



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

Contrastes del CAPM.

Un ensayo con el índice bursátil francés CAC 40

Autor:

Javier Paradera Sánchez

Directores:

María Vargas Magallón

Ruth Vicente Reñé

Facultad de economía y empresa.

Septiembre 2018

ÍNDICE

| | |
|--|-----------|
| INTRODUCCIÓN..... | 4 |
| 1. TEORÍA DE CARTERAS | |
| 1.1. Modelo de Markowitz..... | 6 |
| 1.1.1 Concepto de riesgo asociado a Markowitz..... | 7 |
| 1.1.2 Búsqueda de la Cartera óptima (V_0)..... | 11 |
| 1.2. Modelo de William Sharpe..... | 14 |
| 1.2.1. Concepto de riesgo aplicado al modelo de Sharpe | 16 |
| 1.3. Modelo de valoración de Activos Financieros: CAPM..... | 21 |
| 1.4. Gestión de carteras..... | 25 |
| 2. ÍNDICE BURSÁTIL FRANCÉS: CAC 40..... | 28 |
| 2.1. Evolución del índice hasta la actualidad..... | 29 |
| 3. METODOLOGÍA..... | 31 |
| 3.1. Construcción de las carteras..... | 31 |
| 3.2. Evaluación del modelo CAPM: ¿vencimos al mercado?..... | 32 |
| 4. RESULTADOS..... | 34 |
| 5. CONCLUSIONES..... | 36 |
| 6. BIBLIOGRAFÍA Y WEBGRAFÍA..... | 37 |
| ANEXO..... | 39 |

TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1.1: Ejemplo de diferencias en volatilidades según inversiones..... | 8 |
| Tabla 3.1: Estadísticos descriptivos anuales de las carteras..... | 34 |
| Tabla 3.2: Análisis de resultados con alpha de Jensen y estadístico Z..... | 35 |
| Tabla 1A: Composición inicial CAC 40..... | 39 |
| Tabla 2A: Composición histórica CAC 40..... | 39 |
| Tabla 3B: Acciones no incluidas en el ensayo..... | 42 |

GRÁFICOS

| | |
|---|----|
| Gráfico 1.1: Ejemplo trayectoria de volatilidad en inversión B..... | 9 |
| Gráfico 1.2: Representación de la Frontera Eficiente..... | 11 |
| Gráfico 1.3: Curvas de indiferencia de un inversor..... | 12 |
| Gráfico 1.4: Comparativa de curvas de indiferencia para un inversor propenso al riesgo Vs averso al riesgo..... | 13 |
| Gráfico 1.5: Selección de Cartera Óptima (V_0)..... | 14 |
| Gráfico 1.6: Recta de regresión lineal con parámetros..... | 15 |
| Gráfico 1.7: Concepto del riesgo de William Sharpe | 20 |
| Gráfico 1.8: Capital Allocation Line (CAL)..... | 22 |
| Gráfico 1.9: Capital Market Line (CML)..... | 23 |
| Gráfico 1.10: Security Market Line (SML)..... | 24 |
| Gráfico 2.1: Evolución del CAC40 durante los últimos 19 años..... | 30 |

CUADROS

| | |
|---|----|
| Cuadro 1.1: Resumen del concepto del modelo de Markowitz..... | 14 |
| Cuadro 1.2: Composición del riesgo según William Sharpe..... | 17 |

INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia han surgido infinidad de corrientes económicas con sus propias creencias, propios métodos interpretativos y razonamientos. Muchas de éstas han sido desechadas u olvidadas debido principalmente a demostraciones tanto empíricas como reales que han demostrado su invalidez como teorías.

Algunos autores del S. XIX y XX perduran en nuestra memoria histórica gracias, precisamente, a la veracidad de sus conceptos y modelos que, pese al paso del tiempo, y con sus limitaciones, siguen resultando de vital importancia en la ciencia económica actual.

El objetivo principal de este trabajo consiste en analizar y demostrar la validez de un modelo surgido durante el S. XX, concretamente en 1963, y que hoy en día sigue siendo utilizado por economistas e inversores siendo considerado una herramienta útil a la hora de la toma de decisiones relativas a la inversión en activos financieros.

El Capital Asset Pricing Model o CAPM es un modelo de valoración de activos financieros cuyo objetivo principal es otorgar un valor cuantitativo en términos de rentabilidad a un activo o a una cartera de activos financieros y siempre en relación al riesgo del mismo.

Para poder desarrollarlo, su autor, William Sharpe, utilizó los estudios de su predecesor Harry Markowitz en lo relativo a teoría de carteras. Sharpe estudió y aportó un nuevo punto de vista a lo que terminaría convirtiéndose en uno de los modelos valorativos más importantes de la historia económica.

Gran parte de este trabajo consiste en el propio análisis empírico demostrativo del modelo. Por ello, se restringe el rango de inversión al índice bursátil francés, CAC 40. Este índice de 40 acciones diferentes sirve para poder realizar un análisis del experimento suficientemente robusto, con datos históricos, que nos permiten llevar a cabo la prueba de validez para el modelo CAPM.

Teniendo en cuenta el objetivo del trabajo, y en el contexto que se realiza, éste se divide en 5 capítulos. El capítulo 1 recoge una descripción detallada del origen de lo que hoy conocemos como teoría de carteras donde se define su propósito, su composición desde el punto de vista de los economistas fundadores como Markowitz y Sharpe junto a una

amplia explicación de sus modelos. El capítulo 2 constata información acerca del índice de estudio, el CAC 40, donde se desarrolla su evolución así como aspectos normativos y gráfico de evolución del mismo. En el capítulo 3 se expone y explica la metodología aplicada en el análisis empírico realizado sobre el índice bursátil francés con el modelo CAPM. El capítulo 4 se centra en los resultados obtenidos en el propio análisis del índice, afirmando si el modelo estudiado resulta válido como herramienta de toma de decisiones para inversores. Finalmente, se exponen algunas conclusiones al resultado obtenido en el estudio de la utilización del CAPM como modelo de inversión para un periodo y acciones dadas.

1. TEORÍA DE CARTERAS

Siguiendo a Lacambra (2017), se conoce como **cartera de valores** al conjunto de activos financieros que posee una persona física o jurídica y que puede estar formada por distintos tipos de productos financieros.

Cuando alguien decide invertir por su cuenta y formar una cartera o acudir a un gestor que pueda ofrecerle la gestión de su dinero en carteras preestablecidas, lo que se espera es obtener una ganancia de capital.

Por sencillo que suene el procedimiento invertir-ganar dinero, la realidad de la inversión es muy diferente. A continuación, procedo a explicar en qué consiste el proceso desde que un individuo invierte su dinero, eligiendo una cartera adecuada hasta la obtención de resultados y su medición. Este proceso de búsqueda de condiciones óptimas para la inversión del capital en momentos de incertidumbre que pivota en torno al binomio rentabilidadriesgo de los activos financieros se conoce como **teoría de carteras** y es fundamental para el desarrollo del trabajo más adelante.

1.1 MODELO DE MARKOWITZ

La teoría de carteras es un modelo de inversión cuyo precursor fue Harry Markowitz en su publicación “*Portfolio Selection*” o “*Selección de carteras*” de 1952. El objetivo último de esta teoría de inversión es el estudio de la **obtención de la máxima rentabilidad minimizando a su vez el riesgo** gracias a una selección de valores adecuada para formar la cartera de inversión.

Con este objetivo, la **selección de la cartera óptima** de Markowitz se sustenta en 3 supuestos básicos (Arranz y Avilés, 1992) que definen las preferencias del inversor:

1. La rentabilidad de los títulos de la cartera del inversor está representada por la esperanza matemática o media de los retornos.
2. El riesgo, medido por la dispersión, vendrá definido por la desviación típica (σ) de la variable (rentabilidad del activo financiero o cartera).
3. Cada inversor tiene su propia **función de utilidad** definida por la media de los rendimientos y el riesgo, siempre que exista racionalidad en la toma de decisiones económicas. Por tanto, cuando aumenta la media de rendimientos la

utilidad del inversor aumenta, mientras que si aumenta el riesgo, la utilidad para el inversor disminuye.

Así pues, la cartera óptima para un inversor será la mejor posible de entre todas las que se pueden formar considerando su actitud frente al riesgo. La mejor cartera para un inversor puede no ser la mejor para otro.

Es necesario conocer más detalladamente el concepto de riesgo y su cálculo.

1.1.1 CONCEPTO DE RIESGO ASOCIADO A MARKOWITZ

Los tres tipos de riesgos principales a los que se enfrenta el inversor a la hora de la selección de una cartera son:

- Riesgo de pérdida: Aquel que conlleva la pérdida o la posibilidad de no poder recuperar el total de la inversión realizada, es decir, una pérdida de capital.
- Coste de oportunidad: Asignar los recursos del inversor a activos financieros que nos van a otorgar una menor rentabilidad final o periódica que otros.
- Riesgo de liquidez: Comprometer el capital del inversor en activos financieros de difícil conversión en dinero suponiendo una pérdida cuando se hace necesario el capital para pagar algo de improviso.

Según Lacambra (2017) el riesgo se asocia a la probabilidad de obtener un resultado desfavorable respecto al esperado, es decir, que el resultado de nuestra inversión suponga una menor rentabilidad de la esperada. Viene reflejado principalmente por la incertidumbre que supone no conocer los acontecimientos futuros. Las decisiones del inversor se toman con una expectativa de ganancia que con el paso del tiempo puede materializarse o no.

El riesgo o volatilidad de un producto financiero, por tanto, es lo que varía la rentabilidad de ese activo con respecto a su media para un periodo de tiempo determinado.

