



Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales

MODELOS DE VALORACIÓN DE ACTIVOS FINANCIEROS APLICADOS A ICAHN ENTERPRISES

Autor: Lucila Inés Martínez

Director: Pedro Manuel Mirete Ferrer

MADRID | Abril, 2021

RESUMEN

Con este trabajo se van a analizar las rentabilidades obtenidas por las acciones de Icahn Enterprises (IEP), conglomerado fundado por uno de los mayores inversores de la historia, Carl Icahn, a través de distintos modelos de valoración de activos financieros. Para conocer mejor acerca de cómo evaluar los resultados de activos financieros, se comenzará con una explicación sobre la evolución de distintos modelos factoriales que existen y se profundizará sobre los factores que los componen.

A la hora de realizar la valoración de las rentabilidades de IEP, se seleccionarán tres modelos estudiados: el Modelo CAPM, el Modelo de Tres Factores de Fama y French y, por último, el Modelo de Cinco Factores de Fama y French. Además, se compararán las rentabilidades de IEP con las del índice S&P 500. Las regresiones se realizan con un formato simplificado con datos de serie temporal y se buscará encontrar el modelo que mejor explica dichas rentabilidades y los factores que más influyen en éstas a través de modelos econométricos. Así pues, se encontrarán los factores que explican las altas rentabilidades de Carl Icahn.

Palabras clave: inversión en factores, modelos de valoración, Teoría Moderna de Carteras, rentabilidad, riesgo.

ABSTRACT

This paper will analyze the returns obtained by the shares of Icahn Enterprises (IEP), a conglomerate founded by one of the largest investors in history, Carl Icahn, through different financial asset valuation models. To learn more about how to evaluate the performance of financial assets, we will begin with an explanation of the evolution of the different factor models that exist.

When evaluating the returns of IEP, three models studied will be selected: the CAPM Model, the Fama and French Three-Factor Model and, finally, the Fama and French Five-Factor Model. In addition, the returns of IEP will be compared with those of the S&P 500 index. The regressions are performed in a simplified format with time series data, and we will seek to find the model that best explains these returns and the factors that most influence them through econometric models. Thus, the factors that explain Carl Icahn's high returns will be found.

Keywords: factor investing, valuation models, Modern Portfolio Theory, returns, risk.

ÍNDICE

1.	Introducción	8
1.1.	Objetivos	9
1.2.	Estructura	9
PARTE I: MARCO TEÓRICO		11
2.	Factor investing	11
2.2.	Origen de los modelos factoriales	11
2.3.	Importancia de los Factores en los Modelos de Valoración	12
3.	Teoría Moderna de Carteras	14
3.1.	Introducción al modelo	14
3.2.	Hipótesis	14
3.3.	Formulación matemática	14
3.4.	La Frontera Eficiente	16
4.	El modelo CAPM	17
4.1.	Introducción al modelo	17
4.2.	Capital Market Line (CML)	17
4.3.	Hipótesis	18
4.4.	Formulación matemática	19
4.5.	Beta	19
4.6.	Security Market Line (SML)	20
4.7.	Aplicaciones del modelo	21
4.8.	Limitaciones del modelo	22
5.	Modelos factoriales de Fama y French	23
5.1.	Modelo de Tres Factores	23
5.1.1.	Variables	23
5.1.2.	Formulación matemática	26
5.2.	Modelo de Cinco Factores	26

5.2.1. Variables	26
5.2.2. Formulación matemática	29
PARTE II: APLICACIÓN EMPÍRICA	31
6. Introducción al análisis	31
7. Metodología y recopilación de datos	32
8. Variables	33
8.1. Estadísticos descriptivos	34
9. Análisis de la rentabilidad de Icahn Enterprises	35
9.1. Modelo CAPM	35
9.2. Modelo de Tres Factores de Fama y French	39
9.3. Modelo de Cinco Factores de Fama y French	43
10. Conclusiones	48
11. Bibliografía	49

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Frontera Eficiente _____	16
Gráfico 2: Capital Market Line (CML) _____	18
Gráfico 3: Security Market Line (SML) _____	20
Gráfico 4: Comparación entre las rentabilidades de IEP y el S&P 500 _____	35
Gráfico 5: Capacidad de predicción del modelo CAPM _____	38
Gráfico 6: Capacidad de predicción del Modelo de Tres Factores _____	42
Gráfico 7: Capacidad de predicción del Modelo de Cinco Factores _____	46

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: variables SMB y HML _____	25
Tabla 2: variables SMB y RMW _____	27
Tabla 3: variables SMB y CMA _____	27
Tabla 4: descripción de las variables _____	33
Tabla 5: estadísticos descriptivos de las variables _____	34
Tabla 6: Resultados CAPM _____	36
Tabla 7: Resultados Modelo de Tres Factores _____	39
Tabla 8: Matriz de correlaciones 3 factores _____	41
Tabla 9: VIF 3 factores _____	41
Tabla 10: Resultados Modelo de Cinco Factores _____	43
Tabla 11: Matriz de correlaciones 5 factores _____	45
Tabla 12: VIF 5 factores _____	46

1. Introducción

La elección de una buena cartera de acciones es una de las decisiones más importantes por parte de los inversores. Con el objetivo de encontrar la cartera eficiente y dejando de lado la gestión activa de las inversiones, se han ido creando los modelos a los que conocemos como factoriales.

La inversión por factores es una tendencia que ha ido surgiendo entre las inversiones en los últimos años, mayoritariamente desde la crisis del 2008. El propósito de esta forma de inversión es trasladar las inversiones con gestión activa a una de factores en el que se intenta encontrar los factores de riesgo de las acciones, conocidos como *Equity Risk Factors* (Muro, 2017). Esto se debe a que se ha descubierto que la gestión activa de carteras a largo plazo muestra rentabilidades inferiores que en la gestión pasiva. El objetivo del *factor investing* es aumentar la rentabilidad de las acciones. Además, este tipo de inversión tiene un menor coste que la gestión activa (Muro, 2017).

La inversión en factores es un enfoque sistemático¹ para transformar la forma de invertir en una estrategia para encontrar las partes de los mercados financieros que obtienen mejores rendimientos a largo plazo (Centineo y Centineo, 2017).

A partir de diversos papers académicos se encuentra que dos de los factores más determinantes para las rentabilidades de los activos son el tamaño y el valor. Las empresas de menor tamaño influyen en las carteras de forma positiva y se obtienen mayores rentabilidades con ellas, al igual que las empresas con alto valor *book-to-market*.

Conocer estos factores es fundamental a la hora de seleccionar una cartera adecuada, que funcione en el largo plazo y asegure al inversor obtener altas rentabilidades. Esto demuestra la importancia de conocer las empresas en las que se invierte y además ser capaz de mantener una inversión a largo plazo para obtener mayores rentabilidades, ya que por el contrario sería lo mismo que una lotería.

¹ Sistemático, ca. Adj. Que sigue o se ajusta a un sistema (RAE, 2020)

1.1.Objetivos

Este trabajo se va a centrar en tres objetivos principales. En primer lugar, se desarrollará una parte teórica en la que se profundizará en distintos modelos factoriales, sus orígenes, hipótesis y formulación matemática con el objetivo de encontrar el modelo que teóricamente es mejor para valorar activos financieros.

En segundo lugar, se procederá a aplicar de forma empírica tres de los modelos factoriales previamente definidos, el modelo CAPM, el Modelo de tres Factores de Fama y French y, por último, el Modelo de Cinco Factores de Fama y French. Para ello, se seleccionará el vehículo de inversión de Carl Icahn, Icahn Enterprises y se analizarán las rentabilidades de este activo según los factores de cada uno de los modelos. De esta manera, se busca comparar los tres modelos para concluir cuál de estos es mejor a la hora de explicar las rentabilidades de Icahn Enterprises y ver si el modelo seleccionado coincide con el mejor modelo según la teoría.

El último objetivo de este trabajo es, una vez seleccionado el modelo más apropiado y que mejor representa las rentabilidades de Icahn Enterprises, encontrar cuáles son los factores más significativos para explicar dichas rentabilidades.

1.2.Estructura

Este trabajo está compuesto por dos grandes bloques. En primer lugar, la parte teórica que consistirá en una revisión de la literatura académica sobre los modelos factoriales. Se va a comenzar con una breve introducción sobre el origen de los modelos factoriales y la importancia de dichos factores. A continuación, se explicará la Teoría Moderna de Carteras con la Frontera Eficiente de Markowitz, la cuál además se observará de forma gráfica, y las hipótesis de las que parte el modelo. Se continuará con el Modelo CAPM, que es fundamental para definir el resto de los modelos factoriales. De este modelo, se observarán sus hipótesis, formulación matemática, su representación gráfica a partir de la Security Market Line y se comentarán las limitaciones que hacen que el modelo sea ineficiente. Luego, se explicarán el Modelo de Tres Factores y el Modelo de Cinco Factores de Fama y French, así como la forma a partir de la que se obtienen los factores que conforman la regresión y su formulación matemática.

El segundo bloque consistirá en una aplicación empírica de los tres modelos expuestos en la parte teórica: el CAPM, el Modelo de Tres Factores de Fama y French y el Modelo de Cinco Factores de Fama y French. En esta parte se busca encontrar la explicación a las rentabilidades de Icahn Enterprises. Se ha elegido a este conglomerado fundado por el inversor Carl Icahn porque utiliza una estrategia de inversión distinta a la de otros inversores y es por esto por lo que se busca cuáles son los factores que más influyen en esta estrategia. Para la consecución de los objetivos, se realizarán las regresiones de los modelos y se comentarán los parámetros obtenidos. Además, se contrastarán diversos tests econométricos para comprobar la fiabilidad de los modelos.

Por último, se encontrarán conclusiones acerca de los dos bloques del trabajo para cumplir con los objetivos previamente establecidos.

