



COMILLAS
UNIVERSIDAD PONTIFICIA



FACULTAD DE CIENCIAS ECONOMICAS Y EMPRESARIALES
UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS

E-2

**Análisis del comportamiento de activos en el sistema
financiero español basado en la aplicación del modelo
CAPM en el periodo 2014-2018.**

Autor: Miguel Mateo Guillen
Director: Susana Carabias López



Análisis del comportamiento de activos en el sistema financiero español basado en la aplicación del modelo CAPM en el periodo 2014-2018.

Resumen

El objetivo de este trabajo de fin de grado es aplicar la versión clásica del modelo CAPM en un caso práctico en el que se escogerá una muestra de activos que cotizan en el IBEX 35 y se compararán los rendimientos observados de dichos activos con los rendimientos esperados determinados por el CAPM. Para ello se necesitará estimar las betas de las compañías, así como analizar el rendimiento ofrecido por el mercado y por el activo libre de riesgo durante el periodo estudiado. Así pues, podremos identificar aquellos activos que se encuentren infravalorados o sobrevalorados. Como punto de partida para asentar las bases del modelo y establecer las hipótesis de este, para un correcto análisis de los resultados y para determinar las críticas que existen hacia el mismo, se revisará la literatura existente necesaria.

Palabras clave: CAPM, beta, activo libre de riesgo, SML, IBEX 35, rendimiento esperado, periodo de estimación, intervalo de medición, infravalorado, sobrevalorado.

Abstract

This study aims to apply the classic version of the CAPM model in a practical case in which a sample of assets quoted on the IBEX 35 is going to be analyzed. The observed returns of said assets will be compared with the expected returns determined by the CAPM. For this, it will be necessary to estimate the betas of the companies, as well as analyze the performance offered by the market and the risk-free asset during the period studied. Thus, we can identify those assets that are undervalued or overvalued. As a starting point to establish the basis of the model and set the hypothesis of this, for a correct analysis of the results and to determine the criticisms that exist towards it, we will revise the existing literature.

Key words: CAPM, beta, risk-free rate, SML, IBEX 35, expected return, time interval number of observations, undervalued, overvalued

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. Introducción	5
1.1. Objetivos.....	5
1.2. Justificación del tema	5
1.3. Metodología.....	5
1.4. Estructura.....	6
2. Modelo CAPM	8
2.1. Introducción al modelo.....	8
2.2. Hipótesis asumidas por el modelo	8
2.3. La eficiencia de carteras en el CAPM	9
2.3.1. Desarrollo histórico del modelo	9
2.3.2. La eficiencia en el modelo CAPM	11
2.4. Valoración de activos con el modelo CAPM	14
2.4.1. La beta	15
2.4.2. Aplicación de la Security Market Line a la valoración de activos	16
2.4.3. Riesgo sistemático y riesgo no sistemático	18
2.5. Evaluación del rendimiento mediante medidas de la performance	20
2.6. Críticas al CAPM.....	22
2.7. Presencia del modelo en las empresas de hoy en día	24
3. Selección de las variables de la muestra	26
3.1. Características observadas	26
3.1.1. Frecuencia de los datos y horizonte temporal	26
3.1.2. Tipos de rendimientos	27
3.2.- Selección de activos	28
3.2.1. Acciones seleccionadas	28
3.2.2. Índice de mercado.....	29
3.2.3. Activo libre de riesgo	30
4. Aplicación Práctica	32
4.1. Resultados esperados de acuerdo con el modelo CAPM clásico	32
4.1.1. Descripción de la muestra.....	32
4.1.2. Estimación de las betas.....	34
4.1.3. Estimación de los resultados esperados.....	36
4.2. Análisis de los resultados	36
4.2.1. Activos infravalorados y sobrevalorados	39
4.2.2. Discusión de los resultados obtenidos	41
4.2.3. Interpretación de los resultados en el marco de la Bolsa de Madrid ...	46
5. Conclusiones	50
6. Bibliografía	52

1. Introducción

1.1. Objetivos

El objetivo del trabajo es analizar el rendimiento esperado de una muestra de activos del IBEX 35 mediante la aplicación de la versión clásica del modelo CAPM. Para ello predeciremos el rendimiento esperado de dichos activos aplicando el modelo y comprobaremos cuales de ellos están infravalorados y cuales se encuentran sobrevalorados, de acuerdo con el modelo, comparándolos con las rentabilidades observadas de dichos activos.

Con el objetivo de conocer mejor la situación del mercado español, la muestra elegida estará compuesta por una serie de activos que representen los diversos sectores en los que basan su actividad las empresas del IBEX: Sector Textil, Financiero, Telecomunicaciones, Energético, Metalúrgico y Turístico.

1.2. Justificación del tema

Para cualquier inversor es importante saber dónde invierte su dinero y como se va a comportar esa inversión durante un cierto periodo de tiempo. El modelo del CAPM nos ayuda a estimar el rendimiento teórico esperado de cualquier activo. De manera que, un uso correcto de este modelo nos podría ayudar a identificar potenciales inversiones. Este modelo es utilizado por numerosas empresas en la actualidad para determinar su coste de capital (como veremos a lo largo del desarrollo del trabajo), lo cual indica la relevancia de este modelo en el mundo financiero hoy en día. El objetivo del trabajo es ilustrar la aplicación del modelo con un caso práctico y analizar que se puede concluir a raíz de las estimaciones calculadas mediante el modelo CAPM.

1.3. Metodología

El método de trabajo que seguiremos en la elaboración de este proyecto será principalmente deductivo, empírico y cualitativo.

En primer lugar, explicaremos, teóricamente, en que consiste el modelo que utilizaremos a lo largo del desarrollo del trabajo: Origen del modelo, hipótesis, concepto de riesgo sistemático y riesgo no sistemático, Security Market Line y el concepto de beta. Una vez hayamos explicado los conceptos teóricos pasaremos a recopilar los datos de los valores elegidos, los cuales se obtendrán a través de Yahoo Finance. Con respecto a los datos de los valores que se van a utilizar, el horizonte temporal que se va a tomar es de 5 años con un intervalo de medición mensual, decisión apoyada por la literatura como se explicarán mas adelante. Esta elección también se debe a que 5 años se considera un periodo lo suficientemente amplio como para obtener resultados consistentes y a demás nos permitirá conocer mas detalladamente cual es la situación actual de las empresas consideradas en la muestra debido a la proximidad temporal del periodo utilizado con la actualidad. A continuación, estimaremos las betas y las alfas necesarias para predecir el rendimiento de dichos valores. Para la realización de este paso se utilizará la herramienta Excel. Por último, aplicaremos la teoría expuesta en el primer capítulo. Para ello, mediante la utilización de los datos recopilados de Yahoo Finance, calcularemos el rendimiento esperado mediante el CAPM y compararemos los mismos con los rendimientos observados.

También se utilizará una metodología cualitativa para explicar el alcance de los conceptos teóricos que engloba el modelo. La revisión de estos conceptos teóricos se llevará a cabo a partir de informes y estudios entre los que usaremos los documentos mencionados en la bibliografía

1.4. Estructura

Este trabajo estará dividido en tres grandes bloques: En primer lugar, se realizará una breve introducción al modelo en el que se explicarán tanto el origen de este como las hipótesis básicas asumidas por sus autores: pasaremos a explicar la eficiencia del modelo, definiendo cuales son las variables que lo constituyen y la importancia de estas. Es decir, se explicará que es la variable beta y cuales son sus diferentes interpretaciones, se procederá a explicar también la Línea del Mercado de valores y a definir los diferentes tipos de riesgos que supone

la posesión de un determinado activo o cartera. Mas adelante, pasaremos a introducir las medidas de la performance que, en el apartado práctico, nos permitirán identificar las mejores posibilidades de inversión entre los activos analizados a lo largo del trabajo. A continuación, definiremos las críticas que existen hacia el modelo actualmente y por último veremos como se usa el modelo en las empresas hoy en día.

Posteriormente, en el segundo bloque, pasaremos a aplicar la teoría anteriormente expuesta, mediante un caso práctico en el que analizará una muestra de activos de compañías que cotizan en el IBEX 35, durante el periodo comprendido entre los años 2014 y 2018. En este bloque definiremos variables tan importantes como el tipo de activo libre de riesgo o el índice de mercado que se van a utilizar como referencia para la realización del estudio.

Por último, analizaremos todos los resultados obtenidos mediante la aplicación práctica del modelo, extrayendo las conclusiones pertinentes sobre el periodo estudiado. Se determinará la beta de cada una de las compañías estudiadas, podremos identificar aquellos activos que han estado infravalorados o sobrevalorados, determinaremos la beta del porfolio constituido por todos los activos estudiados y por último trataremos de explicar por que hemos obtenido esos datos en concreto.

El trabajo finaliza con un capítulo que recoge las conclusiones extraídas a lo largo del trabajo.

2. Modelo CAPM

2.1. Introducción al modelo

El Capital Asset Pricing Model (CAPM) o Modelo de Valoración de Activos Financieros en español es un modelo de valoración de activos financieros que fue desarrollado en el periodo comprendido entre los años 1962 y 1966 por cuatro economistas diferentes: William Sharpe (1964), Jack Treynor (1962), John Lintner (1965) y Jan Mossin (1966). Se trata de un desarrollo de la teoría de selección de carteras desarrollada por Henry Markowitz en el año 1952 y posteriormente reformulada en el año 1959.

Se trata de un modelo de equilibrio, en el sentido de que deriva relaciones entre los precios de los activos negociados sobre la base de algunas suposiciones sólidas sobre el comportamiento de los inversores en el mercado. El CAPM facilita la relación que existe, dentro de un mercado eficiente, entre la rentabilidad esperada de un activo y el riesgo de este. Hoy en día es utilizado por un gran número de empresas para determinar el coste de capital de estas, así como por fondos para evaluar el desempeño en la gestión de carteras. La relevancia del CAPM en las empresas de hoy en día será tratada posteriormente con mayor profundidad.

Los autores que desarrollaron el modelo, W. Sharpe, Markowitz y Miller recibieron un premio Nobel por su contribución al campo de las finanzas en el año 1990. Además, el CAPM se convirtió en el punto de referencia de todos los modelos de valoración de activos y dio lugar al desarrollo de toda una serie de publicaciones que contrastaron el modelo clásico y ofrecieron versiones más generales del CAPM (Cvitanic y Zapatero, 2004)

2.2. Hipótesis asumidas por el modelo

Como cualquier otro modelo se necesitan realizar una serie de hipótesis que simplifiquen la realidad. Las hipótesis en las que los diversos autores del CAPM se basaron fueron las siguientes:

- Asumimos que en el mercado se pueden negociar n activos con riesgo y tan solo uno libre de riesgo.
- Al suponer que nos encontramos en un mercado perfecto asumimos que no existen los costes de transacción, al igual que asumimos como inexistentes los efectos de los impuestos. También consideramos que los inversores no tienen la capacidad de influir en los precios.
- Los activos negociados en el mercado son perfectamente divisibles.
- Los inversores se comportan como agentes racionales intentando maximizar su beneficio asumiendo el menor riesgo posible. Esto es lo que se conoce como hipótesis de no saturación.
- Todos los inversores tienen acceso a la misma información y además poseen las mismas expectativas dentro del mismo horizonte temporal.

Bajo estas suposiciones, dados los precios, todos los inversores determinarán la misma cartera de activos con riesgo, formada por todos los activos y con el mismo peso que tienen en el mercado. Esta cartera es la que se conoce como cartera del mercado. Dependiendo de su tolerancia al riesgo, cada inversor asignará una parte de la riqueza a esta cartera óptima y el resto a préstamos o préstamos sin riesgo. Todos los inversores mantendrán activos con riesgo en las mismas proporciones. Este aspecto se puede analizar mas en profundidad en el libro escrito por Perold en el año 2004.

2.3. La eficiencia de carteras en el CAPM

2.3.1. Desarrollo histórico del modelo

A continuación, pasaremos a explicar cómo el modelo y sus antecedentes fueron desarrollados por sus autores, los cuales trabajaron individualmente hasta dar forma a lo que hoy conocemos como la versión clásica del Capital Asset Pricing Model.