Para poder calcularlo necesitaríamos entonces el conjunto de datos históricos de las rentabilidades de cada activo financiero y así poder estimar el nivel de volatilidad individual para cada producto. Un ejemplo práctico podría resumirse en la siguiente tabla:

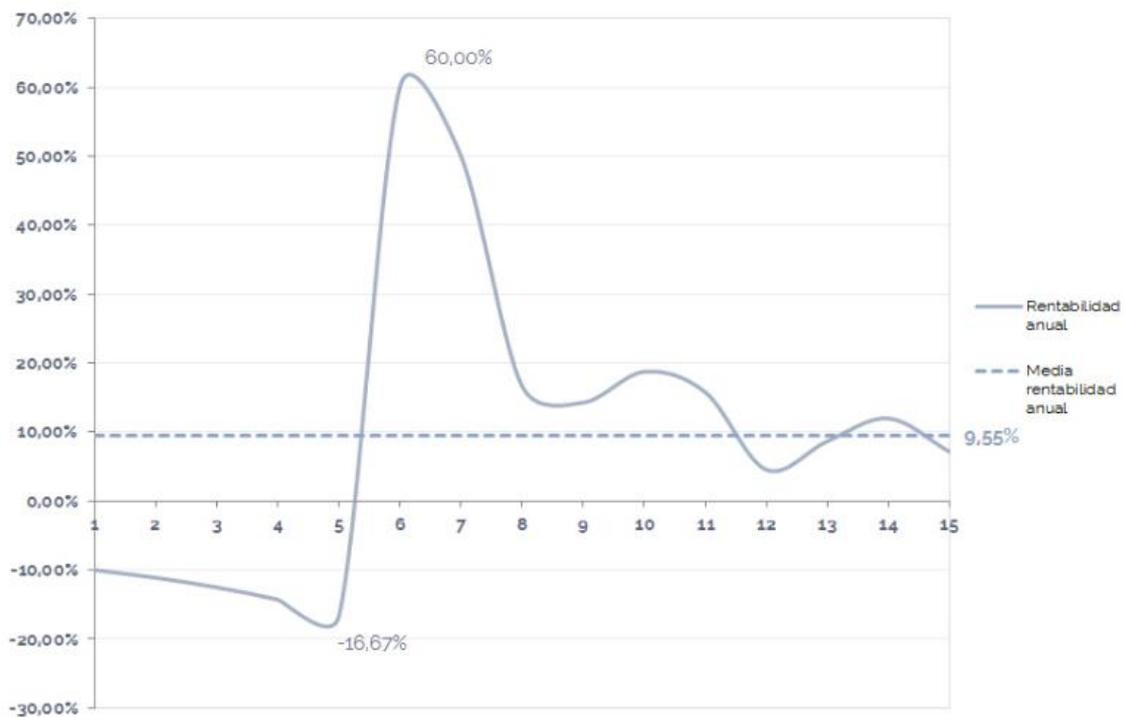
Tabla 1.1: Ejemplo de diferencias en volatilidades según inversiones.

| Año | Inversión A | Rentabilidad Anual | Inversión B | Rentabilidad Anual |
|-----|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| 0 | 10.000,00 € | - | 10.000,00 € | - |
| 1 | 10.601,01 € | 6,01% | 9.000,00 € | -10,00% |
| 2 | 11.238,15 € | 6,01% | 8.000,00 € | -11,11% |
| 3 | 11.913,58 € | 6,01% | 7.000,00 € | -12,50% |
| 4 | 12.629,60 € | 6,01% | 6.000,00 € | -14,29% |
| 5 | 13.388,66 € | 6,01% | 5.000,00 € | -16,67% |
| 6 | 14.193,34 € | 6,01% | 8.000,00 € | 60,00% |
| 7 | 15.046,38 € | 6,01% | 12.000,00 € | 50,00% |
| 8 | 15.950,68 € | 6,01% | 14.000,00 € | 16,67% |
| 9 | 16.909,34 € | 6,01% | 16.000,00 € | 14,29% |
| 10 | 17.325,62 € | 6,01% | 19.000,00 € | 18,75% |
| 11 | 19.002,97 € | 6,01% | 22.000,00 € | 15,79% |
| 12 | 20.145,08 € | 6,01% | 23.000,00 € | 4,55% |
| 13 | 21.355,83 € | 6,01% | 25.000,00 € | 8,70% |
| 14 | 22.639,34 € | 6,01% | 28.000,00 € | 12,00% |
| 15 | 24.000,00 € | 6,01% | 30.000,00 € | 7,14% |
| | Media Rentabilidad | 6,01% | Media Rentabilidad | 9,55% |

Fuente: elaboración propia.

Como se puede apreciar, tenemos dos inversiones con el mismo capital inicial, pero que con el paso del tiempo obtienen diferentes rentabilidades. La volatilidad de la Inversión A es nula ya que en ningún momento se ha movido de la rentabilidad media, mientras que la Inversión B tiene una volatilidad más alta porque su rentabilidad ha variado anualmente alcanzando extremos más pronunciados como vemos en el siguiente gráfico.

Gráfico 1.1: Ejemplo trayectoria de volatilidad en inversión B.



Fuente: elaboración propia.

Es necesaria por tanto una medida que nos permita estimar el riesgo o volatilidad de cualquier producto financiero con precisión para que el inversor pueda llevar a cabo su inversión eficientemente.

Al referirnos a volatilidad como una medida de variación de la rentabilidad con respecto a su media, ésta vendrá medida por un indicador estadístico de dispersión. Para estos cálculos en activos financieros utilizaremos la **desviación típica** reflejada con la letra sigma “ σ ” del abecedario griego. **Así, gracias al cálculo de la desviación típica para cada activo financiero, el inversor será capaz de comparar sus respectivas rentabilidades para cada nivel de volatilidad.**

Una vez que obtenemos una medida estándar para la medición del riesgo por parte del inversor, ahora está en su mano la capacidad de decisión con respecto al nivel de riesgo que este está dispuesto a afrontar.

Cada inversor tiene una percepción diferente del nivel de riesgo, lo que se conoce como **grado de aversión al riesgo**, que define y cuantifica la cantidad de incertidumbre que se está dispuesto a tolerar, es decir, si un inversor es muy adverso al riesgo preferirá activos financieros más seguros en lo que a rentabilidades se refiere. Por ello, ante

mayores posibilidades de pérdida (incurrir en un mayor nivel de riesgo), el mercado otorga una rentabilidad más alta premiando así a los inversores dispuestos a invertir en activos más conflictivos.

Un ejemplo efectivo y conocido es la comparación de activos de renta variable con los activos de renta fija. Los activos de renta fija como los Bonos o las Letras del Tesoro subvencionados por el Estado tienen un riesgo muy bajo (necesidad de que quiebre el Estado español para que sean impagados) y por ello ofrecen una rentabilidad menor. Sin embargo, la renta variable ofrecida por empresas privadas como pueden ser las acciones es mucho más arriesgada, pues se ve afectada por situaciones puntuales de la propia empresa pero también por noticias, actuaciones, y cuestiones macroeconómicas en general, por ello ofrecen unas rentabilidades superiores.

En este caso, un inversor que sea muy adverso al riesgo preferirá correr el menor riesgo posible y elegirá invertir su capital en activos de renta fija, mientras que un inversor más tolerante al riesgo preferirá obtener mayores rentabilidades y elegirá otros productos como la renta variable para invertir su capital.

Si nos referimos a un mismo producto financiero como por ejemplo una acción de alguna empresa dentro del IBEX35, dos inversores que toleran un diferente nivel de riesgo para su inversión comprobarán la desviación típica de las rentabilidades de todas las acciones y escogerán la más adecuada para cada caso (al igual que en el caso de productos financieros diferentes).

Siguiendo a Lacambra (2017), podemos resumir las actitudes del inversor frente al riesgo en 3 casos. Para ello definimos previamente “equivalente de certeza” del inversor, como lo que el inversor estima una rentabilidad adecuada a cambio de su inversión, y “valor esperado del juego”, como la rentabilidad esperada calculada de la inversión:

- Un inversor X muestra “**aversión al riesgo**” cuando su equivalente de certeza es inferior al valor esperado del juego.
- Un inversor Y muestra “**indiferencia frente al riesgo**” cuando su equivalente de certeza coincide con el valor esperado del juego.

- Un inversor Z muestra “**preferencia por el riesgo**” si su equivalente de certeza es superior al valor esperado del juego.

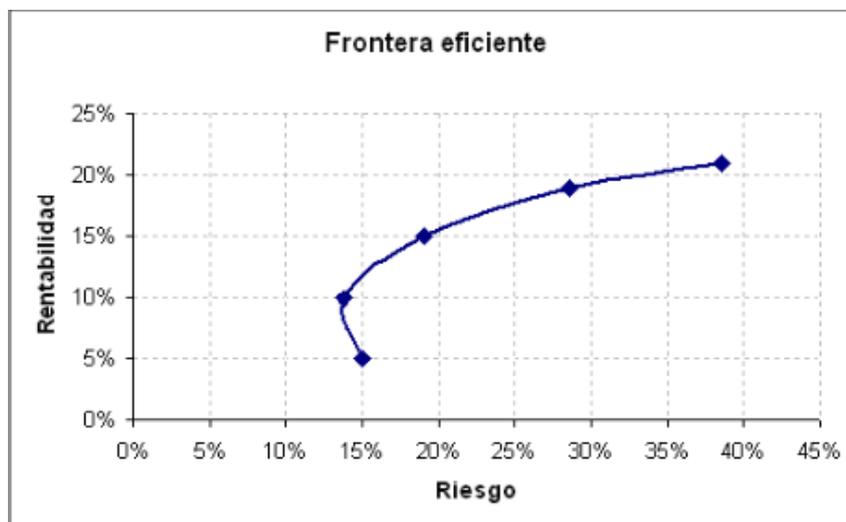
1.1.2 BÚSQUEDA DE LA CARTERA ÓPTIMA (V_0)

Siguiendo a Lacambra (2017) Harry Markowitz describe **3 etapas para la búsqueda de la cartera óptima:**

En primer lugar, se debe determinar la frontera eficiente. Por el término “cartera eficiente” Markowitz entiende que es aquella que, para el mismo nivel de riesgo, proporciona una mayor rentabilidad o en caso contrario, aquella que para una misma rentabilidad proporcione un menor riesgo.

El conjunto de las carteras eficientes para los distintos niveles de rentabilidad y riesgo forman la curva que se denomina **frontera eficiente**. Tiene una forma parabólica como se observa en la siguiente gráfica.

Gráfico 1.2: Representación de la Frontera Eficiente.



Fuente: fondoscotizados.com

Entre todas las carteras eficientes, el inversor debe elegir aquella que mejor se adapte a sus preferencias respecto a la relación rentabilidad-riesgo.

Gracias a las **curvas de indiferencia** podremos seleccionar la cartera óptima. Cada curva es una combinación de puntos que basándose en la función de utilidad del inversor, reportan la misma utilidad.

La función de utilidad en la práctica se representa como:

$$U = f(E[R_p], \sigma_p) \quad [1]$$

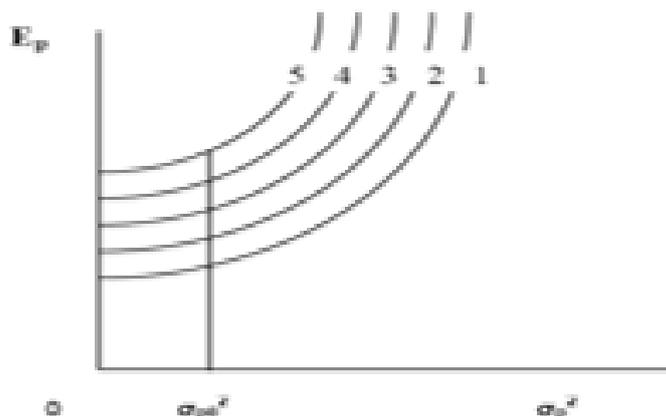
Siendo:

$E[R_p]$ La rentabilidad esperada de la cartera p .