PARTE I: MARCO TEÓRICO

2. Factor investing

2.2. Origen de los modelos factoriales

El origen de los modelos factoriales comienza con la frontera eficiente de Markowitz². A partir de esta teoría, surge el modelo CAPM, ideado por Litner, Sharpe y Treynor. El modelo CAPM es el primer modelo que conocemos para explicar las rentabilidades de los activos financieros. Este es un modelo que tiene en cuenta dos tipos de riesgos: el riesgo específico y el riesgo sistemático. El riesgo sistemático es el que indica la rentabilidad que se va a obtener, puesto que es un riesgo no diversificable (Muro, 2017).

Surge el planteamiento de la creación de nuevos modelos de valoración en los años 70, puesto que el modelo CAPM partía de diversas hipótesis ficticias donde el mercado es eficiente³ y los inversores toman decisiones puramente racionales (Centineo y Centineo, 2017). Además, se demuestra la falta de eficacia del conocido modelo con diversos estudios que demostraban que la beta del mercado no explicaba bien la rentabilidad de compañías pequeñas y de bajo PER (Muro, 2017).

Una vez llegó la revolución tecnológica, se pudo comenzar a realizar distintos análisis empíricos sobre los precios de las acciones. En este momento empiezan a surgir nuevas teorías para explicar los precios de los activos, como hicieron Robert Haugen y James Heins (1972; 1975) cuando se dieron cuenta de que el riesgo y la rentabilidad no tienen una relación lineal y que los activos con bajo riesgo podían obtener una mayor rentabilidad de la que se pensaba (Centineo y Centineo, 2017).

En el año 1976, Ross elabora su teoría del arbitraje (APT), con la que se empieza a crear un modelo de más factores que el CAPM para la valoración de activos financieros. El modelo tiene en cuenta factores macroeconómicos y el riesgo sistemático, que no solo depende del riesgo de mercado. Sin embargo, la teoría del arbitraje no es suficiente al no explicarse bien los

² La frontera eficiente de Markowitz pretende encontrar la máxima rentabilidad posible para un determinado riesgo, o de la misma manera, para cierto nivel de rentabilidad, representar el mínimo riesgo posible (Mendizábal, Miera y Zubia, 2002)

³ Cuando un mercado es eficiente los precios representan toda la información tanto pública como privada. De esta manera, todos los inversores conocen los datos de las compañías de la misma manera y no pueden ganar al mercado de forma consistente.

factores y, por esa razón, es necesario seguir avanzando en la búsqueda de nuevos modelos (Muro, 2017).

Finalmente, en los años 90 aparece el estudio de Fama y French, en el que se encuentra que el rendimiento de las acciones no solo se explica por el riesgo del mercado (Centineo y Centineo, 2017), sino que se incluye al modelo CAPM un factor de tamaño de la empresa y un factor de valor, de forma que se arreglaba el problema que mostraba el modelo anterior. El primer modelo de Fama y French contaba solo con estos dos factores anteriores y el de la prima de riesgo del mercado que ya se encontraba en el CAPM, pero posteriormente se ha ido mejorando hasta el que hay actualmente, el Modelo de Cinco Factores de Fama y French (Muro, 2017).

A partir de Fama y French vinieron más teorías entre las que destaca la de Jegadeesh y Titman en 1993, donde se prueba que las compañías que habían mostrado buena rentabilidad en el pasado, también lo harán en el futuro. Esto es lo que se denomina *momentum effect* (Centineo y Centineo, 2017).

Así es como cada vez más los inversores empezaron a elegir sus carteras siguiendo los modelos de *factor investing*.

2.3. Importancia de los Factores en los Modelos de Valoración

En la teoría moderna de carteras, es clave la identificación de factores, puesto que se buscan las características que explican los riesgos y retornos de las inversiones. Cada una de las teorías que han ido surgiendo intentan explicar cuáles son estos factores. Los distintos factores según cada modelo se explicarán más adelante.

Se encuentran tres categorías para identificar factores: los factores macroeconómicos, los factores estadísticos y los factores fundamentales. Entre todos los factores macroeconómicos se destacan las medidas de la inflación, el PIB o cambios en el rendimiento. Los factores estadísticos se identifican a partir de la estadística con teorías como la del análisis de componentes principales. Pero los factores más utilizados son los fundamentales, que son los

que provienen del análisis fundamental⁴ y técnico⁵ de las características de las acciones (Bender, Briand, Melas y Subramanian, 2013).

Aunque todos estos factores logran explicar los rendimientos, hay alguno como el crecimiento y la liquidez que no muestran buenos resultados a largo plazo. Por esto, se distingue entre factores generales y los *risk premia factors*. Estos últimos son los que muestran buenos rendimientos a largo plazo con altas primas y están expuestos al riesgo sistemático. En el modelo que se explicará después, el de Fama y French, solo se utilizan estos factores de prima de riesgo, lo que hace que el modelo sea más sostenible a largo plazo (Bender, Briand, Melas y Subramanian, 2013).

Los factores sistemáticos más utilizados y los que muestran rendimientos superiores al mercado son los siguientes (Bender, Briand, Melas y Subramanian, 2013):

- Valor. Las empresas con un precio menor a su valor fundamental obtienen rentabilidades más altas.
- Tamaño (*Market capitalization*). Las empresas de menor tamaño muestran rentabilidades más altas a largo plazo.
- *Momentum*, altas rentabilidades en activos que ya han mostrado buenas rentabilidades en el pasado.
- Volatilidad. Las acciones con menor volatilidad son las que muestran mejores retornos en los dividendos.
- Rendimiento de los dividendos.
- Calidad. Los activos más estables con unas buenas métricas de calidad obtienen mejores rendimientos.

La identificación y buena aplicación del conocimiento de estos factores es muy importante para todo tipo de inversores. De esta manera, puede explicar y asegurarse obtener altos rendimientos sin depender de una gestión activa, la cual muestra altos costes y menores rentabilidades que con la gestión pasiva.

⁴ El análisis fundamental (Graham y Dodd, 1934) calcula el valor de las acciones a partir de los datos de los balances de la empresa (BBVA, 2018).

⁵ El análisis técnico (Dow, finales del siglo XIX) estudia los movimientos del mercado a partir de gráficas para la predicción del precio de las acciones en el futuro (BBVA,2018)

3. Teoría Moderna de Carteras

3.1.Introducción al modelo

Harry Markowitz (1952) estableció el origen de la Teoría Moderna de Carteras, donde indicó que para seleccionar una cartera de inversiones hay dos fases. La primera fase empieza por la experiencia y la observación y termina por las creencias sobre el rendimiento del activo en el futuro. Sin embargo, la fase en la que se centra es la segunda, que es la que empieza por las creencias mencionadas anteriormente y termina con la elección de la cartera.

El desarrollo del modelo de Markowitz para encontrar la composición óptima de valores parte de la hipótesis de que los inversores tienen que tratar de maximizar las rentabilidades de sus inversiones, por lo que se buscan altos rendimientos esperados y bajas fluctuaciones del mercado. Por tanto, Markowitz (1952) define que la selección de la cartera de los inversores tiene que depender a su vez de la maximización de las rentabilidades esperadas y la minimización de los riesgos de la cartera. Más allá, la cartera no deberá seleccionarse teniendo en cuenta las características individuales de rentabilidad-riesgo de cada activo financiero, sino de la cartera en conjunto (Markowitz, 1952).

3.2.Hipótesis

La aportación de Markowitz (1952) a la Teoría Moderna de Carteras se fundamenta en las siguientes hipótesis (Mangram, 2013): a) Los inversores toman las decisiones de forma racional, b) para asumir un mayor riesgo, los inversores buscan una mayor rentabilidad, c) los inversores reciben toda la información relevante acerca de su elección, d) los inversores pueden utilizar la tasa libre de riesgo del mercado de forma ilimitada, e) el mercado es eficiente, f) el mercado no tiene ningún tipo de coste o intereses y g) la cartera de un inversor puede contener acciones con un rendimiento independiente con respecto al resto de las acciones que forman parte de la cartera.

3.3.Formulación matemática

En cuanto a la formulación matemática del modelo de Markowitz, se trata de encontrar la combinación de ponderaciones (w_i) por cada una de las acciones pertenecientes a la cartera que minimiza el riesgo para una determinada rentabilidad esperada o, por el contrario, maximizando la rentabilidad esperada para cierto nivel de riesgo (Franco-Arbeláez, Avedaño-Rúa y Barbutín-Díaz, 2011). Por tanto, para encontrar las ponderaciones que maximizan la

rentabilidad esperada de la cartera sabiendo el riesgo máximo que el inversor está dispuesto a afrontar:

$$\text{Max } E(R_p) = \sum_{i=1}^n w_i E(R_i)$$

Sujeto a las restricciones:

$$\sigma^2(R_p) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i w_j \sigma_i \sigma_j \rho_{i,j} \leq V^*$$

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1; \quad \&. \quad w_i \geq 0$$

Siendo $E(R_p)$ la rentabilidad esperada de la cartera, $E(R_i)$ la rentabilidad esperada del activo, w_i y w_j la ponderación de los activos i y j , $\sigma^2(R_p)$ la varianza de la rentabilidad de la cartera, σ_i y σ_j la desviación típica de los activos i y j , $\rho_{i,j}$ la correlación entre los activos i , j y V^* la varianza máxima esperada. Las restricciones señalan que la suma de las ponderaciones tiene que ser mayor que el 0% e igual al 100%.

