugh, R. F. (1983) 'Biases in Computed Returns: An Application to the Size Effect', *Journal of Financial Economics*, 12(3), pp. 387-404.
- Brounen, D., De Jong, A. and Koedijk K. (2004) 'Corporate Finance in Europe', *Financial Management*, 33(4), pp. 71-101.
- Brooks, C. (2008) *Introductory Econometrics for Finance*. Cambridge: Cambridge University Press.
- DeBondt, W. F. M. and Thaler, R. H. (1985) 'Does the Stock Market Overreact?', *Journal of Finance*, 40(3), pp. 793-805.
- Douglas, G. W. (1968) *Risk in the Equity Markets: An Empirical Appraisal of Market Efficiency*. Ann Arbor, Michigan: University Microfilms, Inc.
- Elton, E. J. and Gruber, M. J. (1970) 'Marginal Stockholder Tax Rates and the Clientele Effect', *Review of Economics and Statistics*, 52(1), pp.-68-74.
- Elton, E. J. and Gruber, M. J. (2008) *Modern Portfolio Theory and Investment Analysis*. Ninth edition. Hoboken: Wiley.
- Falkenstein, E. (2009) *Finding Alpha*. Australia: Wiley Finance.
- Fama, E. and MacBeth, J. (1973) 'Risk, Return, and Equilibrium; Empirical Tests', *Journal of Political Economy*, 81(3), pp. 157-184.

- Fama, E. and French, K. (1992) 'The Cross-Section of Expected Stock Returns', *The Journal of Finance*, 47(2), pp. 427-465.
- Fama, E. and French, K. (1993) 'Common Risk Factors in the Returns on Stocks and Bonds', *Journal of Financial Economics*, 33(1), pp. 3-56.
- Fama, E. and French, K. (1994) 'Industry Costs of Equity', *Journal of Financial Economics*, 43(3), pp. 153-193.
- Fisher, L. and Lorie, J. H. (1964) 'Rates of Return on Investments in Common Stocks', *The University of Chicago Press*, 37(1), pp. 1-21.
- Friend, I. and Marshall, B. (1970) 'Measurement of Portfolio Performance under Uncertainty', *American Economic Review*, 60(4), pp. 561-575.
- French, C. W. (2003) 'The Treynor Capital Asset Pricing Model', *Journal of Investment Management*, 1(2), pp. 60-72.
- Gibbons, M. R. (1982) 'Multivariate tests of financial models: A new approach', *Journal of Financial Economics*, 10(1), pp. 3-27.
- Graham, B. and Dodd, D. (1934) *Security Analysis*. New York: McGraw-Hill Inc.
- Graham, J. R. and Campbell R. H. (2000) 'The theory and practice of corporate finance: Evidence from the field', *Journal of Financial Economics*, 19(1), pp. 36-54.
- Hawawini, G. and Keim, D. B. (1994) *On the Predictability of Common Stock Returns: World-Wide Evidence*. Philadelphia: North Holland.
- Hicks, J. (1946) *Value and Capital: an Inquiry into Some Fundamental Principles of Economic Theory*. Second edition. Oxford: Clarendon Press.
- Ibbotson, R. G. and Sinquefeld, R. A. (1976), 'Stocks, Bonds, Bills and Inflation: Simulations of the Future', *The Journal of Business*, 49(3), pp. 313-338.
- Jaffe, J., Keim, D. B. and Westerfield, R. (1989), 'Earnings Yields, Market Values, and Stock Returns', *The Journal of Finance*, 44(1), pp. 135-148.
- Jensen, M. C. (1968) 'The Performance of Mutual Funds in the Period 1945-1964', *Journal of Finance*, 23(2), pp. 389-416.
- Korajczyk, R. A. (Ed.). (1999) *Asset Pricing and Portfolio Performance*. London: Risk Books.
- Lakonishok, J., Shleifer, A. and Vishny, R. W. (1994) 'Contrarian Investment, Extrapolation and Risk', *Journal of Finance*, 49(5), pp. 1541-1578.
- 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.

- Lintzerberger, R.H., and Ramaswamy, K. (1979) 'The Effect of Personal Taxes and Dividends on Capital Asset Prices: Theory and Empirical Evidence', *Journal of Financial Economics*, 7(2), pp. 163-195.
- Marín, J. M. and Rubio, G. (2001) *Economía financiera*. Barcelona: Antoni Bosch.
- Markowitz, H. (1952) 'Portfolio Selection', *The Journal of Finance*, 7(1), pp. 77-91.
- Merton, R. C. (1994) 'Influence of Mathematical Models in Finance on Practice: Past, Present and Future', *Financial Practice & Education*, 5(1), pp.7-15.
- Merton, M. and Scholes, M. (1972). In: Michael, C. J. (Ed). *Rates of Return in Relation to Risk: A Re-Examination of Some Recent Findings in Studies in the Theory of Capital Markets*. New York: Praeger Publishing, Co.
- Pratt, S. P. (2008) 'Relationship between Variability of Past Returns and Levels of Future Returns for Common Stocks, 1926–1960', *Business Valuation Review*, 27 (2), pp. 70-78.
- Reinganum, M. (1981) 'A Misspecification of Capital Asset Pricing: Empirical Anomalies Based on Earnings Yields and Market Values', *Journal of Financial Economics*, 9(4), pp. 19-46.
- Roll, R. (1969) 'Bias in Fitting the Sharpe Model to Time Series Data', *The Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 4(3), pp. 271-289.
- Roll, R. (1977) 'A critique of the asset pricing theory's tests Part I: On past and potential testability of the theory', *Journal of Financial Economics*, 4(2), pp. 129-176.
- Sharpe, W. F. (1964) 'Capital Asset Prices: a Theory of Market Equilibrium under Conditions of Risk', *The Journal of Finance*, 19(3), pp. 425-442.
- Sharpe, W. F. (1966) 'Mutual Fund Performance', *The Journal of Business*, 39(1), pp. 119-138.
- Stambaugh, R. F. (1982) 'On the exclusion of assets from tests of the two-parameter model: A sensitivity analysis', *Journal of Financial Economics*, 10(3), pp. 237-268.
- Tobin, J. (1958) 'Liquidity Preference as Behavior Towards Risk', *Review of Economic Studies*, 25(2), pp.65-86.
- Treynor, J. L. (1961) *Market Value, Time and Risk*. Unpublished manuscript 'Rough Draft'.