σ_p : El riesgo asociado a la cartera p y medido por su desviación típica.

Gráficamente las curvas de indiferencia que representan la función de utilidad del inversor aparecen reflejadas así:

Gráfico 1.3: Curvas de indiferencia de un inversor.

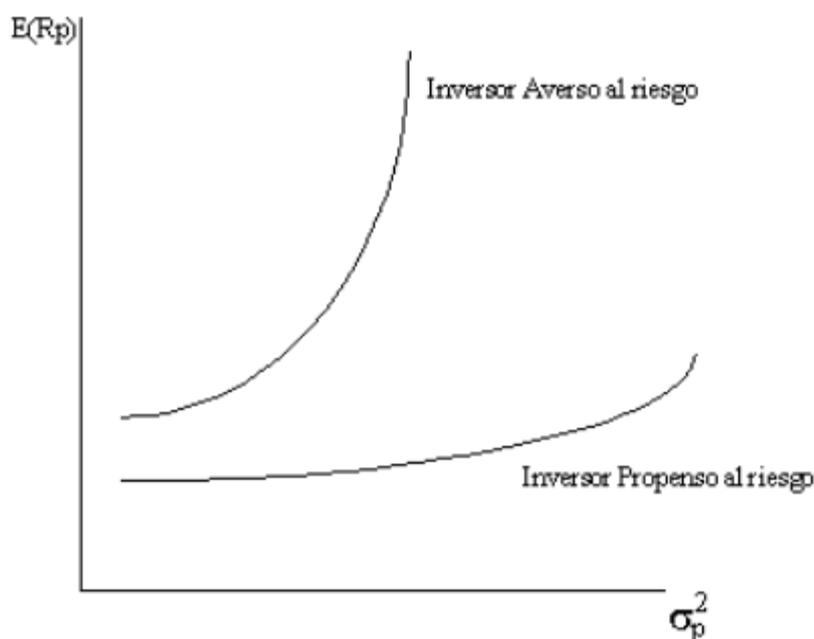


Fuente: P. Lacambra

Entre estas curvas de indiferencia, la más preferida será la número 5 ya que nos aporta una mayor rentabilidad para el mismo nivel de riesgo, es decir, será más preferida la curva más alejada del origen en caso de ser un inversor racional.

Un inversor propenso al riesgo estará dispuesto a asumir un mayor riesgo por niveles de rentabilidad menores. Gráficamente, un inversor propenso al riesgo preferirá curvas con menor pendiente:

Gráfico 1.4: Comparativa de curvas de indiferencia para un inversor propenso al riesgo Vs averso al riesgo.

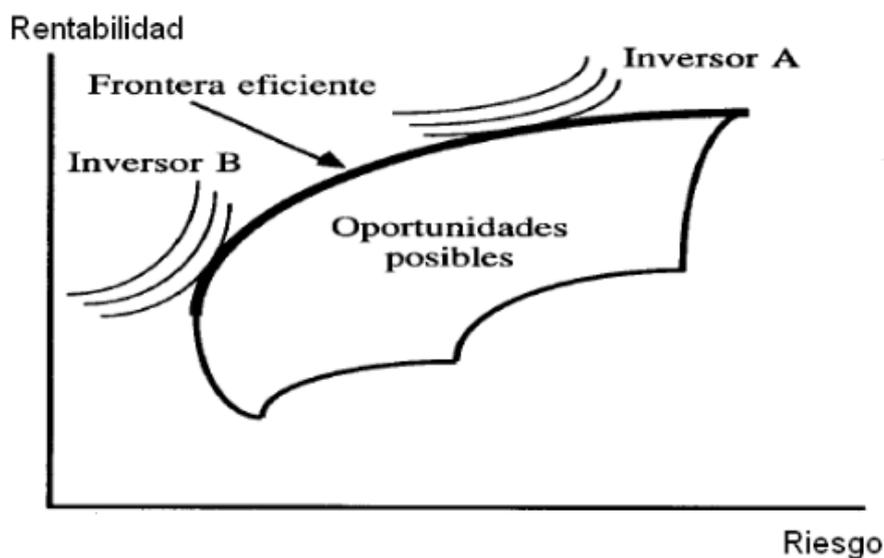


Fuente: ciberconta.es

Las curvas tienen forma cóncava de manera que conforme aumentamos el nivel de rentabilidad esperado, más riesgo supone la inversión. Por tanto, cada inversor individual tiene sus propias curvas de indiferencia, que vienen definidas por su función de utilidad, y su forma dependerá del riesgo que esté dispuesto a asumir.

Finalmente, se superponen las gráficas obtenidas anteriormente donde se observa que la **Cartera Óptima (Vo)** corresponde al punto de tangencia entre la curva de indiferencia más lejana del origen y la frontera eficiente.

Gráfico 1.5: Selección de Cartera Óptima (V_0).



Fuente: P. Lacabra, 2017

A modo de resumen, el modelo de Harry Markowitz se basa en la selección de una cartera óptima formada por la combinación rentabilidad-riesgo que suponga la máxima utilidad y para ello cuantifica los parámetros (rentabilidad y riesgo).

Cuadro 1.1: Resumen del concepto del modelo de Markowitz.



Fuente: P. Lacabra, 2017

1.2 MODELO DE WILLIAM SHARPE

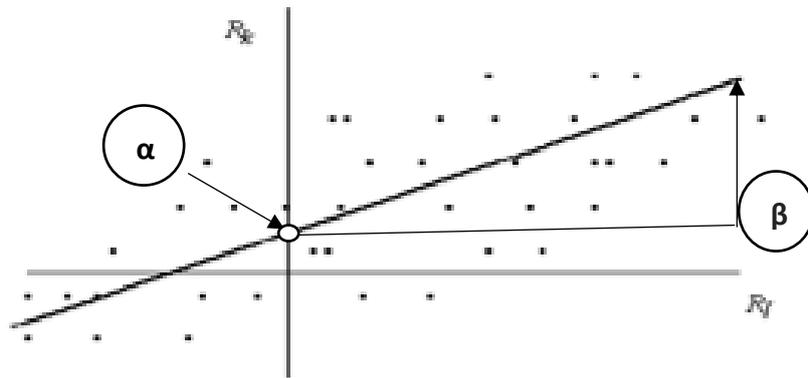
El modelo de mercado de William Sharpe nace en el año 1963 como crítica y avance con respecto al modelo de Harry Markowitz. Para Sharpe, el modelo media-varianza pierde efectividad y es difícil de aplicar para carteras con muchos títulos por la complicación del manejo de datos.

Por ello, **Sharpe decide buscar una alternativa al cálculo de la rentabilidad de los títulos y carteras.** Para que no sea tan complicado el manejo de datos ante carteras de muchos títulos, Sharpe centra su estudio en encontrar un denominador común en estos títulos que le permita calcular datos de su cartera de forma más sencilla. Este denominador común que Sharpe utiliza es el propio mercado.

Entonces, ¿cuál es el objetivo último de Sharpe? Su objetivo último consiste en **encontrar una relación funcional entre la rentabilidad de los títulos y la rentabilidad del mercado.**

Por ello, Sharpe propone que la rentabilidad de un título puede ser calculada como una función lineal de la rentabilidad de mercado. Utiliza **la recta de regresión lineal** para poner ambos, título y mercado, en relación directa. Esta recta de regresión es un modelo matemático que se utiliza para aproximar la relación de dependencia de dos variables. Dicha recta tendría un aspecto como este:

Gráfico 1.6: Recta de regresión lineal con parámetros.



Fuente: P. Lacambra, 2017

La función lineal que establece Sharpe para calcular la rentabilidad esperada del activo k o para la cartera p se calcula como:

$$E_{kt} = \alpha_k + \beta_k * E_{It} \quad [2]$$

Cuyos términos representan:

- E_{kt} : Rentabilidad esperada del título k , durante periodo t .
- E_{It} : Rentabilidad esperada del mercado (índice), durante un periodo t .

- α_k (**alpha**): Ordenada en el origen de la recta de regresión lineal. Es la parte de la rentabilidad del título independiente de la de mercado.
- β_k (**beta**): Pendiente de la recta del modelo. Riesgo sistemático del título k . Determina la relación existente entre las variaciones de rentabilidad del título y del mercado. Además, nos permite clasificar los activos financieros según su valor:
 1. Activos defensivos $\beta < 1$ (poco volátiles)

Ante variaciones que se produzcan en el mercado, estos activos se verán afectados en menor medida, es decir, para una beta de 0,8 si el mercado varía en un 1%, el activo varía un 0,8%.
 2. Activos agresivos $\beta > 1$ (muy volátiles)

Los movimientos del mercado afectan más a este tipo de activos, siendo más sensibles a las variaciones. Si el mercado varía un 1% y la beta del activo es de 1,6, el activo varía un 1,6%.
 3. Activos neutros $\beta = 1$; son los activos que replican las variaciones del mercado, es decir, si el mercado aumenta un 1% el activo lo hará en la misma proporción.

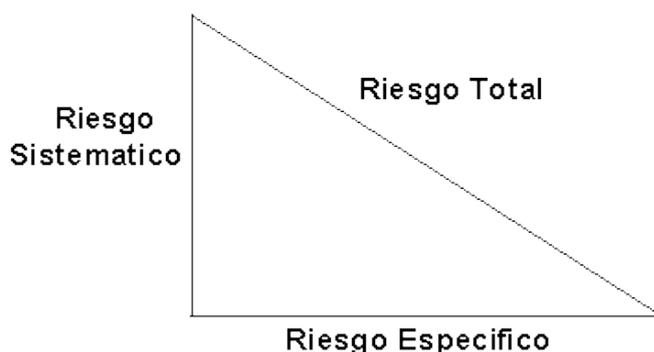
Una vez vistos los parámetros que afectan al modelo lineal de Sharpe es conveniente añadir las características que Sharpe añade al concepto de riesgo.

1.2.1 CONCEPTO DE RIESGO APLICADO AL MODELO DE SHARPE

La letra sigma “ σ ” que representa la desviación típica de las rentabilidades de un activo financiero o de un conjunto de estos se conoce como la medida de riesgo global para los inversores, pero no se trata de la única medida de riesgo que los inversores tienen en cuenta.

El riesgo de un activo financiero está dividido en **riesgo específico o no sistemático** y **riesgo de mercado o sistemático**, entre ambos conforman lo que conocemos como riesgo total que se representa con sigma “ σ ”.

Cuadro 1.2: Composición del riesgo según William Sharpe.