De la manera contraria, para encontrar las ponderaciones que minimizan el riesgo, conociendo la rentabilidad esperada por el inversor:

$$\text{Min } \sigma^2(R_p) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i w_j \sigma_i \sigma_j \rho_{i,j}$$

Sujeto a las restricciones:

$$E(R_p) = \sum_{i=1}^n w_i E(R_i) \geq R^*$$

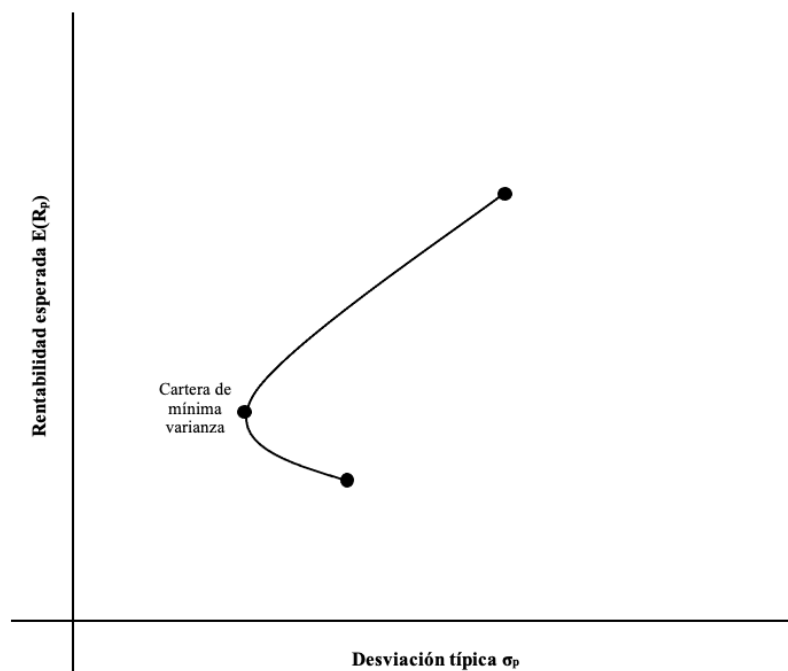
$$\sum_{i=1}^n w_i = 1; \quad \&. \quad w_i \geq 0$$

Donde R^* es el rendimiento mínimo esperado.

3.4.La Frontera Eficiente

Una vez conocidas las rentabilidades y los riesgos de las carteras formadas por las diferentes posibilidades de ponderación, se puede dibujar la Frontera Eficiente, que es la que ayudará al inversor a tomar la decisión sobre cuál es la cartera que debería elegir. Las carteras eficientes serán aquellas que maximicen la rentabilidad para un riesgo dado, o minimicen el riesgo para una rentabilidad establecida. De esta manera, todas las carteras que estén por debajo de la cartera de mínima varianza no son eficientes, puesto que se obtendría menos rentabilidad para mayor riesgo. El resto de las carteras que se sitúan por encima de la cartera de mínima varianza son eficientes, por lo que, dependiendo del inversor y su aversión al riesgo, podrá elegir la cartera que sea óptima para sus necesidades (Markowitz, 1952). En la Ilustración 1 se ve un ejemplo de Frontera Eficiente en la que se indica la cartera de mínima varianza.

Gráfico 1: Frontera Eficiente



Fuente: elaboración propia basada en Markowitz (1952)

Las principales conclusiones que se obtienen de este modelo son: a) se reduce el riesgo con una cartera diversa, b) Markowitz se centra en reducir y manejar el riesgo y c) a partir de este modelo surgen las teorías más utilizadas actualmente para la selección de las inversiones.

4. El modelo CAPM

4.1. Introducción al modelo

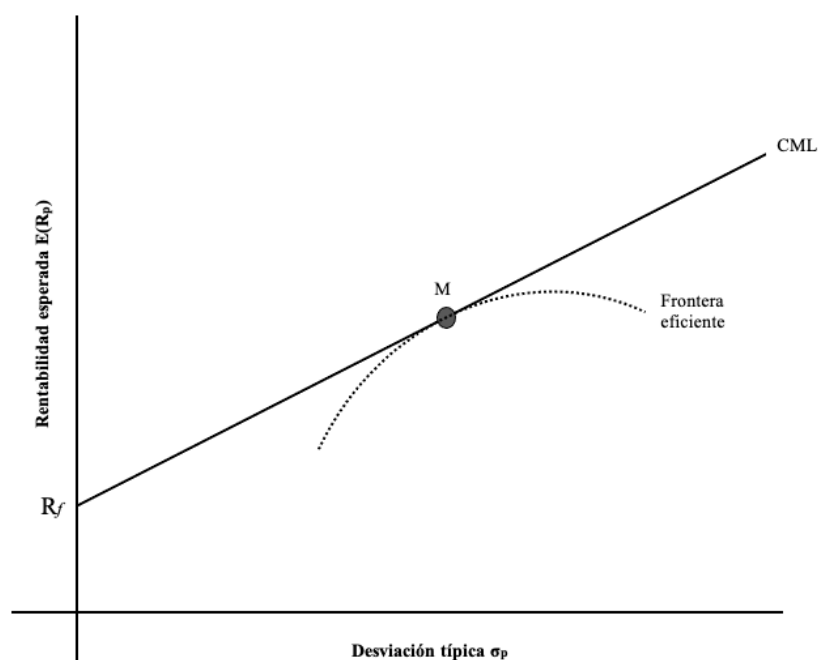
El modelo CAPM (*Capital Asset Pricing Model*, en español Modelo de Valoración de Activos Financieros) es el modelo más utilizado para determinar el coste de capital de las empresas y está basado en la Teoría Moderna de Carteras y la Frontera Eficiente de Markowitz, donde los inversores solo se preocupan por los rendimientos esperados y el riesgo y escogen las carteras más eficientes teniendo en cuenta el mínimo riesgo para una determinada rentabilidad esperada y, por el contrario, dado el riesgo, la cartera que consigue maximizar las rentabilidades (Fama y French, 2004).

El modelo de fijación de precios de activos de capital CAPM fue ideado por Jack Treynor (1962), William Sharpe (1964), John Lintner (1965) y Jan Mossin (1966), los cuales remodelan el pensamiento de Markowitz facilitando la relación que existe entre el riesgo y el rendimiento.

4.2. Capital Market Line (CML)

En el modelo CAPM se agrega el factor de la tasa libre de riesgo a la frontera eficiente de Markowitz, la cual se forma enfrentando el riesgo a la rentabilidad. Para ello, se traza una línea tangente a la frontera eficiente en el punto M que parte desde la tasa libre de riesgo, a la que se denomina *Capital Market Line* (CML). La CML es elaborada por Tobin (1957) en su Teoría de la Separación. Con esta línea se busca encontrar las combinaciones de la tasa libre de riesgo con la cartera M, que es la cartera con valor de mercado, para un determinado riesgo. De esta manera, se puede pedir prestado R_f para todas las combinaciones con la cartera M que se sitúen en la línea CML por debajo del punto de la cartera M. Por el contrario, se puede prestar el activo libre de riesgo R_f para todas las combinaciones que se encuentren en la línea CML por encima del punto de la cartera del mercado (M). Más allá, los puntos que se encuentran encima de la CML no son alcanzables.

Gráfico 2: Capital Market Line (CML)



Fuente: elaboración propia basada en Tobin (1957)

La recta CML trazada en el gráfico anterior se expresa como:

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

Donde $E(R_p)$ es la rentabilidad esperada de la cartera, R_f representa el rendimiento del activo libre de riesgo, $E(R_M)$ es la rentabilidad esperada de la cartera del mercado (M), σ_M es la desviación típica como unidad de riesgo del mercado y σ_p es la desviación típica como unidad de riesgo de la cartera del inversor.

4.3. Hipótesis

De acuerdo con Jensen (1972) y Sabal (2009), el modelo CAPM parte de las siguientes hipótesis (Martínez, Ledesma y Russo, 2013): a) los rendimientos de los activos financieros siguen una distribución normal, b) las inversiones analizadas por el modelo están compuestas en el mismo período de tiempo, c) no existen limitaciones en la cantidad de activos que se pueden invertir, es decir, los activos son divisibles, d) el mercado es eficiente, todos los

inversores tienen acceso a la información de éste y tienen expectativas homogéneas con respecto a las rentabilidades, no existen costes de transacción ni impuestos, e) el mercado está atomizado, f) la tasa libre de riesgo se puede prestar o pedir prestada de forma ilimitada.

4.4. Formulación matemática

Dados los anteriores supuestos, el modelo CAPM se conforma por carteras eficientes y la existencia de equilibrio en el mercado (Martínez, Ledesma y Russo, 2013). De esta manera, el modelo se calcula siguiendo la ecuación:

$$E(R_i) = R_f + \beta_i(R_M - R_f)$$

Sujeto a beta:

$$\beta = \frac{Cov(R_i, R_M)}{Var(R_M)}$$

Donde $E(R_i)$ es la rentabilidad esperada del activo i , R_f la tasa de retorno del activo libre de riesgo, R_M la rentabilidad esperada de la cartera del mercado, $(R_M - R_f)$ la prima de riesgo del mercado y β_i la medida de la sensibilidad del activo con respecto a los movimientos del mercado, es decir, el riesgo del mercado.