Como ya hemos mencionado anteriormente el CAPM fue un modelo desarrollado por diversos economistas, los cuales, fueron perfeccionando la teoría de carteras de Markowitz progresivamente. Markowitz, divide el proceso de selección de una cartera en dos etapas

separadas. Durante la primera etapa, debido a las observaciones, datos históricos y experiencias, los inversores adquieren una serie de creencias sobre el desempeño futuro de los valores disponibles. En este aspecto, la teoría de Markowitz difiere del CAPM puesto que este, como ya hemos mencionado anteriormente, considera que todos los inversores poseen las mismas expectativas dentro del mismo horizonte temporal. Durante la segunda etapa, en la cual centraremos el foco a continuación, la elección del porfolio se realiza en base a las creencias formadas durante la primera etapa. (Markowitz, 1952)

Para Markowitz, el objetivo principal de todo inversor es elegir una cartera de activos de manera que, para un rendimiento esperado determinado de esa cartera, esta tenga un riesgo menor que cualquier otra cartera en el mercado con ese mismo rendimiento. Markowitz pretende conseguir esto a través de la diversificación de las carteras. Como norma general la variación del rendimiento de una cartera se puede reducir incluyendo diferentes activos en la cartera debido a que los precios de diferentes activos no se mueven exactamente igual. Por ejemplo, si consideramos el precio del oro y el índice del mercado de valores. En general, cuando el índice del mercado de valores disminuye el precio del oro aumenta. Por el contrario, si el índice bursátil aumenta el precio del oro disminuye. (Elton & Gruber, 1997; Markowitz, 1959)

Más adelante, Sharpe (1964) y Lintner (1965), añadieron dos hipótesis fundamentales a su teoría inicial e identificaron en el nuevo marco teórico aquellas carteras que son eficientes en términos de media-varianza. Primero, asumimos una tasa de interés pura común, con todos los inversores capaces de pedir prestado o prestar fondos en igualdad de condiciones. En segundo lugar, asumimos la homogeneidad de las expectativas de los inversores: se supone que los inversores están de acuerdo con las perspectivas de varias inversiones: los valores esperados, las desviaciones estándar y los coeficientes de correlación (anteriores) descritos.

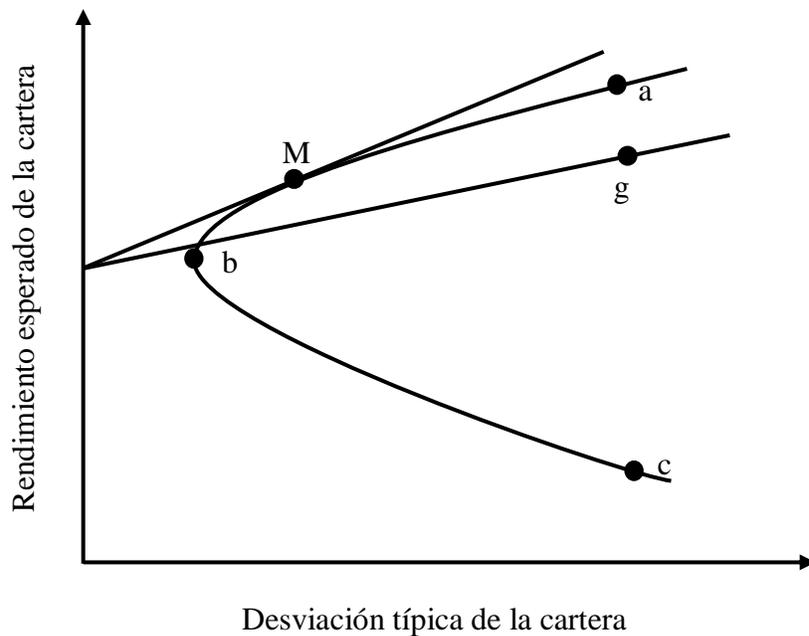
En el año 1966, con la publicación del artículo *Econométrica*, Jan Mossin realiza la última aportación a este modelo, extendiendo y formalizando las ideas en un entorno de equilibrio económico con restricciones explícitas de compensación del mercado.

Treynor (1962) también merece ser reconocido como autor del modelo pese a existir cierta controversia en cuanto a su autoría puesto que sus estudios no fueron publicados oficialmente, aunque si podemos encontrar borradores de esos documentos que contribuyen a la formulación del modelo.

2.3.2. La eficiencia en el modelo CAPM

A continuación, se procede a explicar la forma de la frontera eficiente del modelo. Para ello se utiliza un gráfico con el que será mas fácil ilustrar el modelo. En este gráfico, representamos en un eje cartesiano los pares de riesgo y rendimientos esperados que se pueden alcanzar como se muestra a continuación:

Gráfico 1: Posibilidades de inversión y frontera eficiente



Fuente: Elaboración propia basada en Fama y French
(2004)

En el eje vertical se representa el rendimiento esperado, mientras que en el eje horizontal se muestra el riesgo de la cartera que viene medido por la desviación típica. La curva abc representa lo que Markowitz (1959) definió como frontera de mínima varianza del conjunto de activos con riesgo, la cual tiene forma de bala. A lo largo de esta curva podemos observar diferentes puntos que muestran distintas combinaciones de rendimientos esperados para un cierto nivel de riesgo. En este caso un inversor que pretenda obtener un alto rendimiento esperado deberá situarse, por ejemplo, en el punto a asumiendo un gran riesgo. Sin embargo, si un inversor es más adverso al riesgo puede situarse sobre el punto M que ofrece un rendimiento menor que el punto a, pero al mismo tiempo implica un riesgo menor que en el caso del punto a. El punto b, es aquel que tiene menor varianza y se le conoce como el punto de mínima varianza.

El hecho de que los inversores prefieran elegir carteras que ofrecen una rentabilidad mayor para un cierto nivel de riesgo se debe a la ya citada anteriormente hipótesis de no saturación. Esto quiere decir, que, permaneciendo el resto de los factores constantes, los inversores prefieren más dinero; es decir el mayor rendimiento esperado posible para un nivel de riesgo concreto. Esto da lugar a que solo la parte superior de la parábola anteriormente ilustrada (Frontera de mínima varianza) sea eficiente. Este conjunto de puntos (b, a) es lo que se define como Frontera Eficiente del conjunto de activos con riesgo que, según Markowitz (1959), es el conjunto de carteras óptimas que ofrece el mayor rendimiento esperado para un nivel de riesgo definido.

Como se ha indicado con anterioridad, el CAPM también considera que se puede prestar y pedir prestado dinero en cantidades ilimitadas con una tasa libre de riesgo (R_f) siempre y cuando las expectativas de los inversores sean homogéneas. Negociar un activo libre de riesgo da lugar a que la frontera eficiente se convierta en una línea recta como podemos observar en el gráfico. Si un inversor invierte todo su dinero en el activo libre de riesgo entonces el punto correspondiente en la gráfica será R_f . Este punto implica no asumir nada de riesgo.

Para obtener las carteras eficientes en términos de media y varianza al mismo tiempo que consideramos préstamos a una tasa libre de riesgo trazamos una línea recta desde R_f que sea tangente con la frontera eficiente en el punto M. Esta línea es la que se conoce como Capital Market Line (CML). Así podemos observar como todas las carteras eficientes son una combinación de un activo libre de riesgo R_f y, debido a la homogeneidad de las expectativas de los inversores, una única cartera M. Dado que todos los inversores poseen la misma cartera de activos (M), ésta debe de ser la cartera de activos de riesgo con valor de mercado. Es decir, los inversores tienen que mantener exactamente los activos que se negocian en el mercado, y exactamente en la proporción que un activo en particular tiene como parte del valor total del mercado. A la CML también se le conoce como la línea de precios puesto que todos los activos que sean eficientes deben situarse sobre ella. (Luenberger, 1998; Fama & French, 2004; Cvitanic y Zapatero, 2004).

La recta CML puede expresarse del siguiente modo:

$$E(R_p) = r_f + \frac{E(R_M) - r_f}{\sigma_M} \sigma_p$$

Donde $E(R_p)$ representa el rendimiento esperado de la cartera, r_f el rendimiento del activo libre de riesgo, $E(R_M)$ el rendimiento esperado del mercado, σ_p la desviación típica de la cartera constituida y por último σ_M representa la desviación típica del mercado.

La pendiente de la CML, $\frac{E(R_M) - r_f}{\sigma_M}$, se suele conocer como el precio del riesgo. La interpretación matemática es, cuánto tiene que aumentar el rendimiento esperado de la cartera si el riesgo de esta se ve incrementado en una unidad, para que la cartera sea eficiente.

La ecuación de la CML representa la relación entre el rendimiento esperado y el riesgo de las carteras eficientes que es consistente con que los inversores se comporten de acuerdo con las hipótesis establecidas para el modelo.

2.4. Valoración de activos con el modelo CAPM

La Línea del Mercado de Capitales (CML) facilita el rendimiento esperado de una cartera eficiente en relación con el riesgo de esta. Sin embargo, no muestra cual es el rendimiento esperado de un activo individual en relación con el riesgo individual de este. Esta relación es expresada por el Capital Asset Pricing Model, el cual considera que, si la cartera del mercado M es eficiente, el rendimiento esperado de cualquier activo viene determinado por:

$$E(R_i) = r_f + \beta_i[E(R_M) - r_f]$$

Donde la variable beta viene definida de la siguiente manera:

$$\beta_i = \frac{\sigma_{Mi}}{\sigma_M^2}$$

Dónde r_f representa el rendimiento del activo libre de riesgo; β_i representa el riesgo no diversificable del activo en comparación con el mercado; $E(R_m)$ el rendimiento esperado del mercado y, por último $[E(R_m) - R_f]$ constituye la prima de riesgo del mercado. En la fórmula de β_i , σ_{Mi} representa la covarianza del mercado con el activo i; Y σ_M^2 es la varianza del mercado.

Atendiendo a la ecuación matemática, el modelo nos indica que, para calcular el rendimiento esperado de un activo, tenemos que tener en cuenta dos factores y estos son tanto la prima de riesgo del mercado $[E(R_m) - r_f]$, la cual es igual para todos los activos, así como la beta del activo. La prima de riesgo general del mercado se ajusta a cada activo en particular a través de la beta de este. Esto reduce sustancialmente la cantidad de cálculos que los inversores deben realizar al evaluar las posibles inversiones para sus carteras. (Perold, 2004; Reilly & Brown, 2012)

2.4.1. Beta

La variable Beta es una medida del riesgo sistemático de un activo o una cartera o la volatilidad de este en comparación con el mercado o un índice de referencia. Esta variable determina el riesgo de un determinado activo con el mercado, el cual posee una beta de 1. Si el valor de beta es igual a 1, significa que los rendimientos esperados de los activos varían proporcionalmente con los rendimientos esperados para la cartera del mercado. En otras palabras, las acciones tienen el mismo riesgo sistemático que el mercado en su conjunto. Un valor de beta superior a 1 significa que el rendimiento esperado de las acciones varía en mayor proporción que el rendimiento de la cartera del mercado. Dicho de otra manera, tiene más riesgo sistemático que el mercado en su conjunto. Este tipo de acciones a menudo representan lo que se conoce como inversión "agresiva". Por último, un valor de beta menor a 1 significa que la acción tiene menos riesgo inevitable o sistemático que el mercado en general. Este tipo de acciones a menudo es lo que se conoce como una inversión de tipo "defensiva". Es necesario destacar que un valor de beta mayor que 0 indica que ese activo se mueve en la misma dirección que el mercado, mientras que un valor negativo de beta ocasiona que el activo se mueva en sentido contrario al mercado. (Van Horne, 2002)

En este punto es importante realizar una aclaración con relación a la interpretación de la beta: un activo con una beta de 2 no quiere decir que tenga el doble del rendimiento esperado que el mercado, sino que le corresponde el doble de prima de riesgo en comparación con el mercado. Puesto que el rendimiento esperado de un activo depende tanto de su beta como de la prima de riesgo del mercado (como ya hemos mencionado en el apartado anterior), los cambios en el rendimiento esperado no son proporcionales a los cambios en las betas. Por ello, Finch, Fraser y Sheff (2011) propusieron una ecuación mediante la cual, usando las mismas variables del CAPM, se puede calcular el cambio porcentual en el rendimiento esperado de un activo o una cartera ante esas variaciones en el valor de la beta. La fórmula propuesta es la siguiente:

$$\% \Delta \text{ in } E(R_i) = (\beta_i - \beta_{Mkt}) \left[1 - \frac{r_F}{E(R_M)} \right]$$

Dónde $\% \Delta \text{ in } E(R_i)$ representa el cambio porcentual en el rendimiento esperado de un activo i , β_i la beta del activo i , y β_{Mkt} la beta del mercado.