Fuente: ciberconta.unizar.es

a) Riesgo específico o no sistemático

También conocido como riesgo diversificable, es aquél inherente al activo financiero en cuestión. Este tipo de riesgo financiero es reducible gracias a una gestión de la inversión eficiente. Depende de factores internos del emisor de dicho activo financiero. Si fuera una empresa la que emite una acción, su riesgo intrínseco estaría formado por factores como la gestión, balance de la empresa, cuenta de resultados, generación de cash-flows, perspectivas del negocio, etc. Por tanto, el riesgo específico es plenamente independiente del riesgo del mercado y es medido por la volatilidad del título. Se representa como σ^2_i .

b) Riesgo sistemático o de mercado

Conocido como riesgo no diversificable, es el riesgo que proviene del mercado en que se encuentra el activo financiero y que por tanto no se puede reducir. Estaría formado por factores políticos, económicos o sociales cuya repercusión cae sobre los activos financieros en su totalidad. El valor de este riesgo es calculado por los inversores de forma aproximada intentando prever acontecimientos macroeconómicos que puedan afectar al mercado financiero.

El riesgo de mercado que posee un activo financiero se representa con la letra griega beta “ β ”. Con ello, la fórmula del riesgo sistemático se representa como $\beta^2_i \times \sigma^2_m$ e

indica la parte del riesgo del título que depende de la variabilidad de la rentabilidad del mercado.

Para eliminar el riesgo sistemático del activo financiero, éste debe formar parte de una cartera de valores junto con otros activos. En el mismo proceso de eliminación del riesgo sistemático el riesgo de mercado puede reducirse, pero nunca eliminarse por completo. Al proceso de eliminación de riesgo inherente de una cartera se lo conoce como **diversificación**.

La diversificación se puede definir como una estrategia de inversión que consiste en formar una cartera con diferentes tipos de activos para reducir el riesgo inherente de la inversión..

Los activos pueden ser diferentes productos, de diferente origen o de distinto sector a la hora de formar una cartera. Por ejemplo se pueden tener en cartera 3 acciones distintas del IBEX35, pero de distintos sectores o una cartera con productos derivados, renta fija y renta variable.

Una cartera se considera correctamente diversificada cuando **para un nivel de rentabilidad esperada, el inversor construye una cartera que ofrece el mínimo riesgo**. Este es el objetivo principal que se persigue con la diversificación.

La idea es aumentar el número de activos de la cartera para disminuir el riesgo, pero esto no es del todo cierto puesto que no cualquier activo nos servirá para disminuir el riesgo específico. El inversor debe de tener en cuenta el grado de correlación entre los activos de la cartera y por tanto, el **coeficiente de correlación** de la cartera, tal como señalan Arranz y Avilés (1992)..

El coeficiente de correlación es una medida estadística que nos sirve para medir la relación lineal entre dos variables aleatorias cuantitativas. En otras palabras, nos permite medir el grado en el cual dos activos estarán relacionados ante subidas o bajadas del mercado.

Desde el punto de vista analítico, esta es la fórmula para el cálculo de la volatilidad o riesgo de una cartera con 2 títulos siendo X el porcentaje o ponderación del título en la cartera y σ el riesgo de cada título en la cartera:

$$\sigma^2 (R_p) = X_A^2 * \sigma_A^2 + X_B^2 * \sigma_B^2 + 2 * X_A * X_B * \rho_{A,B} * \sigma_A * \sigma_B \quad [3]$$

De los tres sumandos, los dos primeros siempre son positivos y el tercero va a depender del signo del coeficiente de correlación. Si la correlación fuera negativa, entonces la volatilidad total de la cartera sería menor.

El coeficiente de correlación siempre toma valores entre 1 y -1. Buscando la cartera de mínimo riesgo, la valoración sería:

- Si la correlación es 1 (o próxima a 1)
 - El riesgo de la cartera sería simplemente la media de los riesgos de los activos.
 - Si aumentamos la proporción de un título (X), la rentabilidad y el riesgo aumentarán en la misma proporción.
 - **Diversificación ingenua**, la cartera soporta el máximo riesgo para un nivel de rentabilidad dado.

- Si la correlación es -1 (o próxima a -1)
 - **Diversificación eficiente**, es decir, para un nivel de rentabilidad dado asumimos el menor riesgo posible.

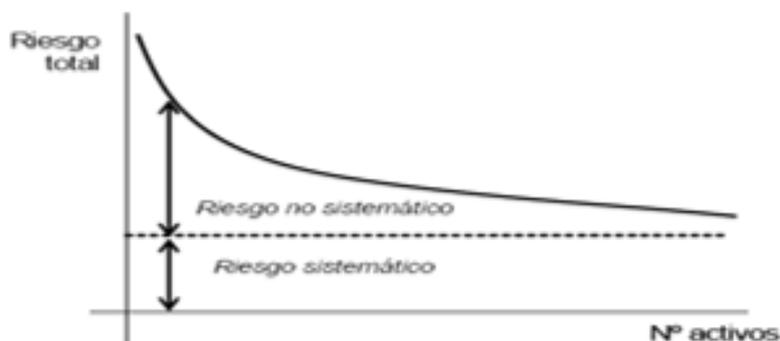
- Si la correlación es 0 (o próxima a 0)
 - Los títulos serán independientes y el riesgo de la cartera será la suma de los riesgos de los títulos, por lo que la cartera **no estará diversificada**.

Al calcular la volatilidad de la cartera p preferimos aquélla que tenga una volatilidad menor para un nivel de rentabilidad dado. Un coeficiente de correlación negativo, es decir, un movimiento prácticamente contrario de los activos ante variaciones en el mercado disminuye el riesgo de nuestra cartera.

Es por esto que no sólo el hecho de aumentar activos en la cartera del inversor va a implicar una disminución del riesgo de la cartera, lo que realmente hará disminuir su volatilidad es el coeficiente de correlación entre los múltiples activos. Será necesario que ante variaciones en el mercado la cartera tenga activos que actúen de forma diferente.

La forma de ver representado el concepto de riesgo por William Sharpe gráficamente sería este:

Gráfico 1.7: Concepto del riesgo de William Sharpe



Fuente: P. Lacabra, 2017

Donde observamos que dentro del “riesgo total” la parte de “riesgo sistemático” no se puede eliminar, por lo que el modelo nunca partirá de riesgo cero.

Como vemos cuanto mayor es el número de activos mayor es la **diversificación** de la cartera, lo que nos permite reducir gradualmente el “riesgo no sistemático” hasta que desaparezca gracias a una adecuada selección de activos. A partir de unos 40 a 45 activos los efectos de la diversificación ya no son constatables.

En resumen, William Sharpe, en un intento de mejorar el modelo media-varianza de Harry Markowitz, propone una función lineal en la que los títulos individuales están directamente relacionados con el mercado, por lo que no es necesario conocer la relación individual de cada título con los demás para obtener la frontera eficiente de Markowitz.

Para desarrollar su modelo William Sharpe divide el riesgo total de un activo financiero en riesgo sistemático y no sistemático. Los activos tienen riesgo sistemático y riesgo no sistemático. El sistemático o de mercado no se puede evitar, pues está formado por factores genéricos del mercado a los que el título supone irrelevante, mientras que el riesgo no sistemático es aquel que la propia empresa según sus actuaciones y factores internos otorga al título que en este caso sí es reducible gracias al proceso de diversificación de activos en una cartera de valores conformada por el inversor.

1.3 MODELO DE VALORACIÓN DE ACTIVOS FINANCIEROS: CAPM

El Capital Asset Pricing Model (CAPM) o Modelo de Valoración de Activos fue desarrollado de forma simultánea, pero separadamente, por cuatro economistas principales: William Sharpe (1964), John Lintner (1965), Jan Mossin (1966) y Jack Treynor (1965);, todos ellos impulsados por Harry Markowitz y sus estudios anteriores. Se trata del modelo más empleado hoy en día por economistas e inversores de todo el mundo gracias, en gran parte, a su sencillez y facilidad de aplicación empírica.

El objetivo de los autores es la **creación de un modelo de equilibrio de los activos**, para lo que establecen dos características necesarias, tal y como apunta Lacambra (2017):

- Introducción del activo libre de riesgo “ R_f ”
Posibilidad para el inversor de combinar activos con riesgo y activos libres de riesgo.
- Equilibrio de mercado
(se define a continuación).

En esta extensión del modelo se añade la hipótesis de la existencia de la tasa libre de riesgo gracias a la que podemos prestar o pedir prestado dinero, lo que abre nuevas posibilidades para el inversor; la inversión total en activo libre de riesgo, total en activos arriesgados, endeudamiento al tipo libre de riesgo o prestar y recibir el tipo de interés sin riesgo. Consideramos **carteras mixtas** aquellas que tienen una **combinación de activos libres de riesgo con carteras eficientes**.

Con este complemento, la frontera eficiente de Markowitz se convierte en una recta que mide la rentabilidad de la cartera en función de la composición presupuestaria y de los tipos de interés para la renta fija y la renta variable.

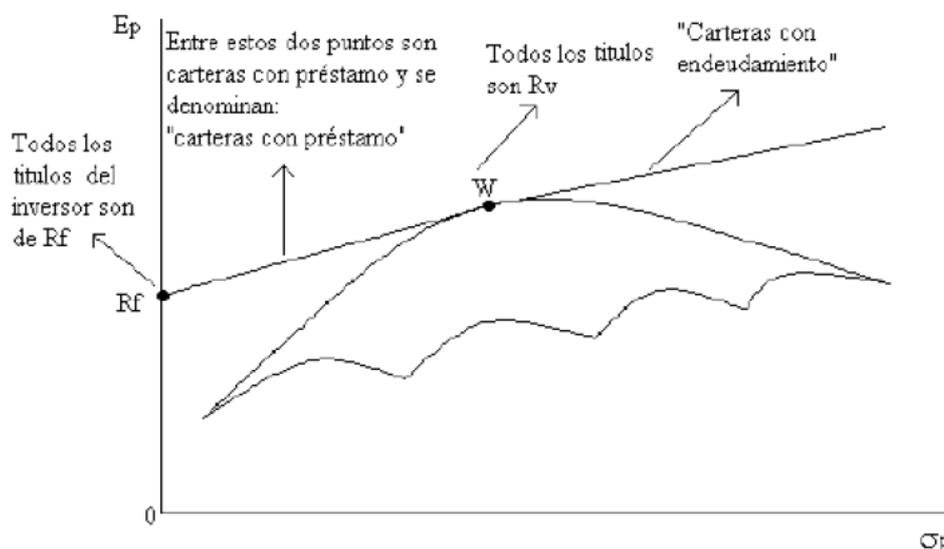
$$\mathbf{X}^V + \mathbf{X}^F = \mathbf{1} \quad [4]$$

Donde X^V es el porcentaje de la cartera invertido en renta variable y X^F el porcentaje de renta fija de la cartera.