4.5. Beta

Siguiendo la formulación anterior, el factor beta representa la cantidad de riesgo con respecto a la cartera del mercado. De esta manera, Sharpe muestra que, dentro de un mercado eficiente, la rentabilidad esperada de las acciones viene determinada por su covarianza, la cual está relacionada con el rendimiento de su cartera (Martínez, Ledesma y Russo, 2013). La beta captura el riesgo sistemático del activo, es decir, la proporción del riesgo del activo que no se puede eliminar con la diversificación. El cálculo de la beta suele estar basado en los retornos históricos y se interpreta así:

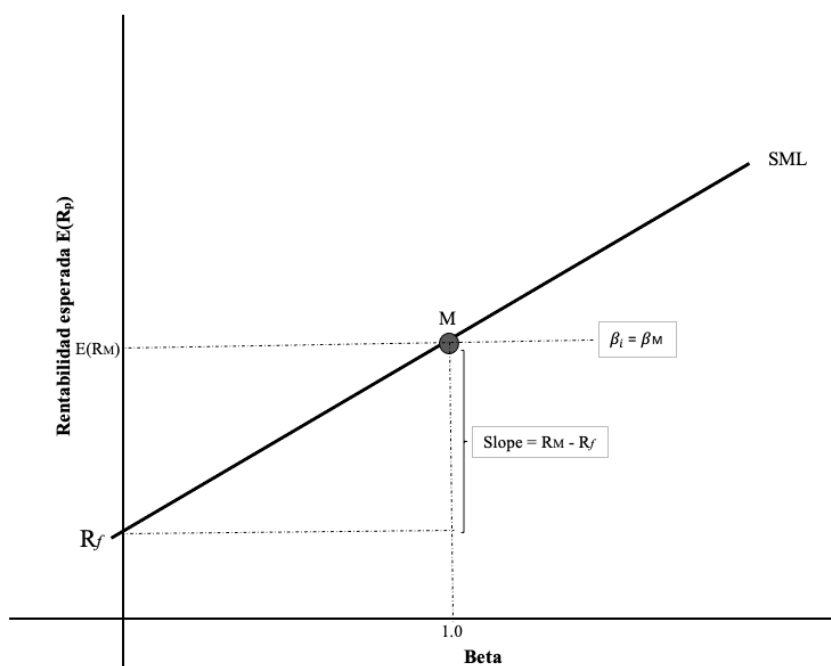
- $\beta_i = 0$, indica que el riesgo del mercado es cero, por lo que se espera la rentabilidad del activo libre de riesgo.
- $\beta_i = 1$, se esperan las mismas rentabilidades que las del mercado.
- $\beta_i > 1$, se esperan mayores rentabilidades que las del mercado.
- $\beta_i < 1$ se esperan rendimientos inferiores a los del mercado.

4.6. Security Market Line (SML)

La *Security Market Line* (SML) es la representación gráfica del modelo CAPM. En la línea SML el mercado se utiliza como punto de referencia, con una beta de 1, y otros valores con diferente riesgo sistemático se comparan con el mercado para ilustrar el equilibrio conceptual entre riesgo y recompensa. Así, la SML representa la relación lineal entre el riesgo sistemático medido como beta y la rentabilidad esperada (Finch, Fraser, Scheff, 2011).

De esta manera, los activos que se encuentren en la *Security Market Line* son consistentes con su riesgo sistemático. Por un lado, los activos con un rendimiento-riesgo por encima de la SML se consideran infravalorados, ya que indica que se van a recibir rendimientos mayores de los correspondientes según su riesgo sistemático (beta) y será un activo más atractivo para los inversores. La alta demanda del activo llevará a que este suba su precio hasta ajustarse a la relación entre el rendimiento y el riesgo indicado por la SML. Por el lado contrario, los activos con un rendimiento-riesgo inferiores a la SML están sobrevalorados, puesto que tendrán un rendimiento inferior al correspondiente según su riesgo sistemático y, por tanto, serán activos menos atractivos en el mercado. De la misma manera que pasa con los activos infravalorados, los activos sobrevalorados irán ajustando su precio hasta adaptarse a la SML (Van Horne, 2002). En el Gráfico 3 se indica una aproximación a la *Security Market Line*.

Gráfico 3: Security Market Line (SML)



Fuente: elaboración propia basada en CFA Institute

4.7. Aplicaciones del modelo

El modelo CAPM se utiliza para la selección de activos financieros y para estimar la rentabilidad esperada de estos. Pero, además, implica que el valor de un activo de una empresa no solo depende de la compañía, sino también de otros activos disponibles en el mercado. Las decisiones sobre la rentabilidad esperada y el riesgo sistemático son las que afectan a la valoración de la empresa, ya que el riesgo no sistemático se puede eliminar con la diversificación y es por esto por lo que el modelo no tiene a este último en cuenta (Van Horne, 2002).

Para la evaluación de resultados se pueden utilizar muchas métricas, entre las que se destacan el ratio de Sharpe, que se centra en el riesgo total, el ratio de Treynor, que mide el riesgo sistemático y el alpha de Jensen, que estima la beta de una cartera para determinar una rentabilidad ajustada al riesgo. Además, el alpha de Jensen mide los rendimientos extra de los activos. Si se cuenta con una cartera diversificada, la medida del ratio de Treynor es más eficiente que la de Sharpe.

$$\text{Ratio de Sharpe} = \frac{R_p - R_f}{\sigma_p}$$

$$\text{Ratio de Treynor} = \frac{R_p - R_f}{\beta_p}$$

$$\text{Alpha de Jensen} \rightarrow \alpha_p = R_p - [R_f + \beta_p(R_M - R_f)]$$

Donde R_p es la rentabilidad de la cartera, R_f es la rentabilidad del activo libre de riesgo, σ_p es la desviación típica de la cartera, β_p es la beta o riesgo sistemático de la cartera y α_p es el alpha de la cartera, es decir, sus rendimientos extra.

El modelo CAPM logra determinar el tipo de descuento adecuado para los dividendos esperados a su valor actual teniendo en cuenta la tasa libre de riesgo más una prima que compense el riesgo sistemático asociado al flujo de dividendos esperado. A mayor riesgo sistemático, mayor prima de riesgo y rentabilidad esperada y menor valor del activo. Utilizando el CAPM las decisiones de las compañías se realizan en un contexto de mercado, pero si se tienen en cuenta las hipótesis de las que parte el modelo, se puede determinar que este no es eficaz (Van Horne, 2002).

4.8.Limitaciones del modelo

El modelo CAPM parte de unos supuestos ideales que hacen que este modelo tenga una utilidad limitada. Según Van Horne (2002), estas son algunas de las problemáticas con las que se encuentra este modelo:

a) Vencimiento del activo libre de riesgo

En el modelo CAPM se utilizan las letras del Tesoro como activo libre de riesgo. Hay un desacuerdo en cuanto a su vencimiento puesto que el CAPM es un modelo de un solo periodo y las letras del Tesoro son un tipo de interés a corto plazo. Se defiende que el uso correcto sería un tipo de interés a largo plazo, como es el caso de los Bonos del Estado.

b) Prima de riesgo del mercado

La prima de riesgo ($R_M - R_f$) es una función de los ciclos económicos y de los tipos de interés. Esta prima de riesgo es mayor cuando los tipos de interés son bajos y menor cuando son altos. A su vez, puede cambiar con el paso del tiempo según la aversión al riesgo de los inversores.

La prima de riesgo esperada no es igual a la prima de riesgo histórica. Por esto, hay debates sobre si es mejor utilizar la media geométrica o la media aritmética. La media geométrica es más efectiva para los cambios en la riqueza en un largo periodo de tiempo, al indicarse la riqueza final teniendo en cuenta los rendimientos anuales y la media aritmética explica mejor el exceso de rentabilidad de un solo año. Sin embargo, existe una cuestión sobre si los rendimientos de pasado son una buena aproximación al futuro.

c) Uso erróneo del índice de mercado

En el modelo CAPM se utiliza cualquier índice como sustituto de la cartera de mercado global. Sin embargo, la “verdadera” cartera de mercado debería estar formada por todos los activos: acciones, bonos, inmuebles y capital humano. Esto puede causar que la medición del rendimiento de los valores sea errónea siguiendo el modelo CAPM. Además, Richard Roll realiza una crítica sobre la beta de las acciones, ya que pueden ser distintas según el índice de la bolsa que se utilice.

d) Beta como medida de riesgo

En el modelo CAPM, como se ha expuesto anteriormente, se utiliza la beta para medir el riesgo. Esta medida realiza buenas predicciones en cuanto a la rentabilidad de una cartera

de acciones, pero se han encontrado diversos defectos que hacen que el CAPM no sea eficiente. Este modelo incluye anomalías puesto que no tiene en cuenta algunos parámetros.

Uno de estos parámetros es el efecto de las acciones pequeñas, ya que se ha observado que las empresas con una capitalización pequeña obtienen mayores rendimientos que las de alta capitalización. La otra variable es que no tiene en cuenta el valor de los activos, ya que los valores con un bajo PER⁶ y PBV⁷ muestran mayores rendimientos que los que tienen estos ratios más elevados.

Para solucionar esta problemática, Fama y French idean el modelo de 3 factores en 1992.

5. Modelos factoriales de Fama y French

5.1. Modelo de Tres Factores

Eugene Fama y Kenneth French (1992) realizan en su paper *The Cross-Section of Expected Stock Returns* (1992) un estudio sobre el papel conjunto de la beta del mercado, tamaño, ratio precio-beneficio y *book-to-market ratio* en el que se encuentra que la beta del mercado no explica de manera suficiente los retornos de las acciones. Observan que las demás variables mencionadas tienen una gran capacidad de explicación y, más allá, las variables del tamaño y *book-to-market* muestran unos buenos resultados para explicar las rentabilidades de los índices NYSE, Amex y NASDAQ para el periodo que va de 1963 a 1990. Es por esto por lo que seleccionarán esas dos variables para su modelo de Tres Factores, el cual se diseña con el objetivo de cubrir los puntos que no explica el modelo CAPM.

5.1.1. Variables

Las variables que se usan en el modelo se dividen en dos, puesto que los factores afectan de manera distinta a las rentabilidades de los bonos y de las acciones.

Para las rentabilidades de los bonos se tienen en cuenta los siguientes factores:

- TERM, que es la diferencia entre la rentabilidad mensual de los bonos del Estado a largo plazo y la tasa de los bonos del Estado a un mes. Con esta variable se busca

⁶ PER es el ratio de Precio/Beneficio

⁷ PBV es el ratio de Precio/Valor contable que compara el precio de la acción en el mercado con su valor contable.

representar la desviación de los rendimientos de los bonos a largo plazo con respecto a los rendimientos esperados dados por las fluctuaciones en los tipos de interés.

- DEF, que es el factor para los bonos corporativos que se calcula como la diferencia entre la rentabilidad de una cartera de mercado formada por bonos corporativos a largo plazo y la rentabilidad del bono del Estado a largo plazo.