A continuación, lo ilustraremos con un ejemplo: supongamos que el rendimiento esperado del mercado $E(R_M)$ es 15% y que el rendimiento esperado de la tasa libre de riesgo (r_f) es del 5%. Dado esto un activo con una beta de 2 no tendrá el doble de rendimiento esperado que el mercado (que posee una beta de 1), sino que si computamos los números en la fórmula obtendremos que el rendimiento esperado del activo i , será un 66% mayor.

Por tanto, el coeficiente beta es una medida de la sensibilidad de una acción a las fluctuaciones del mercado. No solo nos indica en que dirección se mueven los activos en relación con los cambios que se producen en el mercado, sino que también nos indica con que intensidad se producen esos cambios.

En el caso de tratarse de una cartera de activos la beta total de la cartera se calcula mediante la media ponderada de todos los activos que conforman la cartera, tal y como se muestra a continuación: (Reilly & Brown, 2012; Van Horne, 2002)

$$\beta_P = \alpha\beta_1 + (1-\alpha)\beta_2$$

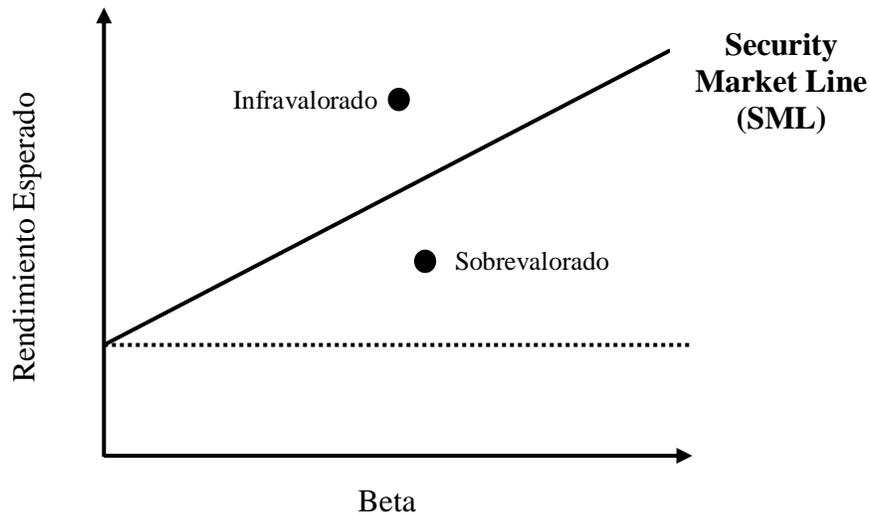
Dónde β_P representa la beta de la cartera, α el porcentaje del capital invertido en el activo 1, β_1 la beta del activo 1, $(1 - \alpha)$ el porcentaje del capital invertido en el segundo activo y β_2 la beta del segundo activo que constituye la cartera.

2.4.2. Aplicación de la Security Market Line a la valoración de activos

El modelo CAPM también se puede representar gráficamente mediante la Security Market Line (SML), en español Línea de Mercado de Valores.

La SML muestra la relación existente entre el riesgo y el rendimiento esperado de un activo mediante una línea recta que cruza el eje vertical en la tasa libre de riesgo (r_f). La Línea del Mercado de Valores considera únicamente el componente sistemático de cualquier activo. Además dicha línea puede ser aplicada tanto a un activo individual como a una cartera. En caso de que se tratase de un mercado que no es completamente eficiente debido a la asimetría de información, se podría dar la situación de que los activos no reflejen su valor real dando lugar a precios erróneos.

Gráfico 2: Security Market Line



Fuente: Elaboración propia

Dicho esto, y de acuerdo con el modelo CAPM, en equilibrio, todos los activos y todas las carteras de se encuentran sobre la SML. Es decir, todos los activos deben tener un precio para que sus rendimientos esperados, sean consistentes con sus niveles de riesgo sistemático. Cualquier valor con una tasa de rendimiento por encima de la SML se consideraría infravalorado porque implica que se pronostica recibir un rendimiento que está por encima de su tasa de rendimiento requerida en función de su riesgo sistemático. Por contraposición, los activos con rendimientos esperados que se ubican por debajo del SML se considerarían

sobrevalorados. Esta posición en relación con el SML implica que su tasa de rendimiento estimada está por debajo de lo que debería requerir en función del riesgo sistemático del activo. (Van Horne 2002; Reilly & Brown, 2012; Brealey, Myers & Allen, 2011)

2.4.3. Riesgo sistemático y riesgo no sistemático

A la hora de exponer la Línea del Mercado de Capitales (CML), hemos podido observar como el riesgo viene determinado por la desviación típica de los rendimientos esperados de los activos, mientras que, la Línea del Mercado de Valores (SML), solo tiene en cuenta el riesgo que viene medido por la beta.

El CAPM considera que el riesgo total que supone la posesión de un determinado activo o cartera es la suma del riesgo sistemático y del riesgo no sistemático.

$$\text{Riesgo total} = \text{Riesgo sistemático} + \text{Riesgo no sistemático}$$

El riesgo sistemático o riesgo no diversificable es aquel que afecta a un activo por cotizar en un mercado determinado. Son factores de este tipo de riesgos: Cambios en la economía nacional, cambios en la tasa impositiva y cambios en la legislación del petróleo puesto que afectan a todos los activos por igual y que no pueden ser eliminados de ninguna manera. Por otra parte, encontramos el Riesgo no sistemático o riesgo diversificable que es aquel implícito a un activo en particular y que es independiente de los factores que afectan al riesgo del mercado. A diferencia de los otros, los factores que afectan al riesgo no sistemático si que pueden ser reducidos e incluso eliminados mediante diversificación. Ejemplos de este tipo de riesgos son, entre otros: un competidor que empiece a fabricar el mismo producto o también que un determinado producto o servicio se quede obsoleto. (Van Horne, 2002)

El riesgo no sistemático se reduce decrecientemente hasta llegar a cero a medida que se agregan más títulos seleccionados al azar a la cartera (Como podemos observar en el gráfico número 3). Según Van Horne (2002), elegir aleatoriamente entre quince y veinte activos N son suficientes para eliminar la mayor parte del riesgo no sistemático de una cartera. Por lo

tanto, se puede lograr una reducción sustancial del riesgo no sistemático con una diversificación relativamente moderada. Cvitanic y Zapatero (2004), expresan esta relación entre el riesgo de una cartera y el número de activos que la componen del siguiente modo:

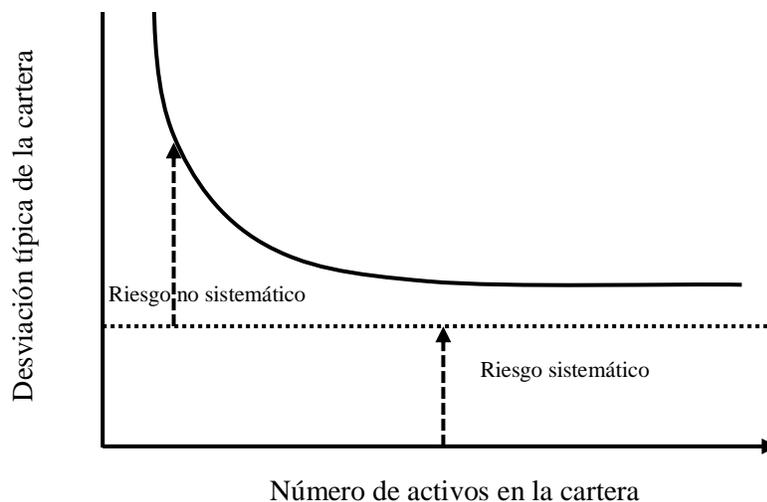
$$\sigma^2_P = \frac{1}{N^2} \sum \beta_j \beta_i \sigma_M^2 + \frac{1}{N^2} N \sigma_\varepsilon^2$$

Dónde σ_P^2 representa la varianza de la cartera, N el numero de activos que constituyen la cartera, β_j la beta del activo j, β_i la beta del activo i, y por último σ_ε^2 la varianza residual.

Dado que la beta de una cartera es igual a la media ponderada de las betas que la constituyen (como ya hemos definido anteriormente), entonces la beta β_P de nuestra cartera es igual a $(\frac{1}{N}) \sum_{i=1}^N \beta_i$. Por lo tanto, el primer término en el lado derecho de la ecuación es igual a $\beta_P^2 \sigma_M^2$, lo cual representa el riesgo sistemático de la cartera. El segundo término representa el riesgo específico de la cartera y se reduce a cero a medida que N crece.

De acuerdo con Van Hornee (2002), para una acción individual, el riesgo no sistemático representa alrededor del 75 por ciento del riesgo total mientras que el 25 por ciento del riesgo total restante viene explicado por el riesgo sistemático.

Gráfico 3: Evolución del riesgo de una cartera en función del número de activos



Fuente: Elaboración propia

El CAPM asume que todo riesgo, aparte del riesgo sistemático, se ha diversificado. Dicho de otra manera, si los mercados de capitales son eficientes, el riesgo de una cartera es riesgo sistemático en su totalidad. El riesgo no sistemático o diversificable no desempeña ningún papel. (Van Horne, 2002)

2.5. Evaluación del rendimiento mediante medidas de la performance

El modelo CAPM tiene un gran número de implicaciones prácticas. Si el modelo es, en cierto modo (teniendo en cuenta las hipótesis que asume), correcto, serviría como referencia a la hora de evaluar títulos y determinar si el precio de estos es correcto o bien están infravaloradas o sobrevaloradas.

Para evaluar esos títulos es necesario comenzar observando el rendimiento en exceso, tanto del título en concreto que se quiere evaluar como, el rendimiento en exceso del mercado. Una vez observado esto, es necesario llevar a cabo una regresión, para la cual utilizaremos la siguiente relación

$$E(R_i) - r_f = \alpha + \beta_i[E(R_M) - r_f]$$

Dónde β_i es la estimación de la beta del título i , $E(R_i)$ es la estimación de la media del rendimiento del mismo título y $E(R_M)$ representa el rendimiento medio estimado del mercado. α por su parte es la estimación que indica que si el título se encuentra sobrevalorado o infravalorado. Si el modelo CAPM es correcto, alfa debería de ser 0.

En cuanto a la interpretación de alfa, si $\alpha > 0$ quiere decir que el título i está ofreciendo, de media, un rendimiento en exceso mayor que el que debería estar ofreciendo en términos del CAPM. Este parámetro (α) se conoce como el índice de Jensen. Un índice de Jensen positivo quiere decir que el título está obteniendo un rendimiento mejor que el estimado por el CAPM y por tanto ese título está infravalorado.

El aspecto negativo del índice de Jensen es que no indica el nivel de riesgo que supone un título en particular. Por ejemplo, dos títulos con el mismo valor de alfa. No sabemos cual de ellos tiene menos riesgos, aunque suponemos que será aquel que tenga una menor beta.