Esta nueva recta que obtenemos al añadir la tasa libre de riesgo se conoce como Capital Allocation Line (CAL) y la comparamos con la frontera de carteras eficientes de

Markowitz para elegir la cartera óptima. En este gráfico se representa la CAL junto con las diferentes situaciones que se producen en la inversión:

Gráfico 1.8: Capital Allocation Line (CAL)



Fuente: EFPA España, 2018.

Dónde las **carteras con préstamo** (también conocidas como “**carteras eficientes invertidas**”), se sitúan a la izquierda de W, y son combinaciones **situadas en la recta Rf-W que invierten tanto en activos inciertos como en el activo seguro**. Mientras que, una **cartera con endeudamiento**, también conocidas como “**carteras eficientes en préstamo**”, son carteras situadas a la derecha de W. En éstas **el inversor se endeuda a la tasa Rf para invertir más del 100% en renta variable**. La cartera W es aquella cartera eficiente compuesta en su totalidad por renta variable.

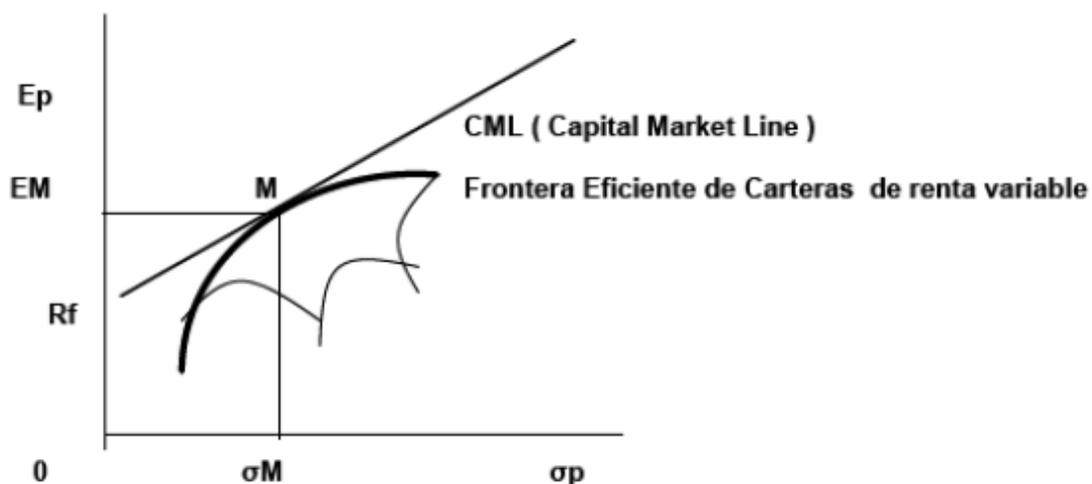
Como vemos, si todos los inversores dispusieran de la misma información, las posibilidades de inversión serían las mismas para todos y determinan la frontera eficiente. Por tanto, cualquier inversor podría formar una cartera mixta combinando la cartera W con activos libres de riesgo, es decir, la cartera W sería la misma para todo inversor fuese cual fuese el riesgo. Tal como indica Lacambra (2017), lo que realmente diferencia las combinaciones de presupuesto son las curvas de indiferencia concretas de cada inversor, lo cual nos conecta directamente con la Teoría del equilibrio del mercado de capitales donde, siendo ciertos una serie de supuestos, se deduce que el mercado está en equilibrio cuando:

1. Todos los inversores se sitúan en la frontera eficiente de la región de carteras posibles.
2. Todos los inversores son indiferentes ante un incremento de dividendos o un incremento en el precio de los títulos.
3. Las inversiones son del mismo periodo de tiempo y la misma duración.
4. Las distribuciones de probabilidad de los distintos rendimientos de los activos (títulos / carteras), para todo el periodo de tiempo son iguales para todos los inversores.
5. Las inversiones son fraccionables.
6. Se puede prestar o pedir prestado.
7. Todos los inversores tienen las mismas oportunidades de invertir.

Ante un **mercado de capitales en equilibrio**, la demanda de cualquier título deberá ser igual a su oferta, y la cantidad de dinero prestado igual al adeudado, por tanto la **cartera W formada por renta variable pasará a tener únicamente riesgo de mercado y será conocida como cartera de Mercado, M.**

La recta de mercado que contiene las carteras eficientes para todos los inversores se conoce ahora como **Capital Market Line (CML)** que como vemos gráficamente es muy parecida a la CAL dónde la W se sustituye en este caso por la cartera M (donde la cartera de Beta = 1 coincide con el mercado completamente).

Gráfico 1.9: Capital Market Line (CML)



Fuente: EFPA España, 2018.

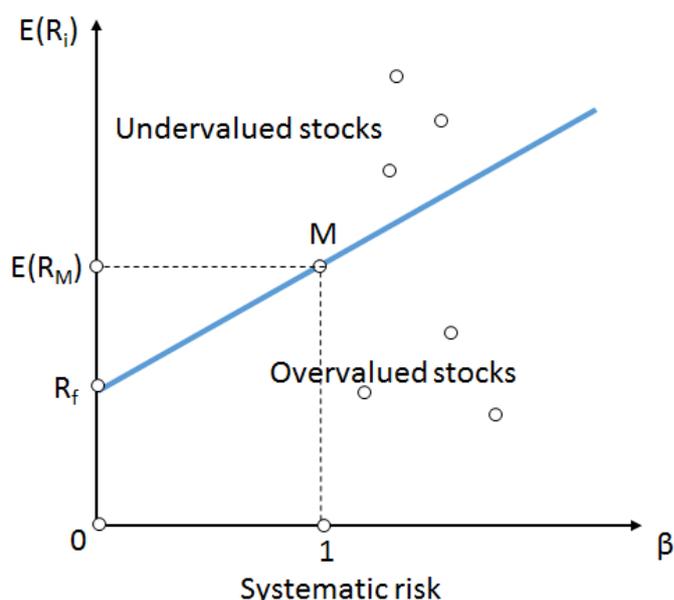
El trabajo del inversor se resume en encontrar el punto de tangencia entre la frontera eficiente y la recta CML que define la mejor cartera y ajustar el binomio riesgo – rentabilidad esperada a través del préstamo o endeudándose.

Una vez establecida la dependencia lineal entre rentabilidad y riesgo de las carteras eficientes, se desarrolla una relación similar que proporcione la **relación de equilibrio rentabilidad – riesgo para cualquier cartera, no solo aquellas eficientes.**

Surge el término SML o **Security Market Line** que es la ecuación fundamental del **modelo CAPM**. Nos indica la rentabilidad que por término medio va a ofrecer cualquier inversión financiera, para un nivel de riesgo dado.

La SML nos permite conocer si los títulos están sobrevalorados (dan menor rentabilidad que la que deberían otorgar de acuerdo a su nivel de riesgo) o infravalorados (ofrecen mayor nivel de rentabilidad que la que les corresponde dado su nivel de riesgo) como comprobamos en el siguiente gráfico:

Gráfico 1.10: Security Market Line (SML)



Fuente: EFPA España, 2018.

- Undervalued stocks = Valores infravalorados
- Overvalued stocks = Valores sobrevalorados
- Systematic risk = Riesgo sistemático (Beta)

Los autores utilizan la **beta como medida de riesgo asumiendo que la correcta diversificación de los activos** en la cartera elimina el riesgo propio, por lo que sólo debe ser remunerado el riesgo sistemático. Teniendo en cuenta la beta, en el caso de que su valor sea 0, la rentabilidad esperada del activo coincidirá con la del activo libre de riesgo. En el caso que el valor de beta sea 1 indica que la cartera pondera los títulos igual que el propio mercado, es decir, lo replica con exactitud.

Gracias al gráfico observamos que cuanto mayor es el riesgo sistemático o beta de un título, mayor será la rentabilidad que exigirán los inversores de dicho título.

Finalmente, la recta que describe la SML es la ecuación conocida como modelo CAPM cuyo objetivo principal es servir como punto de referencia para determinar activos infravalorados o sobrevalorados.

$$\text{Para el título "i"} \quad E_i = R_f + (E_M - R_f) \times \beta_i \quad [5]$$

$$\text{Para la cartera "p"} \quad E_p = R_f + (E_M - R_f) \times \beta_p \quad [6]$$

Donde:

- E_i = Rentabilidad esperada para el título "i"
- R_f = Rentabilidad del activo libre de riesgo
- E_M = Rentabilidad esperada para el mercado
- β_i = Riesgo sistemático del título "i"
- E_p = Rentabilidad esperada de la cartera "p"
- β_p = Riesgo sistemático de la cartera "p"

1.4 GESTIÓN DE CARTERAS

La toma de decisiones del inversor con respecto a la cartera tiene en cuenta todos los aspectos recogidos anteriormente, pero en la práctica, atendiendo a la gestión que el inversor quiere enfocar en su cartera podemos distinguir hasta 3 tipos: **gestión activa, gestión pasiva y gestión alternativa.**

Antes de pasar a describirlos es conveniente explicar que todas las carteras de activos financieros necesitan un **benchmark o índice de referencia.** El benchmark de una

cartera le permite comparar su rentabilidad y nivel de riesgo con el índice de mercado que mejor refleja la disposición de su cartera y otorga tanto al inversor como a aquellos interesados en su actuación un resultado fiable con respecto al rendimiento de mercado. Por ejemplo, para una cartera formada únicamente por 10 acciones que cotizan en el mercado español no habría un mejor benchmark que el IBEX 35, es decir, comparar los resultados obtenidos por la cartera en un periodo de tiempo a los del IBEX 35 en ese mismo periodo de tiempo.

Sin embargo, existen benchmark más concretos para carteras más centradas en sectores, como por ejemplo, para el caso de una cartera que contenga los 6 bancos que cotizan en el IBEX 35 resultaría más apropiado seleccionar un benchmark elaborado para el sector bancario español.

Una vez conocida la existencia e importancia del benchmark con respecto a la cartera, siguiendo a Lacambra (2017), podemos definir tres tipos de gestión de carteras:

- **Gestión Pasiva:** Aparece cuando el objetivo del inversor es principalmente imitar la evolución del benchmark, es decir, el inversor conforma una cartera que representa en un alto porcentaje la composición del índice y obtendrá resultados muy similares al mercado.
- **Gestión Activa:** Es el caso opuesto a la gestión pasiva, es decir, el inversor crea su cartera en base a sus preferencias y estudios alejándose así del benchmark intentando batirlo y obtener mejor resultados que el mercado.
- **Gestión Alternativa:** Este tipo de gestión se considera en carteras muy diversificadas a las que es más difícil asignarles un benchmark que pueda resultar adecuado.

En la práctica existe un método que permite clasificar la gestión de una cartera como activa, pasiva o alternativa. Este método se conoce como el **Tracking Error** y se define como la desviación estándar (σ) de las diferencias de rentabilidad de la cartera y el benchmark:

$$\mathbf{TE} = \sqrt{\sigma^2_p - \beta^2 * \sigma^2_M} \quad [7]$$

Donde σ^2_p es la varianza de la cartera, β^2 la beta (riesgo de mercado) de la cartera y σ^2_M la varianza del mercado.