Por otro lado, el Modelo de Tres Factores de Fama y French (1992) explica el rendimiento de una cartera de activos de renta variable a través de los siguientes factores:

- La prima de riesgo del mercado, que mide el exceso de rentabilidad de la cartera del mercado con respecto a la tasa libre de riesgo. La variable es la misma que la presentada en el modelo CAPM: $R_M - R_f$
- El tamaño. La variable SMB (*Small minus Big*) tiene en cuenta el tamaño de las empresas y se calcula como la diferencia entre la rentabilidad promedio de tres carteras de pequeña capitalización bursátil y la rentabilidad promedio de tres carteras de gran capitalización bursátil.
- El valor. La variable HML (*High minus Low*) tiene en cuenta el valor de las empresas. Para ello, se calcula la rentabilidad promedio de dos carteras con un alto ratio *book-to-market*⁸ menos la rentabilidad promedio de dos carteras con un bajo ratio *book-to-market*.

Para el cálculo de las dos nuevas variables SMB y HML, Fama y French (1992) utilizaron información de las rentabilidades de todas las empresas no financieras de los índices NYSE, AMEX y NASDAQ, del CRSP (*Center for Research in Security Prices*) hasta el año 1973 y los archivos industriales anuales COMPUSTAT en cuanto a la declaración de ingresos y balance de los años 1963 a 1990. No tuvieron en cuenta las empresas financieras debido a su elevado apalancamiento, que no es normal para el resto de las empresas.

En su artículo, Fama y French (1992) debieron tener en cuenta carteras formadas por empresas de distintos tamaños y valor. Para ello, ordenaron los activos de todas las empresas de su muestra según su capitalización bursátil y las dividieron en dos: las empresas pequeñas o de baja capitalización bursátil y las empresas grandes o de gran capitalización bursátil. Después,

⁸ El ratio *book-to-market* es la inversa del PBV, es decir, Valor patrimonial/Precio.

se ordena cada uno de estos grupos y se divide cada uno en tres según su *book-to-market* formando la siguiente matriz:

Tabla 1: variables SMB y HML

Tamaño \ B/M	Pequeña	Grande
Alto	PA	GA
Neutral	PN	GN
Bajo	PB	GB

Fuente: elaboración propia basada en Fama y French (1992)

De esta manera, construyen seis carteras según su capitalización bursátil y valor (Medarde, 2014):

- PA: pequeña capitalización bursátil y alto ratio *book-to-market*.
- PM: pequeña capitalización bursátil y ratio *book-to-market* medio.
- PB: pequeña capitalización bursátil y bajo ratio *book-to-market*.
- GA: gran capitalización bursátil y alto ratio *book-to-market*.
- GM: gran capitalización bursátil y ratio *book-to-market* medio.
- GB: gran capitalización bursátil y bajo ratio *book-to-market*.

Dadas las diferentes carteras, Fama y French (1992) construyen las variables SMB y HML de la siguiente manera:

$$SMB = \frac{1}{3} (PA + PN + PB) - \frac{1}{3} (GA + GN + GB)$$

$$HML = \frac{1}{2} (PA + GA) - \frac{1}{2} \times (PB + GB)$$

En cuanto a la interpretación de los resultados del estudio con los datos de los distintos índices mencionados anteriormente en el periodo que comprende entre 1963 y 1990 de las variables anteriores, Fama y French (1992) encuentran que: a) el valor medio de la prima de riesgo del mercado es 0,43%, lo que significa que la cartera del mercado presenta una rentabilidad extra del 0,43% con respecto al activo libre de riesgo, b) la media de la rentabilidad de la cartera SMB es 0,27%, lo que muestra que las empresas con una capitalización pequeña tienen una rentabilidad mayor que las de gran capitalización y c) la cartera HML muestra una prima de

0,40%, lo que implica que hay un exceso de rentabilidad por parte de las empresas con alto *book-to-market*.

5.1.2. Formulación matemática

Una vez explicadas las variables que se utilizan en el Modelo de Tres Factores de Fama y French (1992), se procede a su formulación matemática, que sigue el modelo de regresión del *Capital Asset Pricing Model* (CAPM), pero agregando las dos nuevas variables SMB y HML. El Modelo de Tres Factores se formula así:

$$R_{it} - R_{ft} = a_i + b_i(R_{Mt} - R_{ft}) + s_iSMB_t + h_iHML_t + e_{it}$$

Donde R_{it} es la rentabilidad esperada del activo o cartera i en el periodo t , R_{ft} es el retorno del activo libre de riesgo, $(R_{Mt} - R_{ft})$ es la prima de riesgo del mercado, SMB la rentabilidad de una cartera formada por activos pequeños menos la rentabilidad de una cartera formada por activos grandes, HML la rentabilidad de una cartera formada por activos con un ratio alto de *book-to-market* menos la rentabilidad de una cartera formada por activos con un bajo ratio *book-to-market*; b_i , s_i y h_i muestran el efecto de cada una de las variables a las que están asociadas, a_i es cero para todas las acciones y e_{it} es el residuo de media cero.

5.2. Modelo de Cinco Factores

Novy-Marx (2013), Titman, Wei y Xie (2004) defienden que el Modelo de Tres Factores es insuficiente, puesto que le falta tener en cuenta la variación de los rendimientos medios que guardan relación con la rentabilidad y la inversión. Por esto, Fama y French renuevan su modelo agregándole dos factores nuevos, surgiendo así el Modelo de Cinco Factores (Fama, French, 2014).

5.2.1. Variables

A las variables presentadas en el Modelo de Tres Factores, se agregan:

- Rentabilidad operativa. Explicada con la variable RMW (*Robust minus Weak*), que es la diferencia entre la rentabilidad media de dos carteras con una rentabilidad operativa robusta y la rentabilidad media de dos carteras con una rentabilidad operativa débil.

- Inversión. Con la variable CMA (*Conservative minus Aggressive*) se calcula la rentabilidad media de dos carteras conservadoras menos la rentabilidad media de dos carteras de inversión agresiva.

En el Modelo de Tres Factores, la variable de tamaño se calcula como una matriz 2x3 que compara el tamaño con el *book-to-market* ratio. Sin embargo, a la hora de realizar el Modelo de Tres Factores, se tienen en cuenta las dos nuevas variables, por lo que la variable tamaño se puede calcular también con la matriz 2x3 con respecto a la rentabilidad operativa y la matriz 2x3 con respecto a la inversión, como se puede ver en las tablas 2 y 3.

Tabla 2: variables SMB y RMW

Tamaño \ OP	Pequeña	Grande
Robusta	PR	GR
Neutral	PN	GN
Débil	PD	GD

Fuente: elaboración propia basada en Fama y French (2014)

Tabla 3: variables SMB y CMA

Tamaño \ Inversión	Pequeña	Grande
Conservadora	PC	GC
Neutral	PN	GN
Agresiva	PAg	GAg

Fuente: elaboración propia basada en Fama y French (2014)

Con la información anterior, la variable SMB se forma de la siguiente manera:

$$SMB_{B/M} = \frac{1}{3} (PA + PN + PB) - \frac{1}{3} (GA + GN + GB)$$

$$SMB_{OP} = \frac{1}{3} (PR + PN + PD) - \frac{1}{3} (GR + GN + GD)$$

$$SMB_{INV} = \frac{1}{3} (PC + PN + PAg) - \frac{1}{3} (GC + GN + GAg)$$

$$SMB = \frac{1}{3} (SMB_{B/M} + SMB_{OP} + SMB_{INV})$$

La variable HML se forma igual que como se expone en el Modelo de Tres Factores y las dos nuevas variables siguen la misma estructura:

$$\begin{aligned}
 HML &= \frac{1}{2} (PA + GA) - \frac{1}{2} \times (PB + GB) \\
 RMW &= \frac{1}{2} (PR + GR) - \frac{1}{2} \times (PD + GD) \\
 CMA &= \frac{1}{2} (PC + GC) - \frac{1}{2} \times (PAg + GAg)
 \end{aligned}$$

Como en el Modelo de Tres Factores la explicación de los factores se realiza mediante una matriz 2x3, Fama y French (2014) construyen las dos nuevas variables siguiendo la misma estructura. Para las variables HML, RNW y CMA con una clasificación 2x3 y 2x2 se muestran rendimientos neutrales con respecto al tamaño. Sin embargo, no se construye el factor HML enfrenteado a los factores RMW y CMA, por lo que HML no es neutral con respecto a la rentabilidad operativa e inversión.

Para solucionar esto, Fama y French (2014) deciden controlar las cuatro variables de forma conjunta creando 8 carteras formando dos grupos de cada factor: dos grupos del factor tamaño, dos grupos del factor *book-to-market*, dos grupos del factor rentabilidad operativa y dos grupos del factor inversión utilizando las medianas del NYSE como puntos de corte. De esta manera, construyen el modelo con una estructura 2x2x2x2, convirtiendo a la variable HML neutral con respecto a las demás variables, al igual que SMB.

La variable SMB es la media de los rendimientos de las ocho carteras de pequeña capitalización menos la media de los rendimientos de las ocho carteras de gran capitalización, la variable HML es la media de los rendimientos de las ocho carteras con un ratio *book-to-market* alto menos la media de las ocho carteras con un ratio *book-to-market* bajo, la variable RMW es la diferencia entre la rentabilidad media de las ocho carteras robustas y las ocho carteras débiles y la variable CMA es la diferencia de la rentabilidad media de las ocho carteras conservadoras menos las ocho carteras agresivas (Fama y French, 2014). Por lo que la formulación de las variables siguiendo una estructura 2x2x2x2 es la siguiente:

$$\begin{aligned}
 SMB &= \frac{1}{8} (PARC + PARAg + PADC + PADAg + PBRC + PBRAg + PBDC + PBDAg) - \\
 &\frac{1}{8} (GARC + GARAg + GADC + GADAg + GBRC + GBRAg + GBDC + GBDAg)
 \end{aligned}$$

$$HML = \frac{1}{8} (PARC + PARAg + PADC + PADAg + GARC + GARAg + GADC + GADAg) - \frac{1}{8} (PBRC + PBRAg + PBDC + PBDAg + GBRC + GBRAg + GBDC + GBDAg)$$

$$RMW = \frac{1}{8} (PARC + PARAg + PBRC + PBRAg + GARC + GARAg + GBRC + GBRAg) - \frac{1}{8} (PADC + PADAg + PBDC + PBDAg + GADC + GADAg + GBDC + GBDAg)$$

$$CMA = \frac{1}{8} (PARC + PADC + PBRC + PBDC + GARC + GADC + GBRC + GBDC) - \frac{1}{8} (PARAg + PADAg + PBRAg + PBDAg + GARAg + GADAg + GBRAg + GBDAg)$$

Para las tres estructuras (2x2, 2x3 y 2x2x2x2) el factor SMB muestra los mismos resultados de 0,29%-0,30%, por lo que vuelve a mostrar que las empresas de pequeño tamaño tienen rentabilidades más altas que las de gran capitalización bursátil. Sin embargo, para los factores HML, RMW y CMA se encuentran distintos resultados estadísticos según la estructura utilizada. Para los métodos 2x3 y 2x2, se confirma lo encontrado en el Modelo de Tres Factores de que el valor es mayor para los activos de pequeña capitalización. Para todas las estructuras, se encuentra una prima de rendimiento para los factores de rentabilidad operativa e inversión en empresas pequeñas (Fama y French, 2014).