Otro indicador que nos sirve para evaluar el desempeño es lo que se conoce como el índice de Treynor, el cual se define de la siguiente manera:

$$T_i = \frac{E(R_i) - E(R_M)}{\beta_i}$$

Dónde $E(R_i) - E(R_M)$ representa el rendimiento esperado en exceso del título. Si el índice de Treynor de un determinado título es mayor que el del mercado, entonces podremos afirmar que ese título ha tenido un desempeño mejor que el mercado según el modelo CAPM (Nótese que es este el punto en el que se centra el trabajo, y en el cuál se basará la aplicación práctica). Sin embargo, para que la beta sea un indicador real del riesgo, es necesario alcanzar una diversificación perfecta. El problema cuando consideramos un único título es que, debido a su naturaleza, no está diversificado. Lo que hacen algunos inversores, es elegir diferentes títulos que están teniendo un rendimiento mejor que el mercado. En este caso, considerar únicamente el riesgo sistemático (la beta) es un error puesto que un título puede ofrecer un buen rendimiento si usamos el CAPM como referencia, pero podría tener un alto nivel de riesgo específico, el cual, no va a desaparecer si la cartera no está bien diversificada. Debido a este problema, un mejor evaluador del desempeño es el índice de Sharpe, que viene definido del siguiente modo:

$$S_i = \frac{E(R_i) - r_f}{\sigma_i}$$

Cuanto mayor sea el índice de Sharpe de un activo en particular, mejor será dicho activo en términos de media-varianza. Según el modelo CAPM, el mejor escenario posible es estar situado sobre la Línea del Mercado de Capitales, lo que corresponde a tener el índice de Sharpe del mercado, $\frac{E(R_M) - r_f}{\sigma_M}$.

2.6. Críticas al CAPM

Como todo modelo, el CAPM asume una serie de hipótesis que simplifican la realidad. Sin embargo, muchas de estas hipótesis han sido consideradas como demasiado simplistas pues pueden alejarlo mucho la realidad, lo cual ha generado muchas críticas al modelo con el paso de los años. En este apartado vamos a analizar porqué esas hipótesis son consideradas como demasiado simplistas. También pasaremos a analizar ciertos aspectos que son considerados como relevantes pero que no han sido incluidos a la hora de formular el modelo.

En cuanto a las hipótesis, el modelo suponía que los inversores podían prestar y pedir prestado dinero en cantidades ilimitadas a una tasa de libre riesgo. El hecho de que estos puedan prestar cantidades ilimitadas de dinero es cierto, tan solo basta con comprar títulos públicos como pueden ser las letras del tesoro. Sin embargo, a la hora de pedir prestado los inversores tendrán que pagar alrededor de entre el 6% y el 8% a los bancos en conceptos de intereses lo cual hace que, si el tipo de interés de las letras del tesoro sea del 3 por ciento, está hipótesis no es del todo cierta puesto que estarán pagando intereses de mas.

En segundo lugar, el modelo también asumía que al tratarse de un mercado perfectamente competitivo no existían los costes de transacción y por tanto los inversores comprarán y venderán valores con precios erróneos hasta que dichos valores se sitúen sobre la SML. Sin embargo, al existir los costes de transacción los inversores no corregirán todos los precios incorrectos porque, en algunos casos, el coste de comprar y vender los activos con precios incorrectos excederá cualquier rendimiento esperado. Por lo tanto, los valores se trazarán muy cerca del SML, pero no exactamente sobre ella. Dimson (1979) consideró cómo los costes de transacción afectan el grado de diversificación de los inversores. A demás, Brennan y Subramanyam (1996) muestran que, en algún momento, el coste adicional que implica diversificar superaría su beneficio, especialmente al considerar los costes de monitorización y análisis de los valores agregados.

Por último, el CAPM también asume que todos los inversores tienen las mismas expectativas acerca del futuro, si esto no fuera cierto cada uno de ellos debería de tener su propia SML.

Es por ello por lo que Chiarella, Dieci y He (2010) desarrollaron una extensión del CAPM donde los inversores están agrupados por creencias similares.

El CAPM también ha sido criticado porque su aplicación depende de cuestiones para las que caben diferentes interpretaciones. Como podemos observar en la fórmula del modelo, para calcular el rendimiento esperado de un determinado activo, es necesario tener en cuenta una tasa libre de riesgo. Pues bien, existe consenso para usar valores del tesoro como dicho activo libre de riesgo, sin embargo, no está del todo claro que madurez de estas se debe considerar. Los hay que son partidarios de utilizar valores a corto plazo como pueden ser letras del tesoro justificando que el CAPM es un modelo de tan solo un periodo. Otros, sin embargo, justifican que para determinar el rendimiento esperado de un determinado activo a largo plazo se necesita juzgar si las inversiones a largo plazo valen la pena y por ello consideran que en ese caso se debe utilizar bonos del tesoro como activo libre de riesgo.

Tampoco está del todo claro que valor utilizar para la prima de riesgo. Por ejemplo, en los últimos tiempos el valor ha oscilado entre un 3% y un 7%, tendiendo a ser más grande cuando los tipos de interés están bajos y más pequeña cuando los tipos suben.

Dicho esto, la importancia del modelo radica en ver si éste puede ser validado o no. Múltiples estudios han tratado de testar la validez del CAPM, siendo el más significativo entre los científicos el estudio realizado por Eugene Fama y Kenneth French.

Atendiendo al modelo, la variable más importante de este es la beta puesto que es la medida del riesgo de un activo en comparación con el mercado. Sin embargo, estudios posteriores han demostrado que el CAPM no explicaba ciertas anomalías que se producen. Por ejemplo, hay evidencia de que las acciones de compañías con menor capitalización ofrecen rendimientos mayores que aquellas con una mayor capitalización, manteniendo constante la beta. También ha quedado constatado que las acciones con menores ratios P/E y M/B, ofrecen mayores rendimientos que aquellas con mayores valores de dichos ratios. Fama y French demostraron empíricamente la relación existente entre el rendimiento de las acciones, la

capitalización, M/B y beta. Llegaron a la conclusión de que los dos primeros factores (Capitalización, Ratio M/B) poseen un alto nivel de predicción sobre los rendimientos esperados de las acciones, mientras que las betas tenían tan solo un poco nivel predictivo.

2.7. Presencia del modelo en las empresas de hoy en día

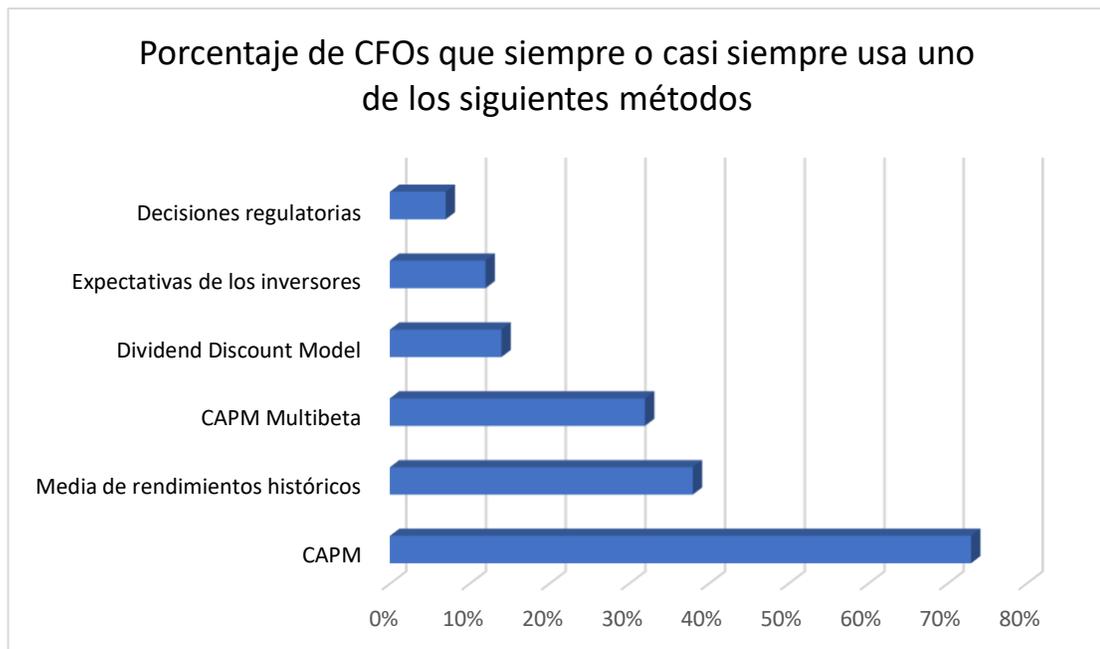
Numerosos estudios realizados con el paso de los años muestran que el CAPM es un modelo utilizado por numerosas empresas para calcular su coste de capital. A continuación, se presentarán aquellos trabajos que se han considerado como mas relevantes.

Brounen, De Jong y Koedijk (2004) realizaron una encuesta a 313 CFOs (Chief Financial Officer) relacionada con el coste de capital, gobierno corporativo y control presupuestario de sus respectivas empresas. Uno de los objetivos de dicha encuesta era determinar si las empresas utilizan realmente el modelo CAPM para determinar el coste de capital de estas, y en caso contrario, identificar que método es el preferido. Los datos obtenidos demostraron que el CAPM era el método preferido por los CFOs para calcular el coste de capital en Europa. En Inglaterra era el modelo preferido en el 47.1% de los casos; En Holanda en el 55.6%; En Alemania era elegido en 34% de empresas y por último en Francia en el 45.2%. No obstante, la popularidad de este modelo es baja si la comparamos con los resultados que obtuvieron Graham y Harvey (2001), los cuales obtuvieron que en Estados Unidos el 73.5% de los directivos financieros utiliza el CAPM. Una explicación para la diferencia de criterio utilizada a la hora de calcular el coste de capital radica en el hecho de que se trate de una compañía que cotiza o una empresa privada. Brounen, De Jong y Koedijk observaron que la mayoría de las empresas publicas utilizaban el modelo CAPM, mientras que las empresas privadas optaban por aquel modelo que los accionistas prefirieran. Según los autores del estudio, la diferencia es racional puesto que las compañías publicas tiene precios de acciones que dependen de ellas.

A través del estudio, sus autores también observaron que el CAPM es el modelo mas utilizado para empresas con un gran volumen de negocio y para aquellas que poseen un gran volumen de negocio en países extranjeros.

El estudio de Graham y Harvey (2001) también concluía que los directivos que habían estudiado un MBA (Master in Business Administration) son mas partidarios de usar el CAPM que aquellos directivos que no han estudiado dicho master, lo cual es un dato significativo.

Gráfico 3: Porcentaje de uso de diferentes métodos para calcular el coste de capital de las empresas usado por diferentes directivos financieros.



Fuente: Elaboración propia basada en Graham y Harvey (2001)

En el gráfico podemos observar cuales son los modelos preferidos por las compañías de Estados Unidos para calcular su coste de capital según el estudio realizado por Graham y Harvey en el año 2001

3. Selección de las variables de la muestra

Una vez presentado el modelo teóricamente, a continuación, procederemos a aplicarlo al caso práctico. Para ello, necesitamos determinar, entre otras variables, que activos vamos a valorar, como vamos a obtener los datos de esos activos, el horizonte temporal y el intervalo de medición que vamos a utilizar para medirlos, que activo libre de riesgo vamos a considerar, así como el índice de mercado apropiado.

3.1. Características observadas

3.1.1. Frecuencia de los datos y horizonte temporal

Ciertas organizaciones calculan y publican con cierta regularidad las betas de acciones que cotizan. Entre ellas destacan compañías como Merrill Lynch, Value Line, Reuters Analytics, Bloomberg y Morningstar. El horizonte temporal que suelen considerar este tipo de compañías varía entre tres y cinco años con intervalos de medición que pueden ser mensuales o semanales. En el caso de Merry Lynch el intervalo que suele considerar es mensual con un horizonte temporal de cinco años. Por su parte, Value Line considera el mismo horizonte temporal, pero a la hora de tener en cuenta los intervalos de medición suele usar una medida semanal. Bloomberg por su parte considera un periodo temporal de dos años con rendimientos semanales, pero ofrece a sus usuarios la posibilidad de filtrar estos rendimientos bien semanal, mensual, semestral o incluso diariamente. (Van Horne, 2002; Reilly & Brown, 2012)

Reilly y Wright (1988) analizaron los efectos de las diferencias en el cálculo del rendimiento esperado, el índice de mercado y el intervalo de tiempo y demostraron que la principal causa de las diferencias en la beta era el uso de intervalos mensuales versus semanales. Además, el intervalo semanal más corto dio lugar a una beta más grande para las grandes empresas y una beta más pequeña para las empresas de menor volumen. Handa, Kothari y Wasley (1989) demostraron que la razón de este resultado era que la covarianza de un activo con el mercado y la varianza del rendimiento del mercado no cambiaban proporcionalmente con el intervalo de medición.