Una vez calculado, si el resultado se encuentra entre **0% y 2%** tendremos **gestión pasiva**, mientras que si el resultado está por encima del **2% hasta el 5%** será gestión activa y por encima de este (entre el **5% y el 7%**) hablaremos de **gestión alternativa** donde el inversor se aleja de cualquier tipo de benchmark establecido (Lacambra, 2017).

2. ÍNDICE BURSÁTIL FRANCÉS: CAC40

El **CAC40 o Cotation Assistée en Continu** es el principal índice bursátil francés, asimilable al IBEX 35 en España. Su nombre se obtiene a raíz del primer sistema automático para la Bolsa de París que hoy en día sigue funcionando bajo el nombre de **Euronext París**, el mayor mercado de valores de Francia en la actualidad.

El índice bursátil CAC40 se trata de una **medida ponderada basada en la capitalización de los 40 valores más líquidos** entre las más de 100 empresas que contabiliza la Bolsa de París. El último cambio en su estructura ha ocurrido el 13 de Junio de 2018 con la entrada de Hermes International por Lafarge.

Existen una serie de criterios por los que el comité asesor técnico del CAC40 establece la entrada o el cambio de títulos en el índice, así como unos requisitos para su mantenimiento.

Las empresas que se seleccionan forman parte del Euronext París y se tiene en cuenta la combinación de varios factores:

- a) El volumen de capital negociado en el mercado regulado durante los últimos 12 meses.
- b) El volumen de capital flotante que tiene la empresa en la fecha de revisión, que no puede ser inferior al 20% del número total de acciones emitidas por la empresa.
- c) La capitalización flotante debe ser al menos de un 30% para las empresas candidatas a entrar al índice, mientras que tan sólo de un 10% para las empresas que se mantienen en el índice.

El CAC40 pretende representar la evolución de Euronext París, por ello, los cambios se implementan cada trimestre para reflejar los cambios en el tamaño y volumen de las empresas del índice. De los 40 valores que componen el índice, los 35 primeros son seleccionados, mientras que los 5 últimos tienen un seguimiento especial en el que se incluyen los valores de las posiciones 36 a 45 siendo susceptibles a cambios y revisiones más frecuentes aunque se da mayor prioridad a aquellos que ya se encuentran en el índice.

La primera vez que fue calculado fue el 31 de Diciembre de 1987 y su valor básico se estableció en 1000 puntos con 39 empresas formando parte del índice. Su punto más

alto fue el 4 de Septiembre del año 2000 donde acabó la sesión en 6922 puntos. Además, puesto que Francia es una de las potencias económicas europeas, el CAC40 es un índice importante utilizado como indicador de la evolución y fortaleza de Europa en su conjunto.

Tanto es así, que entre las empresas del índice se encuentran compañías muy globalizadas que llevan a cabo importantes operaciones fuera de su territorio nacional. **Dos terceras partes del conjunto de empresas del CAC40 realizan su actividad en el extranjero**, así como casi un 60% de los empleados de las empresas en cuestión.

La globalización de las empresas no sólo se refleja en su actividad, sino también en el ámbito corporativo. Más del 45% de los accionistas de empresas cotizadas son inversores extranjeros. El CAC es el índice más grande entre los índices bursátiles europeos.

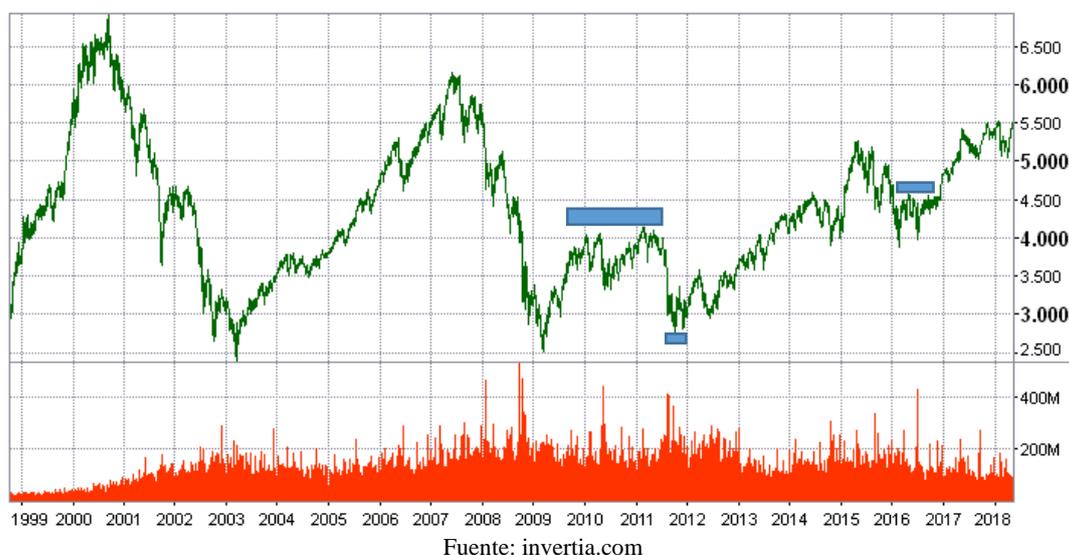
En el ámbito reglamentario del índice, está establecido que **ninguna empresa puede tener más de un 15% del peso total del índice**. Actualmente la farmacéutica Sanofi es la la que tiene mayor presencia en el índice con un peso del 12%.

2.1 EVOLUCIÓN DEL ÍNDICE HASTA LA ACTUALIDAD

Algunos de los acontecimientos que han supuesto las mayores variaciones del índice durante su historia fueron la burbuja informática en el 2000 permitiendo al índice alcanzar su máximo histórico y la última crisis económica que en Marzo de 2009 supuso el mayor descenso del índice hasta los 2500 puntos. En la actualidad, el índice se encuentra en un buen estado de forma superando ampliamente la barrera de los 5000 puntos y con expectativas alcistas según los expertos.

Podríamos resumir la evolución del índice en los últimos 10 años con el gráfico mostrado a continuación.

Gráfico 2.1: Evolución del CAC40 durante los últimos 19 años.



Donde podemos observar que a pesar de pronunciadas caídas como la ruptura de las burbujas de las punto com (2003) o la crisis financiera más reciente (2009), siempre ha conseguido reponerse hasta alcanzar niveles superiores a los 5000 puntos al contrario que muchos otros índices europeos, como es el caso de España, que están lejos de alcanzar su mayor punto álgido en la historia.

Durante los últimos años hasta la actualidad el índice ha mantenido una escala ascendente con altibajos continuos detenidos por lo que podemos considerar soportes y resistencias señaladas por las líneas azules. Entendemos por “soporte” un nivel donde un precio a la baja encuentra un suelo para detener su caída y volver a recuperarse potencialmente, convirtiéndose en un punto de comienzo para una tendencia alcista (por ejemplo el rectángulo azul próximo a los 3000 puntos entre 2012 y 2013). Por resistencia entendemos un nivel de precios que el índice no puede superar en periodos de tendencia alcista, suponiendo un punto de inflexión para el cambio de tendencia.

En la actualidad, entre mediados de 2017 y 2018 vemos que la variación se mantiene entre los 5000 puntos y los 5500 en un periodo que podemos considerar de incertidumbre en el que no se esperan grandes cambios a corto plazo. El aumento previo a principios de 2017 fue producido por las elecciones que tuvieron lugar en la república francesa.

3. METODOLOGÍA

Como se explicó anteriormente, **nuestro objetivo es evaluar si es posible obtener resultados extraordinarios usando el modelo CAPM**, lo que significa comprobar si los rendimientos generados usando el modelo son mayores de lo esperado en vista del riesgo sistemático soportado. Un contraste similar es realizado por Gómez-Bezares et al. (2012) pero sobre el índice español IBEX 35.

Para este fin, examinamos el **período comprendido entre Enero de 2002 y Mayo de 2018**.

A pesar de que el índice bursátil francés comenzó su actividad en Diciembre de 1987, la búsqueda y obtención de datos necesarios para el análisis empírico no nos permite realizar el análisis antes de 2002.

Sin embargo, para poder desarrollar el análisis empírico desde Enero de 2002, necesitamos información previa de tres años (desde Enero de 1999) para calcular **las betas que se estiman con los datos de los 36 meses inmediatamente anteriores**.

El estudio se centra en las 40 acciones incluidas en el índice CAC 40 en cualquier momento dentro del periodo propuesto. Las Tablas 1A y 2A (ver Anexo) muestran la composición histórica del índice CAC 40 desde su creación hasta Mayo de 2018.

La metodología consiste en suponer que **el inversor ajusta sus posiciones al final de cada mes**, es decir, las acciones se venden al final de cada mes y el inversor adquiere aquéllas que resultan infravaloradas según el CAPM .

3.1 CONSTRUCCIÓN DE LAS CARTERAS

Al final de cada mes, el inversor examina las acciones del CAC 40 y selecciona aquéllas que están infravaloradas según el modelo CAPM. Por supuesto, para que una acción sea considerada en el análisis, debe tener al menos un historial previo de 36 meses de datos, para poder computar las betas.

Las acciones infravaloradas y sobrevaloradas se identifican comparando **el rendimiento mensual realmente obtenido con el rendimiento mensual que debería haber obtenido de acuerdo con la fórmula del CAPM**.

Este rendimiento esperado se obtuvo calculando las betas mensuales para cada acción durante el período de análisis (Enero de 2002 hasta Mayo de 2018). Por lo tanto, la beta para cualquier acción en un mes dado se calculó mediante una regresión lineal entre los rendimientos de la acción y los rendimientos del índice en los 36 meses previos.

Después, se procede a calcular el **promedio de las rentabilidades** obtenidas por cada **título, por el mercado** (índice CAC 40) y **por el activo libre de riesgo** (que aproximamos mediante el EURIBOR a 12 meses) para cada mes en base a los datos de los 36 meses inmediatamente anteriores.

En base a estos resultados, determinamos los rendimientos mensuales promedio que los distintos títulos deberían haber obtenido de acuerdo al CAPM (véase ecuaciones [5] y [6]).

El siguiente paso es comparar el rendimiento mensual promedio realmente obtenido por cada acción con el rendimiento que debería haber generado de acuerdo con el CAPM.

Si el rendimiento real es más alto que el rendimiento esperado, entonces el título está infravalorado. Si el rendimiento real es menor, el título está sobrevalorado.

Si un conjunto de acciones están infravaloradas de forma continua en el tiempo, entonces sería razonable esperar que las carteras construidas con esos títulos batirán al mercado, pero esto no sucederá si el CAPM se cumple.