5.2.2. Formulación matemática

Para la formulación matemática del Modelo de Cinco Factores de Fama y French (2014), se parte del Modelo de Tres Factores y se le añaden las variables de rentabilidad operativa e inversión, como se muestra a continuación:

$$R_{it} - R_{ft} = a_i + b_i(R_{Mt} - R_{ft}) + s_iSMB_t + h_iHML_t + r_iRMW_t + c_iCMA_t + e_{it}$$

Donde RMW es la diferencia de la rentabilidad media de una cartera formada por acciones con una rentabilidad robusta menos la rentabilidad de una cartera formada por acciones con una rentabilidad débil, CMA es la diferencia entre las rentabilidades de las empresas con una inversión conservativa y agresiva, r_i y c_i muestran el efecto de las variables a las que están asociadas.

Finalmente, Fama y French (2014) encuentran que el factor HML es redundante, puesto que utilizar esta variable no mejora la cartera eficiente que se forma utilizando los otros cuatro factores: prima de mercado, SMB, RMW y CMA. Esto se debe a que la rentabilidad media de HML se capta a través de la exposición de HML con respecto a otros factores (Fama y French, 2014).

PARTE II: APLICACIÓN EMPÍRICA

6. Introducción al análisis

Para la aplicación empírica de este trabajo se van a evaluar los rendimientos de un inversor muy reconocido, Carl Icahn con respecto al índice S&P 500. Para ello, se utilizará su vehículo de inversión Icahn Enterprises, que es un conglomerado de compañías fundado y controlado por el inversor, cuya sede central se encuentra en Sunny Isles Beach, Florida. Según el último informe anual de la compañía (Icahn Enterprises L.P., 2020), Icahn Enterprises es un conglomerado diversificado que opera en nueve sectores de mercado principalmente: automoción, inversión, energía, juego, ferrocarril, envasado de alimentos, metales, inmobiliario y *home fashion* y el sector farmacéutico.

Se ha seleccionado a este inversor por su diferente estrategia de inversión activista, que consiste en adquirir grandes volúmenes de acciones de compañías que opina que están infravaloradas en búsqueda de tomar el control de éstas y modificarlas hasta aumentar su valor. La estrategia de Icahn consiste en invertir su tiempo en conocer a las compañías y analizar su potencial, en lugar de seguir a las masas, que sería una estrategia equivocada. Por tanto, Icahn se diferencia de otros grandes inversores, como Warren Buffett, en que no invierte en acciones cuyo valor es claro, sino que busca empresas en las que nadie invertiría para luego generarles valor (Díaz, 2019). Por lo que con el estudio se quiere averiguar si los factores definidos en los modelos anteriormente influyen en esta estrategia, siendo diferente a la de otros inversores que obtienen altas rentabilidades.

El objetivo de esta parte del trabajo es encontrar cuáles son los factores que más influyen en los retornos de Icahn Enterprises y así analizar qué es lo que hace que su estrategia activista funcione, a pesar de ser tan criticada. Para ello, se van a aplicar tanto el modelo CAPM como el Modelo de Tres Factores y el Modelo de Cinco Factores de Fama y French, para encontrar cuál de estos modelos explica mejor los rendimientos del inversor. De esta manera, se podrán tener en cuenta cinco factores para analizar los retornos del inversor: el mercado, el tamaño, el valor, la inversión y la rentabilidad operativa, y determinar cuáles son estos que verdaderamente explican los rendimientos del inversor. A continuación, se explicará la metodología a seguir.

7. Metodología y recopilación de datos

Para la realización de este estudio se busca analizar las rentabilidades de Icahn Enterprises a través de tres métodos: el modelo CAPM, el Modelo de Tres Factores y el Modelo de Cinco Factores de Fama y French, con la estructura 2x3 de las variables, con el objetivo de encontrar el modelo óptimo para definir los factores que influyen en el rendimiento del conglomerado. Se comenzará con una breve introducción en la que se comparará el índice S&P 500 con Icahn Enterprises, al que también se denominará como IEP.

Para la recopilación de datos del S&P 500 y de Icahn Enterprises se van a utilizar 60 observaciones de los datos históricos mensuales de los últimos 5 años, de enero de 2016 a enero de 2021, obtenidos a través de Bloomberg. De cara a los factores de los modelos se utilizará, para la misma fracción de tiempo, la página web de Kenneth French perteneciente a Tuck School of Business de Dartmouth, que actualiza los datos de todas las variables de los modelos de Fama y French cada mes.

A continuación, se procederá a definir las variables que se van a utilizar en el estudio y sus estadísticos descriptivos, para tener más información sobre éstas. Más adelante, se utilizará la herramienta de Análisis de Datos de Excel para la aplicación del modelo CAPM, donde se verán las variables significativas y la capacidad de predicción del modelo, que se analizará a través de distintos tests diagnósticos con la herramienta Eviews. Después, se aplicará de la misma manera para el Modelo de Tres Factores y el Modelo de Cinco Factores para terminar con las conclusiones destacadas y la selección del mejor modelo para analizar los rendimientos del inversor Carl Icahn.

Es importante destacar que la contrastación empírica va a realizarse a través de una metodología ligeramente diferente a la existente en la literatura académica. En dicha contrastación se van a utilizar modelos que se nutren únicamente de datos de series temporales (“*time series*”), en lugar de la metodología original que utiliza, además de los anteriores, datos de sección cruzada (“*cross-section*”). El motivo es doble: la limitación de tiempo y recursos, así como de acceso a datos, de un Trabajo de Fin de Grado como éste. Los modelos que surgen después del CAPM se realizan con la metodología propuesta por Fama y MacBeth (1973), que sigue dos pasos: primero se realizan regresiones de serie temporal con el modelo de mercado para cada uno de los activos LHS y, después, con las betas obtenidas se realizan regresiones de sección cruzada de período a período, normalmente de forma mensual (Fama, 2015). Por tanto,

siendo conscientes de estas limitaciones, se procede a describir la contrastación empírica realizada.

8. Variables

En el siguiente cuadro se pueden observar las variables que se van a utilizar en el estudio junto a una breve descripción y la fuente en la que se han obtenido dichos datos. Todas las variables representan una muestra mensual del período de tiempo comprendido entre enero de 2016 y enero de 2021. Los datos de precios del S&P500 y de Icahn Enterprises han sido obtenidos a través de Bloomberg y el resto de los datos de la página web de Kenneth French. Además, las rentabilidades del índice S&P500 y de Icahn Enterprises se han calculado como:

$$R_t = \frac{(P_t - P_{t-1})}{P_{t-1}}$$

Donde R_t es la rentabilidad del activo en el momento t , P_t es el precio del activo en el momento t y P_{t-1} es el precio del activo en el momento $t-1$.

Tabla 4: descripción de las variables

Variable	Descripción	Fuente
R_{SP500}	La rentabilidad del índice S&P 500.	Bloomberg
R_{IEP}	La rentabilidad en el mercado de Icahn Enterprises.	Bloomberg
R_f	La rentabilidad del activo libre de riesgo.	Web de Kenneth French
R_M – R_f	La prima de riesgo del mercado.	Web de Kenneth French
SMB	<i>Small minus Big</i> , el factor tamaño.	Web de Kenneth French
HML	<i>High minus Low</i> , el factor valor.	Web de Kenneth French
RMW	<i>Robust minus Weak</i> , el factor rentabilidad	Web de Kenneth French
CMA	<i>Conservative minus Aggressive</i> , el factor inversión	Web de Kenneth French

8.1. Estadísticos descriptivos

Para realizar un resumen de las variables, se estiman algunos de sus estadísticos descriptivos.