Damodaran (2012), afirma que un mayor horizonte temporal ofrece una mayor cantidad de datos, no obstante, puede ocurrir que las características de la compañía hayan variado durante ese periodo de tiempo. En cuanto al intervalo de medición, este autor considera que el uso de rendimientos diarios aumentará considerablemente el número de observaciones en la regresión, pero esto hace que, a la hora de estimar la beta, esta esté sometida a ciertos riesgos que no están relacionados con la negociación de estas. Si consideramos rendimientos semanales o mensuales, este riesgo se reduce considerablemente.

Una vez expuesto lo anterior, podemos pasar a determinar el horizonte temporal y el intervalo de medición que se usarán para la realización del trabajo. Seguiremos los patrones que utiliza Merrill Lynch y las afirmaciones de los autores Reilly y Brown y por ello, el horizonte temporal considerado será de cinco años con un intervalo de medición mensual. Según afirma Damodaran, un intervalo de cinco años es lo suficientemente amplio como para obtener resultados significativos. En cuanto al intervalo de medición elegido, será mensual para reducir los riesgos que ofrecen los intervalos de medición diarios. Por tanto, los datos que obtendremos de Yahoo finance datarán del día 31 de diciembre del año 2013 hasta el 31 de diciembre del año 2018.

3.1.2. Tipos de rendimientos

Según afirma Carabias (2016) el rendimiento financiero de una operación se puede calcular mediante dos métodos atendiendo al tipo de ley de capitalización que utilicemos. Estos métodos se conocen como rendimientos ordinarios y rendimientos logarítmicos. Para calcular los rendimientos ordinarios de activos en un periodo comprendido entre $t=0$ y $t=1$, se utilizará la siguiente expresión:

$$R[0,1] = \frac{P(t = 1) - P(t = 0)}{P(t = 0)}$$

Por otro lado, a la hora de calcular el rendimiento logarítmico para el mismo periodo de tiempo se utilizará la siguiente expresión:

$$\rho[0,1] = \ln \frac{P(t = 1)}{P(t = 0)}$$

Brooks (2008) afirma que atendiendo a las propiedades que presentan estos dos tipos de rendimientos, podemos detectar dos grandes diferencias: Por un lado, los rendimientos logarítmicos tienen un carácter aditivo, lo cual quiere decir que para calcular este tipo de rendimiento en un periodo comprendido entre $t=0$ y $t=2$, es suficiente con sumar el rendimiento obtenido de $t=0$ a $t=1$ y de $t=1$ a $t=2$. Los rendimientos ordinarios por su parte no cumplen esta regla. Sin embargo, la gran ventaja que presentan estos últimos es que para un periodo de tiempo determinado se puede calcular el rendimiento medio ordinario de una cartera como la media ponderada de los activos individuales que la componen, mientras que los rendimientos logarítmicos no cumplen esta propiedad. Es por ello, que a la hora de aplicar el modelo CAPM utilizaremos los rendimientos ordinarios, pues se ajustan más a nuestros intereses.

3.2. Selección de activos

3.2.1. Acciones seleccionadas

Con el objetivo de obtener una muestra que sea representativa, se va a elegir una empresa de cada uno de los sectores (15) en los que basan su actividad las empresas que cotizan en el IBEX 35. Dentro de cada uno de los diferentes sectores, las empresas han sido elegidas al azar sin seguir un patrón concreto. En la siguiente tabla podemos observar las compañías elegidas clasificadas.

Tabla 1: Clasificación por industria de las empresas consideradas en la muestra.

Compañía	Sector
Acerinox	Metalurgia
ACS	Infraestructura
Amadeus	Turismo
Cie Automotive	Siderurgia
ENCE	Energía y Celulosa
Ferrovial	Transporte
Grifols	Salud
Iberdrola	Energía
Inditex	Textil
Indra	Consultoría
Inmobiliaria Colonial	Inmuebles
Mediaset	Medios de Comunicación
Santander	Finanzas
Telefónica	Telecomunicaciones
Viscofan	Alimentación

Fuente: Elaboración propia.

3.2.2. Índice de mercado

Cvitanic y Zapatero (2004) definen un índice de mercado como una representación a través de un número del nivel de los mercados financieros o de un conjunto de ellos. Es decir, una cartera constituida por una serie de inversiones que representan un segmento del mercado financiero. El valor del índice se calcula mediante la media ponderada de la capitalización bursátil de las inversiones que la constituyen.

Según afirma Damodaran (2012), la práctica mas normal a la hora de estimar la beta de una compañía es estimarla en relación con el índice de mercado en el que cotiza dicha acción.

En este trabajo, se va a analizar el rendimiento de empresas que cotizan en el mercado español y es por ello por lo que usaremos el IBEX 35 como índice de referencia.

El IBEX35 es el índice de referencia del mercado español. Está compuesto por las 35 empresas con mayor liquidez que cotizan en el Sistema de Interconexión Bursátil Español (SIBE) en las cuatro bolsas españolas (Madrid, Barcelona, Bilbao y Valencia). Es importante mencionar que, puesto que se trata de un índice ponderado por capitalización bursátil, no todas las empresas que lo constituyen tienen el mismo peso dentro de este. Actualmente las empresas que cotizan en el IBEX 35 son las siguientes: Acciona, Acerinox, Grupo ACS, Aena, Amadeus IT Group, Arcelor Mittal, Banco Sabadell, Banco Santander, Bankia, Bankinter, Banco Bilbao Vizcaya Argentaria, CaixaBank, Cellnex Telecom, CIE Automotive, Enagás, ENCE, Endesa, Ferrovial, Grifols, IAG, Iberdrola, Inditex, Indra, Inmobiliaria Colonial, MAPFRE, Mediaset España, Meliá Hotels, Merlin Properties, Naturgy, Red Eléctrica de España, Repsol, Siemens Gamesa, Técnicas Reunidas, Telefónica Viscofan.

Para nuestro trabajo también existiría la posibilidad de utilizar como índice de mercado el Ibx Total Return que incluye la reinversión de los dividendos y las ampliaciones de capital de las compañías que cotizan en el IBEX 35 o el Índice Total de la Bolsa de Madrid (ITBM) el cual este compuesto por un número no fijo de compañías y también tiene en cuenta la reinversión de los dividendos y los derechos de suscripción preferente en las ampliaciones de capital. En Grande (2018), se puede observar como realmente no existen grandes diferencias a la hora de emplear uno de ellos como índice de mercado comparándolos con el IBEX 35. Por tanto, el IBEX 35 es una elección correcta.

3.2.3. Activo libre de riesgo

A la hora de calcular el rendimiento esperado de cualquier activo mediante el modelo CAPM tenemos que usar una tasa libre de riesgo. Recordemos que el rendimiento esperado de cualquier activo viene determinado por:

$$E(R_i) = r_f + \beta_i[E(R_M) - r_f]$$

Damodaran (2012), considera que un activo es considerado como libre de riesgo cuando conocemos su rendimiento esperado con certeza. Para este autor, los únicos títulos que se pueden considerar como activos libres de riesgo son los títulos gubernamentales, ya que los gobiernos son los únicos de cumplir con los pagos, al menos en términos nominales, aunque afirma que estas suposiciones no son siempre del todo ciertas, pues en ocasiones los gobiernos piden préstamos en monedas extranjeras que en determinados casos no pueden pagar. No obstante, la decisión de elegir los títulos gubernamentales como activos libres de riesgo viene también apoyada por la literatura en general y por ello elegiremos estos títulos como la tasa libre de riesgo a la hora de realizar nuestro trabajo. Una vez acotado esto, tenemos que pasar a definir que título gubernamental usar, puesto que existen una gran variedad de ellos. Para determinar este factor nos basaremos en una encuesta realizada por Fernández (2017) en la que se consultó en 41 países diferentes sobre la tasa libre de riesgo y la prima riesgo a profesores, analistas y directivos de compañías. Fernández observó que, en Europa y Reino Unido, la mayoría de los encuestados utilizaba una tasa libre de riesgo algo mayor que el bono a 10 años del país en concreto. Sin embargo, existía una gran correlación entre las dos variables. Por ello, nosotros consideraremos como activo libre de riesgo el bono de España a 10 años. En el periodo considerado, el rendimiento medio del bono español a 10 años fue 1,764%. Resultados que distan mucho del rendimiento que se esperaba obtener para ese mismo bono en el año 2013. Si analizamos la encuesta realizada por Fernández (2013) a profesores, directivos y analistas, el valor medio de la tasa libre de riesgo que se usó en España para el año 2013 fue de 4,4% un valor que casi triplica el rendimiento observado para el periodo muestreado.

4. Aplicación práctica

4.1 Resultados esperados de acuerdo con el modelo CAPM clásico

4.1.1. Descripción de la muestra

En total se han obtenido 61 observaciones para cada uno de los 15 activos del IBEX 35 considerados. A continuación, pasaremos a resumir mediante una tabla los resultados observados en el periodo de 5 años considerado.

Tabla 2: Resumen de los rendimientos obtenidos durante el periodo considerado

Compañía	Rendimiento observado mensual	Rendimiento observado anualizado	Desviación típica mensual
Acerinox	0,655%	8,148%	8,81%
ACS	1,109%	14,144%	7,11%
Amadeus	1,666%	21,930%	5,73%
CIE Automotive	2,611%	36,240%	7,06%
ENCE	2,430%	33,394%	10,71%
Ferrovial	0,923%	11,658%	4,73%
Grifols	0,781%	9,789%	6,44%
Iberdrola	1,171%	14,999%	4,78%
Inditex	0,581%	7,196%	6,05%
Indra	-0,299%	-3,527%	8,08%
Inmobiliaria Colonial	1,946%	26,025%	8,08%
Mediaset	-0,253%	-2,999%	6,69%
Santander	0,135%	1,631%	7,56%
Telefónica	0,076%	0,921%	6,61%
Viscofan	0,725%	9,059%	5,36%
Media	0,950%	12,574%	6,920%
Max	2,611%	36,240%	10,710%
Min	-0,299%	-3,527%	4,728%

Fuente: Elaboración propia.

Antes de analizar los resultados, es importante recordar que los rendimientos obtenidos son rendimientos ordinarios. Centrándonos en la tabla número 2, la primera de las columnas hace referencia al rendimiento medio mensual observado en cada una de las compañías en el periodo de 5 años considerado. En la segunda columna hemos procedido a anualizar el rendimiento mensual previamente obtenido. Por último, podemos observar la desviación típica media mensual de cada activo en particular. El activo que ha obtenido un mayor rendimiento durante el periodo considerado es CIE AUTOMOTIVE, el cual obtuvo un rendimiento mensual del 2,66% y 36,240% como rendimiento en términos anuales. Por su parte Indra ha sido la compañía que ha ofrecido un peor desempeño, obteniendo un rendimiento mensual negativo de -0,299% y un -3,527% anualmente. En términos generales existe una gran volatilidad mensual puesto que en términos medios se ha obtenido casi un 7% de desviación típica, lo cual es una cifra relativamente alta cuando se trata de cuantías mensuales.

Tabla 3: Resumen del rendimiento ofrecido por el IBEX 35 durante el periodo muestreado

	Rendimiento observado mensual	Rendimiento observado anualizado	Desviación típica mensual
IBEX 35	-0,059%	-0,707%	4,30%

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto al índice de mercado utilizado, el IBEX 35, podemos observar como el rendimiento mensual que ofreció es de -0,059%, mientras que, si extrapolamos estos datos a términos anuales, podemos observar como, si hubiésemos invertido en el, habríamos obtenido un rendimiento negativo del 0,7% en nuestra inversión. Estos rendimientos nos hacen percatarnos de que a la hora de analizar los resultados finales del trabajo debemos de tener en cuenta el periodo claramente bajista que hemos analizado y por tanto ser cautelosos a la hora de extraer las conclusiones pertinentes.