3.2. EVALUACIÓN DEL MODELO CAPM: ¿vencimos al mercado?

Para medir en cuántos meses los resultados de nuestra cartera superan a los del propio mercado utilizamos el **alpha de Jensen**. Esta medida de rendimiento ajustado por el riesgo nos permite conocer si la diferencia del resultado obtenido cada mes con respecto al mercado es positiva o negativa y en qué porcentaje.

Si el alpha de Jensen resulta positivo, la cartera ha vencido al mercado.

$$\alpha_p = (R_p - R_f) - \beta_p (R_m - R_f) \quad [8]$$

Para poder aplicarlo, se calcula primero la **beta de la cartera** de títulos infravalorados para cada mes (β_p), obtenida como un **promedio simple de las betas individuales incluidas en esa cartera**.

Del mismo modo, para obtener la **rentabilidad real de la cartera** de títulos infravalorados para cada mes (R_p), se realiza un **promedio simple de las rentabilidades individuales incluidas en la cartera**.

(R_m) y (R_f) son los **rendimientos mensuales de la cartera de mercado** y el **activo libre de riesgo**, respectivamente, para el mes considerado, y (α_p) es el **alpha de Jensen** para la cartera de títulos infravalorados.

Finalmente, aplicamos el **estadístico Z**, que sigue aproximadamente una distribución normal (0,1) para determinar si el número de meses en que vencimos al mercado se debió al azar:

$$Z = (Y - n \cdot p) / \sqrt{n \cdot p \cdot (1-p)} \quad [9]$$

Y indica el número de períodos en los que la cartera de acciones infravaloradas supera al mercado.

n representa el número de meses analizados

p se le asigna un valor de 0.5, ya que esta es la probabilidad de vencer al mercado y queremos probar si la diferencia ($Y - np$) se debe al azar. Si el CAPM y la hipótesis de eficiencia se cumplen perfectamente, entonces los resultados de cualquier cartera (ajustados por riesgo) serían en media similares a los obtenidos por el mercado, de ahí el valor dado al parámetro **p** (se asume que los resultados podrían estar la mitad de las veces por encima del mercado y la mitad por debajo del mismo).

Un valor de $|Z| > 1.96$ rechazaría la hipótesis nula de diferencia debida al azar para un nivel de significación del 5%, es decir, indicaría que el resultado no se debe a la casualidad.

4. RESULTADOS

Como se explicó anteriormente, se supone que el inversor observa el desempeño histórico de todas las acciones que forman el CAC 40 desde Enero de 2002 hasta el final del periodo de muestra (es decir, observa rendimiento en los últimos 36 meses), con el fin de establecer cuáles son infravaloradas y sobrevaloradas. El inversor elige las acciones infravaloradas.

La obtención de las rentabilidades de las acciones del índice francés necesarias para el desarrollo del ensayo han sido obtenidas a partir de la **base de datos EIKON**, producto de Thomson Reuters, que muestra las cotizaciones disponibles a partir de 1997. La herramienta se encuentra apta para su consulta en la facultad de Economía y Empresa de la Universidad de Zaragoza. No obstante, y a pesar de haber revisado otras fuentes, existen empresas que pertenecieron al CAC 40 de las que no se dispone de cotizaciones por diferentes motivos (ver Tabla 3B Anexo).

Seguidamente, el inversor comprueba si su cartera de acciones infravaloradas consigue batir la cartera de mercado. Para ello, ha debido realizar un seguimiento previo de las acciones con datos descriptivos que permiten obtener una información contrastada de la situación de la cartera como se recoge en la Tabla 3.1:

Tabla 3.1: Estadísticos descriptivos anuales de las carteras

| Año | Media | Mediana | Máximo | Mínimo | Desv. Estandar |
|-----------------------------|-------------|--------------|-------------|-------------|----------------|
| Enero 2002 / Diciembre 2002 | -0,01268011 | -0,006317609 | 1,260321903 | -0,5463321 | 0,158909408 |
| Enero 2003 / Diciembre 2003 | 0,01966834 | 0,012572649 | 0,648351648 | -0,51877133 | 0,096228301 |
| Enero 2004 / Diciembre 2004 | 0,01032504 | 0,003576921 | 0,412162162 | -0,51086957 | 0,067168743 |
| Enero 2005 / Diciembre 2005 | 0,0218092 | 0,017195856 | 0,405405405 | -0,28973607 | 0,068165105 |
| Enero 2006 / Diciembre 2006 | 0,01397622 | 0,01241277 | 0,292346299 | -0,19208633 | 0,061460321 |
| Enero 2007 / Diciembre 2007 | -0,00901433 | -0,00754717 | 2,281446541 | -0,45689125 | 0,15770612 |
| Enero 2008 / Diciembre 2008 | -0,03823863 | -0,018336023 | 0,372355503 | -0,50623849 | 0,119383906 |
| Enero 2009 / Diciembre 2009 | 0,02945005 | 0,017094849 | 0,740010947 | -0,49625784 | 0,116806224 |
| Enero 2010 / Diciembre 2010 | 0,01255067 | 0,006277567 | 0,470082436 | -0,35019608 | 0,081773616 |
| Enero 2011 / Diciembre 2011 | -0,01581748 | -0,008011723 | 0,384842469 | -0,38097635 | 0,089672626 |
| Enero 2012 / Diciembre 2012 | 0,01546996 | 0,014568529 | 0,353645267 | -0,33524103 | 0,082792718 |
| Enero 2013 / Diciembre 2013 | 0,00535186 | 0,000236705 | 0,489404642 | -0,20491029 | 0,063749723 |
| Enero 2014 / Diciembre 2014 | 0,00577858 | 0,000236705 | 0,489404642 | -0,20491029 | 0,063749723 |
| Enero 2015 / Diciembre 2015 | 0,00393707 | 0,004600875 | 0,33953125 | -0,32045896 | 0,097919769 |
| Enero 2016 / Diciembre 2016 | 0,00315883 | 0,001360422 | 0,433880264 | -0,22347961 | 0,101057434 |
| Enero 2017 / Diciembre 2017 | 0,01012791 | 0,008475621 | 0,55099483 | -0,21195983 | 0,060270668 |
| Enero 2018 / Mayo 2018 | -0,00308327 | 0,000362549 | 0,233539095 | -0,21854516 | 0,064327424 |
| Enero 2002 / Mayo 2018 | 0,00918519 | 0,001529637 | 2,281446541 | -0,5463321 | 0,431574374 |

La Tabla 3.2 muestra los resultados de esta estrategia. Específicamente, la tabla muestra el número (y porcentaje) de meses en que la cartera ganó al mercado para cada uno de los 16 años analizados y por el período restante de cinco meses. También muestra el resultado de todo el período, así como el valor de Z para todo el período.

Tabla 3.2: Análisis de resultados con alpha de Jensen y estadístico Z

| Año | Número de éxitos | Porcentaje de éxitos | Estadístico Z |
|-----------------------------|------------------|----------------------|---------------|
| Enero 2002 / Diciembre 2002 | 9 | 75,00% | |
| Enero 2003 / Diciembre 2003 | 9 | 75,00% | |
| Enero 2004 / Diciembre 2004 | 10 | 83,33% | |
| Enero 2005 / Diciembre 2005 | 6 | 50,00% | |
| Enero 2006 / Diciembre 2006 | 10 | 83,33% | |
| Enero 2007 / Diciembre 2007 | 11 | 91,67% | |
| Enero 2008 / Diciembre 2008 | 9 | 75,00% | |
| Enero 2009 / Diciembre 2009 | 9 | 75,00% | |
| Enero 2010 / Diciembre 2010 | 9 | 75,00% | |
| Enero 2011 / Diciembre 2011 | 6 | 50,00% | |
| Enero 2012 / Diciembre 2012 | 8 | 66,67% | |
| Enero 2013 / Diciembre 2013 | 7 | 58,33% | |
| Enero 2014 / Diciembre 2014 | 3 | 27,27% | |
| Enero 2015 / Diciembre 2015 | 8 | 66,67% | |
| Enero 2016 / Diciembre 2016 | 6 | 50,00% | |
| Enero 2017 / Diciembre 2017 | 9 | 75,00% | |
| Enero 2018 / Mayo 2018 | 3 | 60,00% | |
| Enero 2002 / Mayo 2018 | 132 | 67,35% | 4,857142857 |

Fuente: elaboración propia.

Con base en la Tabla 3.1, podemos concluir que el **CAPM proporciona una estrategia de inversión que supera ampliamente a la cartera del mercado**. La estrategia permite batir al mercado en 132 de los 196 meses analizados, representando 67.35%, si bien es cierto que este porcentaje se vería ligeramente reducido al considerarse la existencia de ciertos costes de transacción.

Este resultado es confirmado por el valor Z, que supera ampliamente la barrera de 1.96, lo que implica que los éxitos conseguidos por el inversor (en los meses en los que venció al mercado) **no se deben a la casualidad**.

Tomando cada año por sí solo, podemos observar que el CAPM, en doce (de 16) años así como en los últimos cinco meses analizados consigue batir al mercado en más de un 50% de las ocasiones, mientras que en tres años consigue batir al mercado en un 50% y en un año (2014) tan sólo consigue batirlo en tres meses. Es decir, en general se demuestra el mal funcionamiento del modelo o, lo que es lo mismo, la no eficiencia del mercado, salvo en el año 2014.

5. CONCLUSIONES

El objetivo de este trabajo es determinar si las estrategias basadas en el CAPM son capaces de ayudar a los inversores a obtener rendimientos extraordinarios, evitando deliberadamente una metodología compleja de inversión y optando por una prueba más intuitiva, aunque no menos científica.

Este análisis confirma que las estrategias basadas en CAPM ayudan a vencer al mercado fácilmente, lo que puede ser **interpretado como revelador de la ineficiencia del mercado ó como una señal del mal funcionamiento del modelo,** pues el único modo de lograr rentabilidades más altas debería pasar por asumir un mayor nivel de riesgo sistemático.

Se comprueba a la luz de los resultados obtenidos que el modelo CAPM es una **herramienta muy útil para los inversores a la hora de tomar decisiones** permitiéndoles obtener rentabilidades mayores que el mercado para un nivel de riesgo sistemático dado.

Suponiendo que el inversor ajusta sus posiciones al final de cada mes, se comprueba que es capaz de batir al mercado en aproximadamente un 70% de las veces, lo cual se puede considerar una ventaja más que suficiente, si bien se vería ligeramente mermada al considerarse los costes de transacción.

Además, una característica importante de este estudio es que **el comportamiento hipotético del inversor es perfectamente replicable,** porque él siempre actúa sobre la base de la información disponible en el mes relevante. Al estar basado el trabajo en el índice bursátil francés más relevante, el CAC 40, podemos afirmar que las conclusiones obtenidas son perfectamente aplicables a las acciones más representativas del mercado francés.