Tabla 5: estadísticos descriptivos de las variables

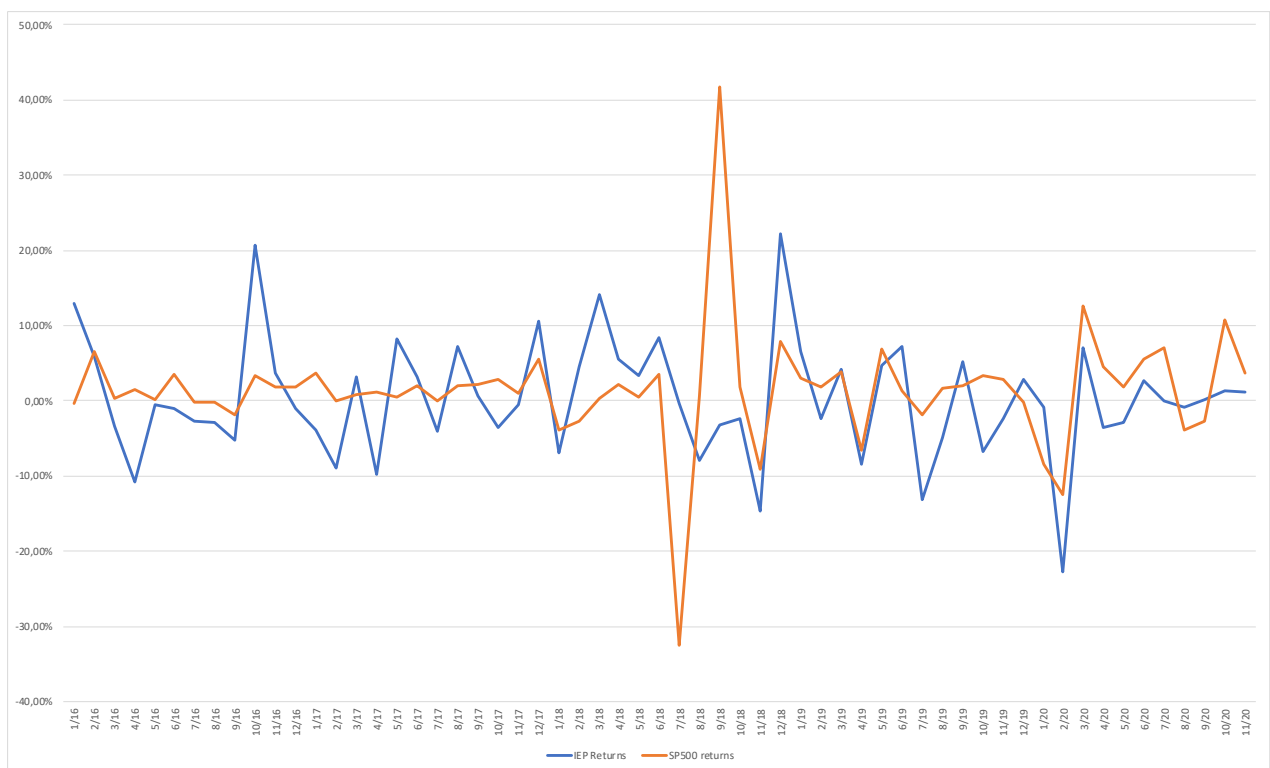
Variable	Media	Mediana	Máximo	Mínimo	Desviación típica	Curtosis
R_{SP500}	0,013	0,0175	0,4168	-0,3248	0,0807	16,4496
R_{IEP}	0,0001	-0,0051	0,2216	-0,2281	0,0797	4,0954
R_f	0,0893	0,09	0,21	0	0,0699	1,5782
$R_M - R_f$	1,2881	1,56	13,65	-13,38	4,6899	4,638
SMB	0,0158	0,285	6,8	-8,38	2,8699	3,4532
HML	-0,7606	-1,275	8,22	-13,96	3,3031	6,5122
RMW	0,1013	0,115	4,27	-2,89	1,5429	2,9873
CMA	-0,2171	-0,25	3,78	-3,35	1,6855	2,6891

Como breve comentario de los estadísticos descriptivos que se muestran en la Tabla 5, encontramos que la variable con mayor desviación típica es la prima de riesgo del mercado, seguido de la variable HML, lo que indica que el factor valor tiene bastante volatilidad y que habrá momentos en los que tenga más impacto que en otros. Además, se encuentra que las rentabilidades del S&P 500 y de Icahn Enterprises son más volátiles que la rentabilidad del activo libre de riesgo, por lo que cumple con lo estudiado anteriormente. La variable con un valor máximo más alto es la prima de riesgo del mercado con un valor máximo de 13,65, además de mostrar también la media y mediana más altas, 1,29 y 1,56 respectivamente, y la variable con un valor mínimo más bajo es HML con -13,96. En cuanto al contraste del supuesto de normalidad, que indica que una distribución normal es simétrica y tiene una curtosis igual a 3, se realiza el test de Jarque-Bera y se encuentra que, con un grado de significatividad del 5%, las variables que no siguen una distribución normal son la rentabilidad del S&P 500, el activo libre de riesgo R_f , la prima de riesgo del mercado $R_M - R_f$ y el factor valor HML.

9. Análisis de la rentabilidad de Icahn Enterprises

Para comenzar con el análisis, se realiza una breve comparación de los activos Icahn Enterprises y S&P 500, donde se aprecia que IEP es un activo mucho más volátil que el índice S&P 500, excepto para el tramo entre julio y septiembre de 2018. Se observan unas rentabilidades del S&P 500 (en naranja) bastante constantes entre el -10% y 10%, mientras las rentabilidades de IEP (en azul) suelen comprenderse entre -20% y 20% aproximadamente. Con este gráfico se puede ver la relación rentabilidad-riesgo, ya que IEP es un activo bastante volátil con una desviación típica del 7,9% que permite obtener altas rentabilidades.

Gráfico 4: comparación entre las rentabilidades de IEP y el S&P 500



Fuente: elaboración propia

9.1. Modelo CAPM

Se comienza el estudio realizando un modelo CAPM para la muestra seleccionada de las rentabilidades de los últimos 5 años de Icahn Enterprises. Para realizar el modelo, aplicamos la siguiente regresión:

$$R_{IEPt} - R_{ft} = \alpha + \beta_{RM-Rf}(R_{Mt} - R_{ft}) + u_t$$

De esta manera, se obtienen los siguientes resultados:

Tabla 6: Resultados CAPM

α	-0,1059 (t stat.: -9,3294***)
β_{RM-RF}	0,013 (t-stat.: 5,5531***)
R cuadrado	0,3471
R cuadrado ajustado	0,3358
F stat.	30,8373 ***
Durbin-Watson stat.	1,1458

Donde: *** variable significativa al 1%, ** variable significativa al 5% y * variable significativa al 10%. Fuente: elaboración propia.

Con estos resultados, se obtiene que la regresión lineal que explica los rendimientos del activo Icahn Enterprises es la siguiente:

$$R_{IEPt} - R_{ft} = -0,1059 + 0,013(R_{Mt} - R_{ft}) + u_t$$

Para poder comentar los resultados, se calcula el t-crítico, el cual se contrasta con el t estadístico para comprobar el nivel de significatividad de los parámetros calculados. Para ello, se utiliza la fórmula de Excel DISTR.T.INV, que muestra el mismo valor que si se buscara en la tabla de la t de student, y se obtiene que para un nivel de significatividad del 1%, el t-crítico es 2,66, para el 5% es 2 y para el 10% es 1,67. Si el t-stat es mayor que el t-crítico, se rechaza la hipótesis nula de que el coeficiente es igual a cero y, por tanto, este será significativo. Para la interpretación de las tablas de resultados: * indica que el valor es significativo al 10%, ** indica que el valor es significativo al 5% y *** indica que el valor es significativo al 1%.

En primer lugar, se interpretan los coeficientes obtenidos:

- α : el coeficiente constante α , o *alpha de Jensen*, muestra la capacidad de generar retornos anormales, es decir, se utiliza para determinar si el activo bate al mercado en media. Este parámetro es significativo al 1%, lo que indica que es una variable que explica correctamente el modelo realizado para conocer los rendimientos de Icahn Enterprises. Este valor es significativo porque su t estadístico es -9,33, que es mayor que el t-crítico al 1% (2,66) y muestra un p-valor de cero. Pero, el parámetro es negativo, lo que podría significar que Icahn Enterprises no es capaz de generar beneficios extra con respecto al mercado.

- **β_{RM-Rf}** : el coeficiente β_{RM-Rf} muestra un valor positivo de 0,013, lo que significa que a mayor prima de riesgo del mercado, mayor $R_{IEP} - R_f$, es decir, mayor rentabilidad obtendrá Icahn Enterprises, por lo que el resultado es lógico siguiendo las explicaciones del modelo CAPM. Este coeficiente también es significativo al 1% con un t-stat de 5,55 mayor que el t-crítico 2,66.

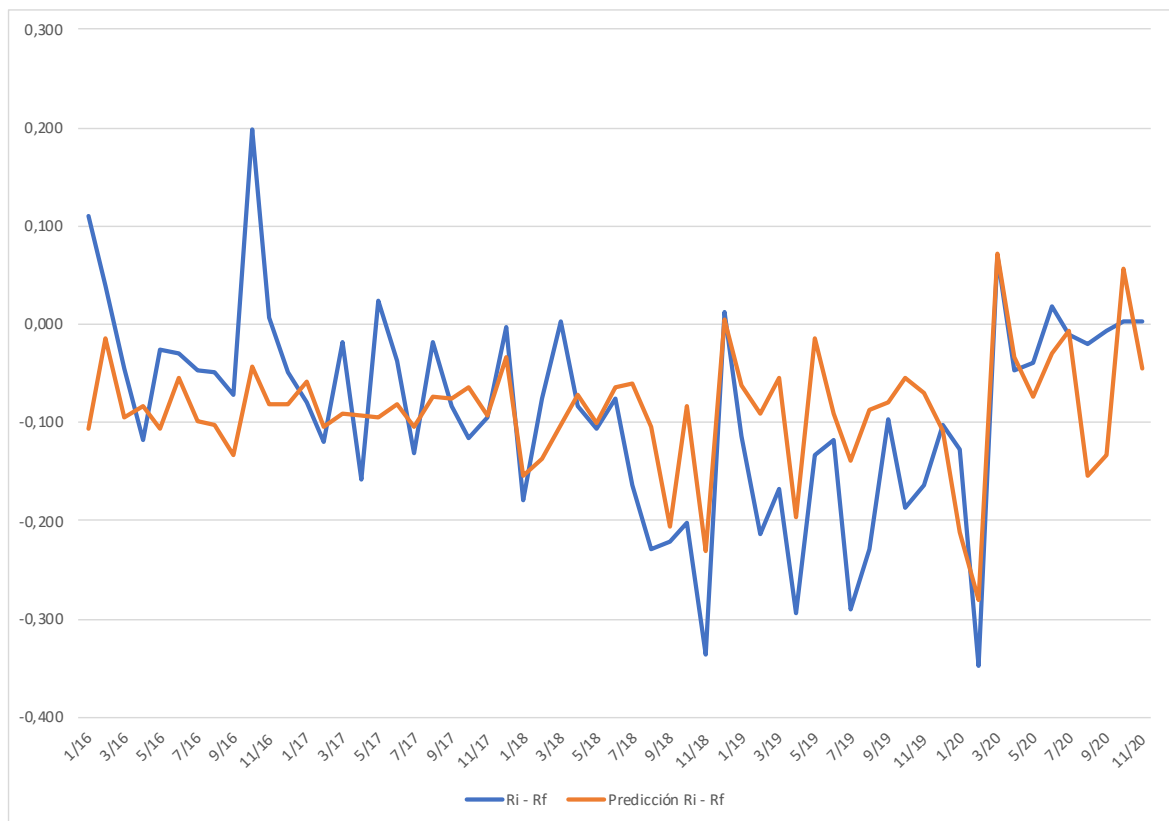
En segundo lugar, como comprobación de si el modelo es bueno, se observan algunos parámetros como la bondad de ajuste del modelo y que cumple con las hipótesis de los modelos de regresión lineal: homoscedasticidad, autocorrelación, multicolinealidad y normalidad.