4.1.2. Estimación de las betas

Una vez que hemos obtenido los datos de cada una de las compañías y hemos podido observar el rendimiento ofrecido por cada una de ellas durante el periodo de tiempo considerado, el siguiente paso para calcular el rendimiento esperado, de acuerdo con el modelo CAPM, es estimar la beta de cada una de las compañías de la muestra. Para poder realizar la estimación de cada una de estas variables se utilizará un modelo de regresión entre el IBEX 35 y el activo en cuestión. Brooks (2008) define una regresión como el intento de explicar los movimientos en una variable (la variable dependiente) a través del movimiento de otra u otras variables las cuales son conocidas como explicativas. La compañía de la cual queremos calcular su beta actuará como la variable dependiente, mientras que el rendimiento del índice de mercado, en nuestro caso el IBEX 35, actuará como variable explicativa. Así pues, el coeficiente de nuestra variable explicativa (el índice de mercado) será el parámetro que estamos estimando, es decir, la beta.

En la siguiente tabla se muestran, resumidamente, los valores de las betas obtenidas para cada una de las compañías, así como el coeficiente de determinación R^2 obtenido para cada una de ellas:

Tabla 4: Estimación de las betas de cada una de las compañías para el intervalo de tiempo considerado ordenadas de menor a mayor

Compañía	Beta	R cuadrado	Tipo de Activo
Viscofan	0,19	2%	Defensivo
Amadeus	0,46	12%	Defensivo
Iberdrola	0,59	28%	Defensivo
Ferrovial	0,60	30%	Defensivo
Grifols	0,64	18%	Defensivo
Inmobiliaria Colonial	0,73	15%	Defensivo
Inditex	0,77	30%	Defensivo
Mediaset	0,83	28%	Defensivo
Acerinox	0,94	21%	Defensivo
Indra	0,94	25%	Defensivo
ENCE	0,95	14%	Defensivo
Cie Automotive	1,01	37%	Agresivo
Telefónica	1,12	53%	Agresivo
ACS	1,23	55%	Agresivo
Santander	1,42	64%	Agresivo

Fuente: Elaboración propia.

El coeficiente de determinación R^2 , mide la proporción de la varianza total de la variable dependiente que está explicada por la variable independiente. En el caso del CAPM, representa la regresión del rendimiento en exceso de una acción, en comparación con el rendimiento en exceso del mercado. Cuanto mayor sea el valor de R^2 , mejor será la estimación del modelo con respecto a los movimientos de un activo en concreto. Según los datos obtenidos ACS y Telefónica con un R^2 , de 0,55 y 0,64, respectivamente, son los activos mejor predichos por el modelo.

En cuanto a la interpretación de las betas, podemos observar como todas son positivas, es decir, se mueven en la misma dirección que el mercado. De la muestra de 15 activos, podemos destacar que solo 4 de ellos (ACS, Cie Automotive, Santander Y Telefónica) se pueden clasificar como agresivos (es decir, tienen un valor de beta mayor que 1), siendo el

resto de las observaciones, defensivas (con un valor de la variable beta entre 0 y 1). Aunque hay que mencionar que hay cuatro activos (Acerinox, Indra, ENCE y Cie Autmotive) que tienen un valor de la variable beta muy próximo a uno y también podrían clasificarse como neutros. Por último, Santander es la compañía que ofrece mayor riesgo sistemático puesto que, a pesar de que se mueve en la misma dirección que el mercado, estas oscilaciones son un 42% mayores que las del mercado en si mismas. Por su parte Viscofan, es la empresa con menor volatilidad, ofreciendo un 20% menos de intensidad en las oscilaciones producidas si la comparamos con el mercado.

4.1.3. Estimación de los resultados esperados

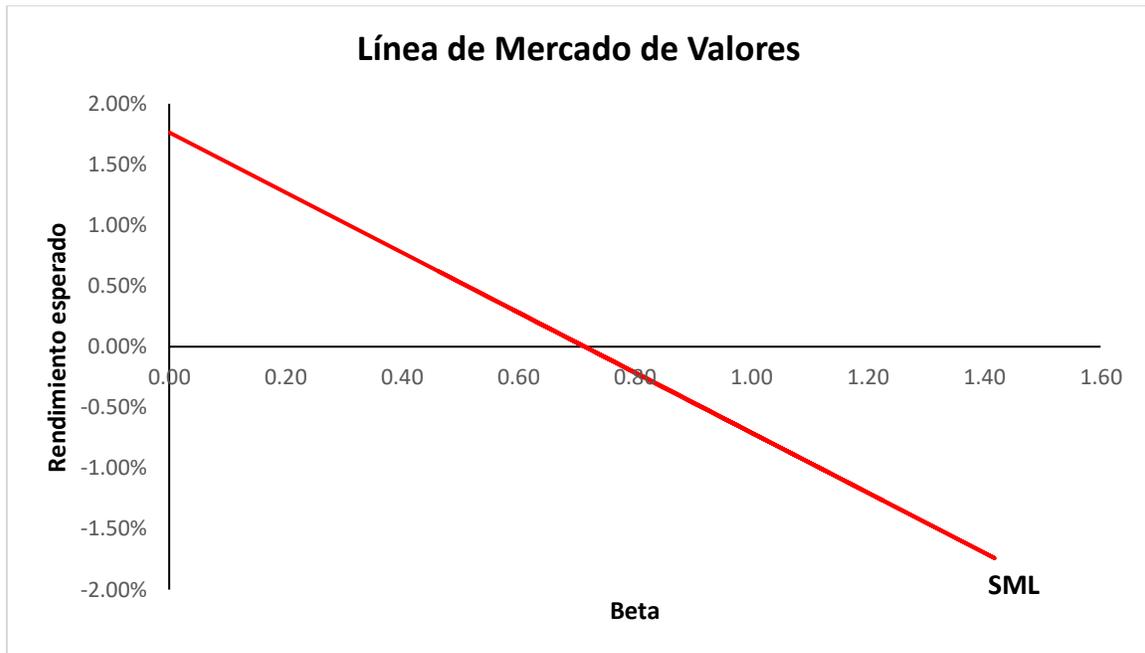
Una vez que ya hemos elegido el valor del activo libre de riesgo, que tenemos el rendimiento del mercado para el periodo considerado y que hemos obtenido el valor de las betas para cada una de las compañías, podemos pasar a representar la Línea del Mercado de Valores y a calcular el rendimiento esperado mediante el modelo CAPM.

Como ya se ha mencionado anteriormente la Línea del Mercado de Valores muestra la relación existente entre el riesgo y el rendimiento esperado de un activo mediante una línea recta que cruza el eje vertical en la tasa libre de riesgo (r_f). La SML (como se le conoce en inglés) viene determinado del siguiente modo:

$$E(R_i) = r_f + \beta_i[E(R_M) - r_f]$$

En la siguiente gráfica se representa la Línea de Mercado de Valores del IBEX 35 para el periodo considerado. En el eje horizontal se muestra el valor de la variable beta, mientras que en el eje vertical podemos observar el rendimiento esperado. Además, si el mercado se comporta exactamente como predice el modelo CAPM en equilibrio, todos los activos del IBEX 35 deben situarse sobre la misma.

Gráfica 4: Representación de la SML a través de los resultados obtenidos durante el periodo considerado.



Fuente: Elaboración propia.

Para nuestro caso, el activo libre de riesgo ofreció un rendimiento del 1,764% en términos anuales; El mercado por su parte ofreció una rentabilidad, negativa, del -0,7% también en términos anuales, lo que hace que nuestra prima de riesgo sea igual a (si restamos el rendimiento del mercado menos rendimiento del activo libre de riesgo) -2,471%. Considerando estos valores, la SML para el periodo considerado presenta una peculiaridad muy significativa si la comparamos con la forma tradicional de la recta. Podemos observar como la pendiente de la recta representada en el gráfico número cuatro es negativa. Esto se debe a que el mercado a tenido un rendimiento negativo, lo cual hace que la prima de riesgo sea negativa y por tanto la pendiente de la SML también. Esto hecho será importante a la hora de obtener las conclusiones pertinentes ya que se debe a que el periodo analizado es bajista y por tanto deberemos tenerlo en cuenta a la hora de extrapolar las conclusiones que obtengamos.

Además, esta recta determina el rendimiento esperado de cada uno de los activos de acuerdo con el modelo, como ya ha sido mencionado. Establecidos los valores del activo libre de

riesgo y del rendimiento del mercado, el rendimiento esperado de cada activo dependerá pues de su beta, puesto que tanto el activo libre de riesgo como la prima de mercado permanecerán constantes.

En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos:

Tabla 5: Estimación del rendimiento esperado de acuerdo con el Capital Asset Pricing Model para las acciones seleccionadas.

Compañía	Beta	Rendimiento anual CAPM
Viscofan	0,186	1,30%
Amadeus	0,463	0,62%
Iberdrola	0,591	0,30%
Ferrovial	0,598	0,29%
Grifols	0,640	0,18%
Inmobiliaria Colonial	0,733	-0,05%
Inditex	0,766	-0,13%
Mediaset	0,825	-0,28%
Acerinox	0,938	-0,55%
Indra	0,942	-0,57%
ENCE	0,946	-0,57%
Cie Automotive	1,006	-0,72%
Telefónica	1,122	-1,01%
ACS	1,225	-1,26%
Santander	1,418	-1,74%

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a los rendimientos anuales esperados obtenidos mediante la aplicación del CAPM, llama bastante la atención que la mayoría de las compañías ofrecen un rendimiento esperado negativo. Tan solo cinco de ellas, las cinco empresas con menores valores de la variable beta, (Viscofan, Iberdrola, Grifols, Ferrovial y Amadeus) ofrecen un rendimiento esperado positivo. El hecho de que esas cinco empresas mencionadas tengan los rendimientos esperados más altos según el CAPM tiene sentido, puesto que los activos clasificados como

defensivos tienden a tener mejores rendimientos durante periodos bajistas si los comparamos con el rendimiento de los activos ofensivos. Además, la pendiente negativa de la recta SML apoya este dato, ya que, en una recta con pendiente negativa, cuanto menor es el valor de la variable x (en nuestro caso la beta), mayor es el valor de y (en nuestro caso el rendimiento esperado de cada activo). Recordemos que el periodo considerado para la muestra consta desde diciembre de 2013 a diciembre de 2018, periodo que ha sido precedido por una de las mayores crisis económicas de la historia y que ha dado lugar a estos ciclos bajistas en la economía lo cual explicaría estos resultados.

4.2. Análisis de los resultados

4.2.1. Activos infravalorados y sobrevalorados

A continuación, puesto que ya hemos podido calcular los rendimientos esperados de acuerdo con el Capital Asset Pricing Model para cada uno de los activos seleccionados y que hemos obtenido los rendimientos observados para el periodo considerado, podemos pasar a comparar ambos resultados y definir qué activos se encuentran sobrevalorados y cuales infravalorados.

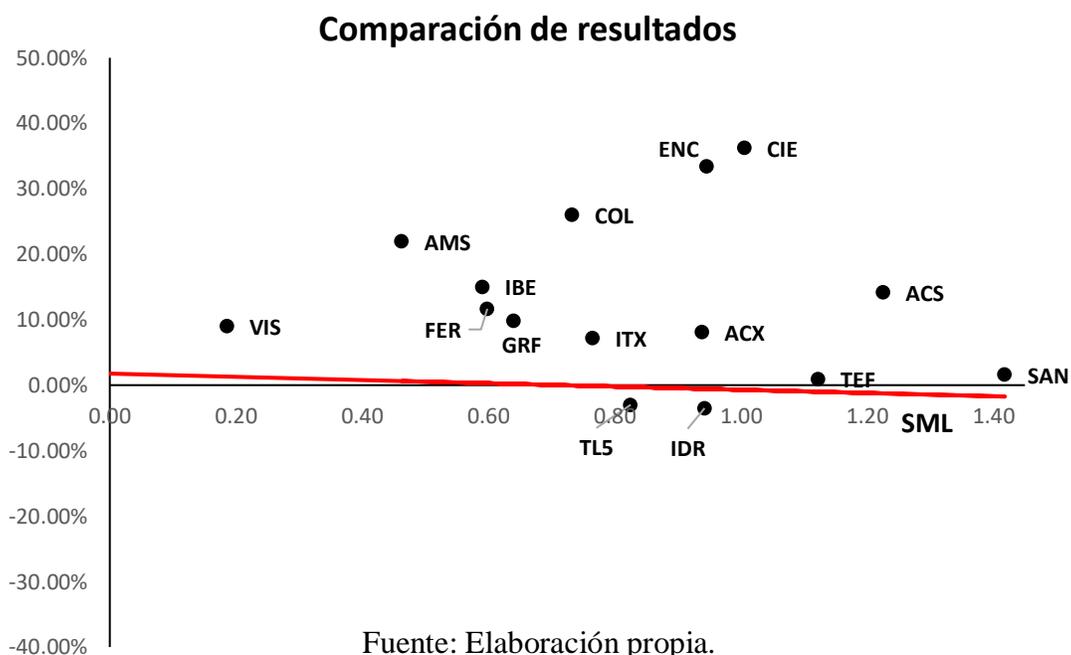
En primer lugar, vamos a resumir todos los resultados extraídos en una tabla y a continuación los compararemos con la ayuda de una gráfica que nos permitirá ofrecer una visión mas clara.