Finalmente se puede afirmar que **el CAPM se trata de un modelo de valoración de activos financieros válido y útil.** A pesar de que muchos otros modelos han aparecido con el paso de tiempo, intentando obtener mejores resultados que el CAPM o incluso acotando su funcionamiento, se demuestra que el modelo creado por William Sharpe en 1963 mantiene su efectividad y por ello sigue suponiendo un factor relevante a la hora de la toma de decisiones de los inversores bursátiles.

Bibliografía

ARRANZ, C., AVILÉS, F. (1992): “Operaciones Financieras” Edit. Estudios Financieros, Madrid.

GÓMEZ-BEZARES, F. FERRUZ, L. VARGAS, M. (2012): “¿Podemos batir al mercado con Beta? Un contraste intuitivo del CAPM”. Revista española de financiación y contabilidad, XLI (155), 333-352.

LACAMBRA, P. (2017): “Módulo 9: Gestión de carteras” Mat. EFPA España.

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), 13-37.

MOSSIN, J. (1966): "Equilibrium in a capital asset market". Econometrica, 34(4), 768-783.

MURPHY, J. (2000): “Análisis técnico de los mercados financieros” Edit. Gestión 2000, Grupo Planeta. Nueva York.

SHARPE, W. (1964): “Capital asset prices: A theory of market equilibrium under conditions of risk”. The Journal of Finance, 19(3), 425-442.

TREYNOR, J. (1965): "How to rate the management of investment funds?" Harvard Business Review, 43(1), 63-75.

Webgrafía

Hernández Pérez, I. Teoría de la cartera y análisis del riesgo financiero; Junio 2013 [Internet]. Madrid. [citado 11 jun 2018]. Disponible en: <https://www.gestiopolis.com/teoria-de-la-cartera-portafolio-y-el-analisis-de-riesgo-financiero/>

El Economista, Periódico financiero [Internet]. Madrid. [Actualizado 17 oct 2016; citado 13 jun 2018]. La importancia de diversificar la cartera. Disponible en: <http://www.eleconomista.es/mercados-cotizaciones/noticias/7894960/10/16/La-importancia-de-diversificar-la-cartera.html>

Euronext, Mercado bursátil francés. [Internet]. París. Normativa histórica CAC 40. [citado 13 jun 2018]. Disponible en: <https://www.euronext.com/en/products/indices/FR0003500008-XPAP/market-information>

Invertia, Periódico financiero digital. [Internet]. Madrid. Mercados, Bolsa, índices, y Gráficos. CAC 40. Disponible en:

<https://www.invertia.com/es/mercados/bolsa/indices/graficos/-/indice/cac-40/IB022CAC>

bnains, La bolsa para enanos [Internet]. París. Historial completo de la composición del CAC 40: lista de ingresos y salidas de valores del CAC 40 desde 1987 hasta hoy.

Disponible en: <https://www.bnains.org/archives/histocac/histocac.php>

ANEXO

Tabla 1A: Composición inicial CAC 40

| Composición Inicial | | | | | | | | | |
|---------------------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|
| ACCP | AIRP | ALCTL | APR | AXAF | BOUY | CARR | CASP | CBH | CFF |
| CGIP | CRIP | CMIP | DANO | DAR | DUM | ERAP | ESSI | HAC | HAVA |
| LAF | LEGD | LVMV | OREP | MICP | NMI | OCC | BNPP | PECH | PERP |
| PEUP | SG | SAN | SOGN | SLO | SLY | TEL | THO | VIV | |

Fuente: elaboración propia.

Tabla 2A: Composición histórica CAC 40

| Índice Bursátil CAC40 | | | | | | | | | | |
|-----------------------|-------------|------|------|------|--|-------------|------|------|--|--|
| Revisión | Inclusiones | | | | | Exclusiones | | | | |
| Nº | Fecha | | | | | | | | | |
| 1 | 27/05/1988 | MGER | SUE | | | TEL | OCC | | | |
| 2 | 03/08/1988 | CAPP | | | | DAR | | | | |
| 3 | 17/07/1989 | | | | | ALCTL | | | | |
| 4 | 01/08/1989 | CCF | | | | | | | | |
| 5 | 02/05/1990 | CNLP | MAT | UAP | | ESSI | NMI | PECH | | |
| 6 | 23/10/1990 | | | | | DUM | | | | |
| 7 | 10/12/1990 | SCHN | SPER | | | MGER | | | | |
| 8 | 02/12/1991 | TOTF | | | | APR | | | | |
| 9 | 19/03/1992 | EUD | | | | SPER | | | | |
| 10 | 25/01/1993 | | | | | MAT | | | | |
| 11 | 22/02/1993 | RPO | | | | | | | | |
| 12 | 28/09/1993 | SCH | | | | SCHN | | | | |
| 13 | 17/11/1993 | BNPP | CLF | PRO | | CNLP | CMIP | CRIP | | |
| 14 | 22/03/1994 | | | | | HAC | | | | |
| 15 | 20/04/1994 | LAG | | | | | | | | |
| 16 | 09/02/1995 | EUT | PPR | RENA | | CASP | CGIP | EUD | | |
| 17 | 18/07/1995 | SCHN | | | | SCHN | | | | |
| 18 | 14/11/1995 | EBS | | | | CFF | | | | |
| 19 | 09/12/1996 | | | | | UAP | | | | |
| 20 | 24/02/1997 | AGF | VIC | VAL | | EUT | SLO | | | |
| 21 | 25/07/1997 | UNR | | | | SUE | | | | |
| 22 | 12/11/1997 | FTE | STM | | | BOUY | PERP | | | |
| 23 | 22/12/1997 | | | | | CBH | | | | |
| 24 | 13/02/1998 | CAP | | | | | | | | |
| 25 | 22/05/1998 | SOD | | | | HAVA | | | | |
| 26 | 26/05/1998 | BNPP | | | | BNPP | | | | |
| 27 | 22/02/1999 | | | | | BNPP | | | | |

| | | | | | | |
|----|------------|-------|------|--|-------|------|
| 28 | 03/03/1999 | CASP | | | UNR | |
| 29 | 25/05/1999 | SAN | | | SAN | |
| 30 | 20/07/1999 | EQU | | | BIC | |
| 31 | 07/09/1999 | CLY | | | | |
| 32 | 24/09/1999 | | | | ERAP | PRO |
| 33 | 25/10/1999 | | | | CLF | |
| 34 | 29/10/1999 | BOUY | | | EBS | |
| 35 | 05/11/1999 | ALSO | AMA | | | |
| 36 | 06/12/1999 | DEX | | | | |
| 37 | 10/05/2000 | TF1 | | | LEGD | |
| 38 | 26/06/2000 | | | | CCF | |
| 39 | 10/07/2000 | EADS | | | AMA | |
| 40 | 23/08/2000 | THM | | | | |
| 41 | 11/12/2000 | VIV | | | VIV | CNLP |
| 42 | 21/12/2000 | DAS | | | | |
| 43 | 04/05/2001 | ORAN | | | EQU | |
| 45 | 08/08/2001 | VEOEY | | | VLOF | |
| 46 | 03/04/2002 | SGEF | | | ALSO | |
| 47 | 06/08/2002 | CAGR | | | DAS | |
| 48 | 07/09/2003 | | | | CLY | |
| 49 | 11/07/2003 | PERP | | | | |
| 50 | 21/11/2003 | ARC | | | ORAN | |
| 51 | 19/06/2004 | | | | RPO | |
| 52 | 01/10/2004 | PUBP | | | | |
| 53 | 03/01/2005 | ESSI | | | SOD | |
| 54 | 01/09/2005 | ENGIE | | | CASP | |
| 55 | 19/12/2005 | EDF | | | TF1 | |
| 56 | 28/07/2006 | ALSO | | | THO | |
| 57 | 18/09/2006 | MS | | | ARC | |
| 58 | 18/12/2006 | VLLP | | | PUBP | |
| 59 | 18/06/2007 | AIRF | UNBP | | THO | |
| 60 | 03/09/2007 | ARC | | | MS | |
| 61 | 22/07/2008 | | | | SUE | |
| 62 | 22/09/2008 | SEVI | | | | |
| 63 | 21/09/2009 | FTI | | | AIRF | |
| 64 | 02/07/2010 | EDEN | | | | |
| 65 | 05/07/2010 | | | | EDEN | |
| 67 | 20/09/2010 | CNAT | PUBP | | DEX | LAG |
| 68 | 16/09/2011 | | | | CNAT | |
| 69 | 19/09/2011 | SAF | | | | |
| 70 | 16/12/2011 | | | | SUEZ | |
| 71 | 19/12/2011 | LEGD | | | | |
| 72 | 21/09/2012 | | | | PEUP | |
| 73 | 24/09/2012 | SOLB | | | | |
| 74 | 21/12/2012 | | | | ALCTL | |

| | | | | | |
|----|------------|-------|-----|--|-------|
| 75 | 24/12/2012 | GTO | | | |
| 76 | 20/12/2013 | | | | STM |
| 78 | 23/12/2013 | ALCTL | | | |
| 79 | 18/06/2014 | | | | VLLP |
| 80 | 21/06/2014 | VLOF | | | |
| 81 | 18/03/2015 | | | | GTO |
| 82 | 21/03/2015 | PEUP | | | |
| 83 | 18/12/2015 | | | | EDF |
| 84 | 21/12/2015 | LOIM | | | |
| 85 | 06/01/2016 | | | | ALCTL |
| 86 | 07/01/2016 | NOKIA | | | |
| 87 | 18/03/2016 | | | | ALSO |
| 88 | 21/03/2016 | EXHO | | | |
| 89 | 18/03/2017 | | | | NOKIA |
| 90 | 20/03/2017 | ATOS | STM | | LOIM |
| 91 | 18/06/2018 | LAF | | | HERI |

Fuente: elaboración propia

Tabla 3B: Acciones no incluidas en el ensayo

| | |
|--|---|
| <p>Antes de 1997</p> | <p>ARJOMARI-PRIOUX, Credit Bancaire, Credit F. France, CGIP, Chargeurs, Club Mediterranee, Darty, Dumez, Elf Aquitaine, Havas, Navigation Mixte, Occidentale (Gle), Pechelbronn, Saint Louis, Source Perrier, Eurotunnel</p> |
| <p>Menos de 36 meses</p> | <p>CCF Erdania Beghin Say Usinor Equant Crédit Lyonnais Aerospatiale Matra Edenred Nokia</p> |
| <p>Fusiones</p> | <p>Matra + Hachette > Matra Hachette Merlin Gérin + SPEP > Schneider Rhone Poulenc + Aventis > Sanofi</p> |
| <p>Ofertas Publicas de Adquisición (OPAs)</p> | <p>Télémecanique > Scheinder Promodès > Carrefour France Télécom > Orange UAP > Axa</p> |

Fuente: elaboración propia