Tabla 6: Comparación de los rendimientos esperados calculados mediante el CAPM con los resultados observados

Compañía	Beta	Rendimiento anual CAPM	Rendimiento observado anualizado
Viscofan	0,186	1,30%	9,059%
Amadeus	0,463	0,62%	21,930%
Iberdrola	0,591	0,30%	14,999%
Ferrovial	0,598	0,29%	11,658%
Grifols	0,640	0,18%	9,789%
Inmobiliaria Colonial	0,733	-0,05%	26,025%
Inditex	0,766	-0,13%	7,196%
Mediaset	0,825	-0,28%	-2,999%
Acerinox	0,938	-0,55%	8,148%
Indra	0,942	-0,57%	-3,527%
ENCE	0,946	-0,57%	33,394%
Cie Automotive	1,006	-0,72%	36,240%
Telefónica	1,122	-1,01%	0,921%
ACS	1,225	-1,26%	14,144%
Santander	1,418	-1,74%	1,631%

Fuente: Elaboración propia.

Gráfica 5: Comparación de los rendimientos esperados calculados mediante el CAPM con los resultados observados



En la gráfica cinco pasamos a comparar la línea de Mercado de Valores (SML), sobre la cual se encuentra el rendimiento esperado de cada activo determinado mediante el CAPM, con los rendimientos observados para esos mismos activos. Así se hace mas sencilla la comparación y podemos detectar que activos de la muestra han ofrecido un rendimiento mejor o peor que el esperado mediante el CAPM. Los activos que se encuentran por encima de la línea azul (SML) se consideran infravalorados puesto que han ofrecido un rendimiento mayor que el que se correspondería de acuerdo con el modelo. Sin embargo, aquellos que se encuentran por debajo de la misma línea se encuentran sobrevalorados puesto que el rendimiento ofrecido es menor que el que les correspondería.

En cuanto a los resultados obtenidos en nuestro trabajo, llama la atención que casi la totalidad de las empresas se consideran infravaloradas, mientras que solo dos empresas (Mediaset e Indra) han ofrecido un rendimiento menor que el que habíamos estimado a través del modelo y por tanto se consideran como sobrevaloradas. En el caso de Mediaset el CAPM había estimado que ofrecería un rendimiento de -0,28%, mientras que el rendimiento observado para esa compañía ha sido de -2,99%, por tanto, al ofrecer un rendimiento peor, este activo estará sobrevalorado. Indra por su parte, se estimó que ofrecería un rendimiento del -0,57%, no obstante, el rendimiento observado para esa compañía fue de -3,57%.

4.2.2. Discusión de los resultados obtenidos

En este apartado pasaremos a resumir todos los resultados que hemos obtenido mediante la aplicación práctica del modelo y su comparación con los resultados observados, así como a determinar el valor de la variable beta de la cartera constituida por los activos analizados.

En cuanto al periodo estudiado, hemos mencionado anteriormente que se trata de un periodo claramente bajista y por tanto presenta peculiaridades a la hora de ser analizado. A priori, durante este tipo de periodos, las acciones clasificadas como defensivas tienden a ofrecer mejores rendimientos según el CAPM si los comparamos con los activos ofensivos, los cuales, tienden a ofrecer rendimientos peores. En la siguiente tabla hemos procedido a clasificar los activos según sean ofensivos o defensivos y los hemos comparado con sus

rendimientos observados y hemos podido comprobar como, en general, los activos ofensivos han ofrecido menos rendimiento. No obstante, esto no nos permite extraer una conclusión significativa y por ello necesitamos utilizar otro tipo de medidas.

Tabla 7: Clasificación de los resultados observados de cada activo en función de su clasificación en agresivos o defensivos

Compañía	Beta	Rendimiento observado anualizado	Tipo de activo
Indra	0,942	-3,527%	Defensivo
Mediaset	0,825	-2,999%	Defensivo
Telefónica	1,122	0,921%	Agresivo
Santander	1,418	1,631%	Agresivo
Inditex	0,766	7,196%	Defensivo
Acerinox	0,938	8,148%	Defensivo
Viscofan	0,186	9,059%	Defensivo
Grifols	0,640	9,789%	Defensivo
Ferrovial	0,598	11,658%	Defensivo
ACS	1,225	14,144%	Agresivo
Iberdrola	0,591	14,999%	Defensivo
Amadeus	0,463	21,930%	Defensivo
Inmobiliaria Colonial	0,733	26,025%	Defensivo
ENCE	0,946	33,394%	Defensivo
Cie Automotive	1,006	36,240%	Agresivo

Fuente: Elaboración propia.

Para profundizar en el análisis de resultados, podemos aplicar las medidas de la performance que se explicaron en el apartado 2.5. Esto nos permitirá comparar los rendimientos estimados mediante el modelo con los resultados realmente observados y determinar aquellos que representen una mejor posibilidad de inversión. Para ello, primero pasaremos a calcular el

alfa de Jensen como una nueva forma de identificar a aquellos activos que hayan tenido un rendimiento superior al mercado:

Tabla 8: Cálculo del alfa de Jensen para cada una de las compañías estudiadas en el trabajo

Compañía	Beta	Alfa de Jensen
Indra	0,942	-2,96%
Mediaset	0,825	-2,72%
Telefónica	1,122	1,93%
Santander	1,418	3,37%
Inditex	0,766	7,32%
Viscofan	0,186	7,75%
Acerinox	0,938	8,70%
Grifols	0,640	9,61%
Ferrovial	0,598	11,37%
Iberdrola	0,591	14,70%
ACS	1,225	15,41%
Amadeus	0,463	21,31%
Inmobiliaria Colonial	0,733	26,07%
ENCE	0,946	33,97%
Cie Automotive	1,006	36,96%

Fuente: Elaboración propia.

Recordemos que un valor de alfa mayor que cero indica que el rendimiento observado de ese activo es mayor que el rendimiento estimado por el CAPM y que por tanto ese activo está infravalorado. En nuestros cálculos podemos observar nuevamente como tan solo Mediaset e Indra poseen un alfa negativa (-2,72% y -2,96% respectivamente) y por tanto se encuentran sobrevalorados. No obstante, el índice de Jensen no indica el nivel de riesgo que supone un título en particular. Por ejemplo, para dos títulos con el mismo valor de alfa no sabemos cual de ellos tiene menos riesgos, aunque suponemos que será aquel que tenga una menor beta. El índice de Treynor si tiene en cuenta el riesgo del activo y por tanto ofrece una medida mas

precisa. A continuación, representaremos mediante una tabla el índice de Treynor obtenido para cada compañía seleccionada.

Tabla 9: Calculo del índice de Treynor para cada una de las compañías estudiadas

Compañía	Beta	Índice de Treynor
Mediaset	0,825	-3,30%
Indra	0,942	-3,14%
Telefónica	1,122	1,72%
Santander	1,418	2,38%
Acerinox	0,938	9,28%
Inditex	0,766	9,57%
ACS	1,225	12,57%
Grifols	0,640	15,01%
Ferrovial	0,598	19,01%
Iberdrola	0,591	24,87%
Inmobiliaria Colonial	0,733	35,59%
ENCE	0,946	35,90%
Cie Automotive	1,006	36,76%
Viscofan	0,186	41,70%
Amadeus	0,463	46,06%

Fuente: Elaboración propia.

Atendiendo al índice de Treynor, Amadeus, Viscofan y Cie Automotive son, respectivamente, las tres mejores empresas para invertir puesto que han ofrecido un rendimiento en exceso mayor en proporción al riesgo asumido. No obstante, hay que mencionar que este índice está basado en datos históricos de un periodo bajista y por tanto no debemos extrapolar sus resultados al futuro. Además, hay que volver a mencionar que el índice de Treynor únicamente informa de la valoración y no de la eficiencia al considerar únicamente el riesgo sistemático (la beta). Esto supone que un título puede ofrecer un buen rendimiento si usamos el CAPM como referencia, pero podría tener un alto nivel de riesgo

específico, el cual, no va a desaparecer si la cartera no está bien diversificada. Además, indica cuales son buenos activos para incorporar a una cartera, pero no necesariamente para formar una cartera por si mismos. Debido a este problema, un mejor evaluador del desempeño es el índice de Sharpe. En la siguiente tabla se clasifican los activos en función de su índice de Sharpe.

Tabla 10: Cálculo del índice de Sharpe para cada uno de los activos analizados en el trabajo.

Compañía	Rendimiento observado anualizado	Desviación típica anualizada	Índice de Sharpe
Mediaset	-2,999%	23,2%	-0,21
Indra	-3,527%	28,0%	-0,19
Telefónica	0,921%	22,9%	-0,04
Santander	1,631%	26,2%	-0,01
Acerinox	8,148%	30,5%	0,21
Inditex	7,196%	21,0%	0,26
Grifols	9,789%	22,3%	0,36
Viscofan	9,059%	18,6%	0,39
ACS	14,144%	24,6%	0,50
Ferrovial	11,658%	16,4%	0,60
Iberdrola	14,999%	16,5%	0,80
ENCE	33,394%	37,1%	0,85
Inmobiliaria Colonial	26,025%	28,0%	0,87
Amadeus	21,930%	19,8%	1,02
Cie Automotive	36,240%	24,5%	1,41

Fuente: Elaboración propia.

Con la tabla diez podemos, finalmente, determinar cuales son los activos que mejor posibilidad de inversión presentan. De acuerdo con nuestro modelo, se observa como Cie automotive, Amadeus, e Inmobiliaria Colonial han ofrecido los mejores resultados teniendo en cuenta la relación riesgo-rentabilidad. Además, si comparamos estos resultados con el

índice de Treynor, dos de las tres compañías (Cie Automotive y Amadeus) coinciden, lo cual apoya aun mas nuestra decisión de que las tres mejores empresas, entre las estudiadas, para invertir son: Cie Automotive, Amadeus e Inmobiliaria Colonial en ese mismo orden.

4.2.3. Interpretación de los resultados en el marco de la Bolsa de Madrid

A continuación, pasaremos a calcular la media ponderada de la variable beta de todos los activos que hemos seleccionado para el trabajo con el fin de comprobar que la cartera constituida por los activos estudiados posee una beta similar a uno, ya que al haber trabajado con todos los sectores del IBEX 35, la media ponderada de las betas de la cartera deberá ser similar a la del índice. Para ello, primero necesitamos determinar el peso que tiene cada uno de los sectores en los que basan su actividad las empresas del IBEX 35. En la siguiente tabla clasificamos cada compañía por sector y le asignamos un porcentaje en función del peso de esta.

Tabla 11: Ponderación de cada una de las compañías en función del sector al que pertenecen.

Compañía	Sector	Ponderación	Beta
ENCE	Energía y Celulosa	0,29%	0,946
Indra	Consultoría	0,34%	0,942
Mediaset	Medios de Comunicación	0,35%	0,825
Cie Automotive	Siderurgia	0,43%	1,006
Viscofan	Alimentación	0,59%	0,186
Acerinox	Metalurgia	1,69%	0,938
Inmobiliaria Colonial	Inmuebles	1,99%	0,733
Grifols	Salud	2,11%	0,640
ACS	Infraestructura	3,11%	1,225
Amadeus	Turismo	7,33%	0,463
Telefónica	Telecomunicaciones	8,08%	1,122
Ferrovial	Transporte	8,76%	0,598
Inditex	Textil	10,34%	0,766
Iberdrola	Energía	21,67%	0,591
Santander	Finanzas	32,95%	1,418

El sector con mayor peso dentro del IBEX 35 es el financiero, el cual representa el 32,95% de la actividad de este. Siete son las empresas que basan su actividad en este campo y tienen una importancia primordial dentro de él. Al sector financiero le sigue el sector energético que cuenta con ocho empresas y representa el 21,67% del total. A la hora de calcular la media ponderada estos dos sectores tendrán mayor influencia sobre el resto como es lógico.

El valor medio ponderado de la variable beta de las compañías seleccionadas en el estudio es de 0,947. Un valor muy próximo a uno que sería el que teóricamente debería tener, lo cual muestra que nuestras estimaciones están bastante próximas a la realidad y que el estudio se ha realizado correctamente.

Por último, tratamos de analizar el comportamiento de los diferentes índices de mercado, así como de los índices sectoriales, lo cual nos servirá para justificar los resultados obtenidos a lo largo del trabajo.

Tabla 12: Variación de los diferentes índices durante el periodo estudiado

	IBEX	IBEX con div	IBEX con div netos	IGBM	IGBMT
31/12/14	10279,5	24469,9	21477,5	1042,46	3386,62
31/12/18	8539,9	23838,9	20297,6	862,6	3342,22
Variación	-16,9230%	-2,5787%	-5,4937%	-17,2534%	-1,3110%
Variación Anual	-3,3846%	-0,5157%	-1,0987%	-3,4507%	-0,2622%

Fuente: Elaboración propia basada en el boletín de cotización de la bolsa de Madrid.

Anteriormente mencionamos que en Grande (2018), se puede observar como realmente no existen grandes diferencias a la hora de emplear el IBEX 35, Ibox Total Return o el Índice Total de la Bolsa de Madrid (ITBM) para estimar las betas de las compañías. Sin embargo, a la hora de analizar los rendimientos del modelo CAPM si que existen diferencias a la hora de emplear los diferentes índices. En la tabla anterior podemos observar como la variación del IBEX 35 sin dividendos, durante el periodo considerado (2014-2018) ha sido de -3,38%,

mientras que, si observamos el IBEX con dividendos y con dividendos netos, las variaciones son de -0,516% y -1,099% respectivamente. Lo cual demuestra que al considerar el IBEX sin dividendos como índice de mercado obtenemos unos rendimientos mediante el CAPM que son algo peores que la realidad. Además, el hecho de que no hayamos considerado los dividendos hace que las compañías que sí pagan dividendos hayan ofrecido en nuestros cálculos un rendimiento peor del que realmente han obtenido. Siendo el caso al revés para que ellas que no los pagan. No obstante, esto queda abierto para un futuro estudio en el que se analice el rendimiento de los activos utilizando los diferentes índices de mercado españoles y ver el efecto que realmente tiene el empleo de los distintos índices.

En cuanto a los índices sectoriales de la bolsa de Madrid, si observamos las variaciones reflejadas en la tabla número trece, podemos resaltar que prácticamente todos los sectores han tenido un rendimiento positivo tanto utilizando el índice normal como el índice total con dividendos. El hecho de que el IBEX haya tenido una variación negativa durante este periodo (-3,38%), habiendo tenido la mayoría de los sectores que lo constituyen una variación positiva, solo se justifica por el hecho de que el sector bancario haya tenido una variación considerablemente negativa (-8,602%). Recordemos que los bancos tienen un peso importantísimo (32,95%) dentro del IBEX y por tanto influyen más que el resto de los sectores. Además, el hecho de que los bancos tengan un peso tan alto en el IBEX justificaría que la mayoría de los activos analizados estén por encima de la SML (infravalorados).

Tabla 13: Variación de los índices sectoriales con referencia al IBEX normal y al IBEX total

Sector	31/12/14	31/12/18	Variación	Variación anual
Bancos Í.Total	1302,83	903	-30,69%	-6,14%
Bancos	685,97	390,95	-43,01%	-8,60%
Consumo	3624,84	3875,57	6,92%	1,38%
Consumo Í.Total	4836,97	5673,77	17,30%	3,46%
Energía	1242,3	1388,34	11,76%	2,35%
Energía Í.Total	2101,75	2864,98	36,31%	7,26%
Mat. Básicos Í.Total	2018,49	2321,15	14,99%	3,00%
Materiales Básicos	1152,3	1124,1	-2,45%	-0,49%
Servicios	1310,66	1317,85	0,55%	0,11%
Servicios Í.Total	2217,35	2598,63	17,20%	3,44%
Tecnología y teleco	999,69	876,32	-12,34%	-2,47%
Tecnología y teleco Í.Total	1764,18	1865,54	5,75%	1,15%

Fuente: Elaboración propia basada en el boletín de cotización de la bolsa de Madrid.

La tabla trece muestra que este sector ha tenido una variación de -8,602% durante este periodo, sin embargo, el único banco que se ha analizado en este trabajo (Santander) ha obtenido un rendimiento de 1,631%, por tanto, el resto de los bancos habrá tenido un rendimiento bastante peor, lo cual haría que estuvieran por debajo de la SML y por tanto, debido a su enorme peso en el IBEX, terminaría de justificar el hecho de que la mayoría de nuestros activos estén por encima de la línea, puesto que atendiendo a la teoría de la SML, la cantidad de activos por encima y por debajo de la misma deben ser proporcionales. No obstante, esto también podría ser observado mediante un trabajo en el que, durante el mismo periodo, se analicen todos los activos que componen el IBEX 35 y de esa manera cerciorar que el número de activos infravalorados es proporcional al de los sobrevalorados.

5. Conclusiones

El trabajo desarrollado se puede dividir en dos grandes bloques: Uno primero en el que mediante la revisión de la literatura se ha procedido a desarrollar la versión clásica del Capital Asset Pricing Model, y un segundo bloque en el que, una vez expuestos todos los conceptos necesarios, se ha pasado a aplicar el modelo a un caso real utilizando datos de compañías que cotizan en el IBEX 35, de las cuales se han obtenido los rendimientos esperados y se han comparado con los rendimientos observados para el periodo de tiempo estudiado. Del trabajo realizado podemos resaltar las siguientes conclusiones:

El CAPM es un modelo de valoración de activos financieros que nace de la teoría de carteras de Markowitz y que obtiene la caracterización de un modelo de equilibrio basado en el concepto de las carteras eficientes de este autor.

El CAPM considera que el rendimiento esperado de un activo viene determinado por la prima de riesgo del mercado, la cual se ajusta a cada activo en particular a través de la beta de este. La beta mide la sensibilidad de cada acción a las fluctuaciones del mercado. No solo indica en que dirección se mueven los activos cuando se produce un cambio en el mercado, sino que también determina con que intensidad se producen esos cambios. Por tanto, nos permite clasificar los activos según sus valores en dos grandes grupos: Activos ofensivos o activos que poseen un valor de beta mayor que uno y activos defensivos, aquellos que poseen valores de beta inferiores a uno.

Se trata de un modelo que ha sido sujeto de muchas críticas. No obstante, según números estudios a los que se hace referencia en el trabajo, el CAPM es el modelo mas utilizado en la actualidad, por empresas como profesores, para calcular el coste de capital de las compañías.

En cuanto a la estimación de la beta de un activo en particular hemos comprobado como el intervalo de medición y el horizonte temporal considerado son muy importantes a la hora de realizar las estimaciones pues causan diferencias considerables. Además, se ha comprobado

como un horizonte de cinco años con un intervalo de medición mensual es un criterio estándar aceptado para realizar las estimaciones pertinentes.

Los resultados obtenidos en el estudio realizado muestran que el CAPM ha estimado unos rendimientos muy diferentes a los que realmente se han observado. Además, hemos demostrado una de las hipótesis iniciales y es que, al analizar un periodo bajista, las compañías clasificadas como defensivas han ofrecido rendimientos mas altos.

Además, hemos comprobado como según nuestro estudio, la mayor parte de los activos del IBEX 35 analizados en la muestra se encuentran infravalorados, algo que hemos justificado debido a que el sector bancario ha tenido una variación considerablemente negativa durante el periodo estudiado, pero que no se ha reflejado de tal manera en el estudio ya que el único banco analizado ha tenido un rendimiento positivo. Esto unido al gran peso del sector bancario en el IBEX justificaría el hecho de la infravaloración de la mayor parte de los activos.

Por último, a través de las medidas de la performance hemos podido identificar cuales, entre los activos analizados, representan una mejor posibilidad de inversión atendiendo al riesgo asumido a la hora de invertir en ellos, siendo los mas atractivos Cie Automotive, Amadeus e Inmobiliaria Colonial

6.- Bibliografía

Brealey, R., Myers, S.C., Allen, F.. (2011). Principles of Corporate Finance. McGraw Hill Higher Education.

Brennan, Michael J., A. Subramayam. (1996). Market microstructure and asset pricing on the compensation for illiquidity in stock returns. *Journal of Financial Economics* 41, no 3: 341-344

Brooks, C. (2008). *Introductory Econometrics for Finance*. Cambridge: Cambridge University Press.

Brounen, D., De Jong, A., Koedijk K. (2004). Corporate Finance in Europe. *Financial Management*, 33 (4), pp 71-101.

Capinski, M., Zastawniak T. (2003). *Mathematics for finance: An introduction to Financial Engineering*.

Carabias, S. (2016). *Introducción a la modelización de mercados financieros*. Madrid: Universidad Pontificia de Comillas.

Chiarella, C., Dieci, R., Xue-Zhong, He. (2010). A framework for CAPM with heterogenous beliefs. *Nonlinear dynamics in Economics, Finance and Social Sciences*.

Cvitanic, J. y Zapatero, F. (2004). *Introduction to the Economics and Mathematics of Financial Markets*. Cambridge: The MIT Press.

Damodaran, A. (2012). *Investment Valuation: Tools and Techniques for Determining the Value of Any Asset*. Hoboken: John Wiley & Sons.

Dimson, E. (1979). Risk Management when shares are subject to infrequent trading. *Journal of Financial Economics* 7, no 2: 197-226

Elton, E.J., Gruber, M.J. (1997). Modern portfolio theory, 1950 to date. *Journal of Banking & Finance*. 21 (1): 1743-1759.

Fernández, A., Fernández, P. y Pershin, V. (2017). *Discount Rate (Risk-Free Rate and Market Risk Premium) used for 41 countries in 2017: a survey*. Madrid: IESE Business School.

Finch, J.H. Fraser, S.P. & Scheff, S.R. (2011). Teaching the CAPM in the Introductory Finance. *Journal of Economics and Finance*: 1-6

Graham, J.R., Harvey, C.R. (2001). The theory and practice of corporate finance: evidence from the field. *Journal of financial economics*. 60 (2), pp 187-243

Handa, P., Kothari, S.P., Wasley, C. (1989). The relation between the return interval and betas: Implications of size-effects. *Journal of Financial Economics* 23 (1), pp 79-100.

Lintner, J. (1965). 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.

Lomelí, H., Rumbos, B. (2001). Métodos dinámicos en economía: *Otra búsqueda del tiempo perdido*. México.

Luenberger, D. (1998). *Investment Science*. Nueva York: Oxford University Press.

Markowitz, H.M. (1959). *Portfolio Selection: Efficient Diversification of Investments*. New York: John Wiley & Sons.

Perold, A. (2004). The Capital Asset Pricing Model. *Journal of Economic Perspectives* 18 (3), pp 3-24

Reilly, F.K., Brown, K.C. (2012). *Investment Analysis and Portfolio Management*. 7a edición. Thomson South-Western.

Reilly, F.K., Wright, D.J. (1988). A comparison of published betas. *Journal of Portfolio Management* 14 (3), pp 64-69.

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.

Van Horne, J. C. (2002). *Financial Management Policy*. Jersey: Prentice Hall: 60 - 228.