- **R^2** : utilizamos este parámetro para medir la bondad de ajuste del modelo. Si bien es cierto que para este tipo de modelos el R cuadrado no suele ser muy alto, en el modelo CAPM encontramos un R cuadrado de 0,33 que no llega ni al 0,5, lo que indica que el modelo no es muy bueno prediciendo las rentabilidades de Icahn Enterprises.
- **R^2 ajustado**: para este modelo, como solo tiene una variable, la prima de riesgo del mercado, el R cuadrado ajustado no es muy diferente al anterior, ya que este penaliza el uso de muchas variables en los modelos.
- **Estadístico F**: el estadístico F sirve para mostrar la capacidad explicativa de las variables del modelo de forma conjunta. Este estadístico es significativo al 1%, al igual que la única variable del modelo.
- **Homoscedasticidad**: para comprobar si el modelo cumple con la hipótesis de homoscedasticidad, realizamos el test de White, cuya hipótesis nula es que hay homoscedasticidad. El resultado del estadístico LM del Test de White es 0,6862, con un p-valor chi-cuadrado de 0,4075. Como el chi-cuadrado es mayor que el 5%, aceptamos la hipótesis nula y, por tanto, hay homoscedasticidad, lo que indica que los errores son constantes en media y varianza.
- **Autocorrelación**: para ver si el modelo muestra evidencias de autocorrelación, se observa el estadístico Durbin-Watson. Si este estadístico está cerca de 2, no existen evidencias de autocorrelación. Para el modelo CAPM, vemos un estadístico DW de 1,14, lo que podría mostrar indicios de autocorrelación.
- **Multicolinealidad**: no se realiza una prueba de multicolinealidad en esta regresión puesto que es una regresión simple que tiene solo una variable, por lo que no va a tener problemas de multicolinealidad.

- **Normalidad:** se realiza la prueba de Jarque-Bera para comprobar si los residuos del modelo siguen una estructura normal. El resultado del estadístico es 1,5121 con un p-valor de 0,4694. Como el p-valor es mayor que el 5%, aceptamos la hipótesis nula que contempla el modelo: no hay asimetría y la curtosis es de 3, por lo que el modelo sigue una distribución normal.

Para ver de una forma gráfica los resultados del modelo CAPM para la muestra de 60 observaciones de las rentabilidades de Icahn Enterprises de los últimos 5 años, observamos el siguiente gráfico que compara la rentabilidad predicha con la rentabilidad observada.

Gráfico 5: Capacidad de predicción del modelo CAPM



Fuente: elaboración propia

Como se puede observar en el gráfico 5, el modelo no es suficientemente bueno prediciendo las rentabilidades de Icahn Enterprises. Se puede ver que sobretodo en los primeros años, del 2016 al 2018, no es capaz de predecir la volatilidad de las acciones y se obtienen valores muy distintos a los reales. A continuación, se realizará una estimación del Modelo de Tres Factores

de Fama y French para la misma muestra con el objetivo de encontrar si añadiendo nuevos factores a la regresión se obtienen mejores resultados que expliquen las rentabilidades de las acciones de Icahn Enterprises.

9.2. Modelo de Tres Factores de Fama y French

Para la realización del Modelo de Tres Factores de Fama y French se va a seguir la misma estructura que en el modelo anterior, pero se va a agregar el concepto de correlación al contener más de una variable. Primero, se define la regresión que se va a estimar:

$$R_{IEPt} - R_{ft} = \alpha + \beta_{RM-Rf}(R_{Mt} - R_{ft}) + \beta_{SMB}SMB_t + \beta_{HML}HML_t + u_t$$

A continuación, se muestran los resultados obtenidos siguiendo la regresión anterior:

Tabla 7: Resultados Modelo de Tres Factores

α	-0,0969 (t-stat.: -9,2425***)
β_{RM-Rf}	0,0085 (t-stat.: 3,6236***)
β_{SMB}	0,0138 (t-stat.: 3,2351***)
β_{HML}	0,0067 (t-stat.: 2,1924**)
R cuadrado	0,5065
R cuadrado ajustado	0,48
F stat.	19,1604 ***
Durbin-Watson stat.	1,1797

Donde: *** variable significativa al 1%, ** variable significativa al 5% y * variable significativa al 10%.
Fuente: elaboración propia.

La regresión lineal obtenida para la estimación de las rentabilidades de Icahn Enterprises según el Modelo de Tres Factores es la siguiente:

$$R_{IEPt} - R_{ft} = -0,0969 + 0,0085 (R_{Mt} - R_{ft}) + 0,0138 SMB_t + 0,0067 HML_t + u_t$$

En primer lugar, al igual que en el modelo CAPM, se comentan los coeficientes obtenidos:

- α : El coeficiente α obtiene un valor de -0,0969 y es significativo al 1% con un t-stat de -9,24 que, en valor absoluto, es mayor al t-crítico 2,66. Al igual que en el modelo realizado anteriormente, este parámetro obtiene un valor negativo e indica una

relación negativa con respecto a la rentabilidad de Icahn Enterprises, lo que podría mostrar que el activo no consigue beneficios extra con respecto al mercado.

- **β_{RM-RF}** : el coeficiente que representa los cambios en la prima de riesgo del mercado es igual a 0,0085, por lo que muestra una leve relación positiva, que indica que a mayor la prima de riesgo del mercado, mayor serán las rentabilidades. Además, este coeficiente es muy significativo, con un grado de significatividad del 1% según su t estadístico, que es 3,63 y por tanto mayor al t crítico.
- **β_{SMB}** : el coeficiente beta para la variable del tamaño SMB, también es muy significativa, mostrando un t estadístico de 3,23 superior al t-crítico al 1% de 2,66. El coeficiente es positivo, por lo que a mayor SMB, mayor será la rentabilidad de Icahn Enterprises.
- **β_{HML}** : el coeficiente beta que mide el efecto de la variable valor HML. Es menos significativo que el resto, pero sigue siendo significativo al 5%, por lo que la variable es importante en el modelo. Tiene un t-stat. de 2,19 que es mayor que el t-crítico al 5% que es 2, pero menor que el t-crítico al 1% que es 2,66, como se ha mencionado anteriormente.

Ahora, se procede a comentar los resultados del modelo, para saber si este es bueno prediciendo las rentabilidades de Icahn Enterprises, se analizará la bondad de ajuste y los supuestos de los modelos de regresión.

- **R^2** : para este modelo, el R cuadrado mejor bastante, llegando a 0,5, lo que podría ser una señal de que este modelo es mejor explicando las rentabilidades de Icahn Enterprises.
- **R^2 ajustado**: el R cuadrado ajustado se reduce levemente a 0,48, por lo que no se penaliza el uso de variables extra, ya que son todas significativas.
- **Estadístico F**: con este estadístico comprobamos que las variables en conjunto explican bien el modelo, al tener un p-valor de 0 el estadístico es significativo al 1%. Por lo que en principio parece que el conjunto de variables es bueno para explicar las rentabilidades del activo seleccionado.
- **Homoscedasticidad**: se realiza el Test de White para el Modelo de Tres Factores estimado y se obtiene un valor del estadístico LM de 1,6263 y un chi-cuadrado de 0,6534, por lo que se acepta la hipótesis nula de homoscedasticidad en los residuos y el modelo cumple con dicha hipótesis para los modelos de regresión lineal.

- **Autocorrelación:** para ver si el modelo tiene autocorrelación, se observa el estadístico Durbin-Watson, que obtiene un valor de 1,17 y, al estar lejos de 2, podría indicar autocorrelación. Esta autocorrelación se debe que el modelo es de serie temporal en lugar de tratarse de uno de sección cruzada. De todas formas, se observa la matriz de correlaciones para detectar si hay variables que están correlacionadas. En la Tabla 8, comprobamos que no hay una correlación muy alta cercana a 1 entre las variables.

Tabla 8: Matriz de correlaciones 3 factores

	<i>RM-RF</i>	<i>SMB</i>	<i>HML</i>
RM-RF	1	0,4453042	0,2410472
SMB	0,445304198	1	
HML	0,241047243	0,250006	1

Fuente: elaboración propia

- **Multicolinealidad:** para comprobar que no hay multicolinealidad en este modelo, se calcula el VIF o *Variance Inflation Factor*. Para ello, se realiza una regresión para cada una de las variables independiente, donde dependerán de las otras variables independientes del modelo. De cada regresión, se obtiene el R² para calcular el VIF de la siguiente manera:

$$VIF = \frac{1}{(1 - R^2)}$$

Por tanto, se muestran los valores VIF obtenidos para cada una de las variables en la Tabla 9. Como se puede ver, ninguno de los tres factores muestra un valor VIF mayor a 10, por lo que se puede concluir que el modelo no presenta ningún problema de colinealidad.

Tabla 9: VIF 3 factores

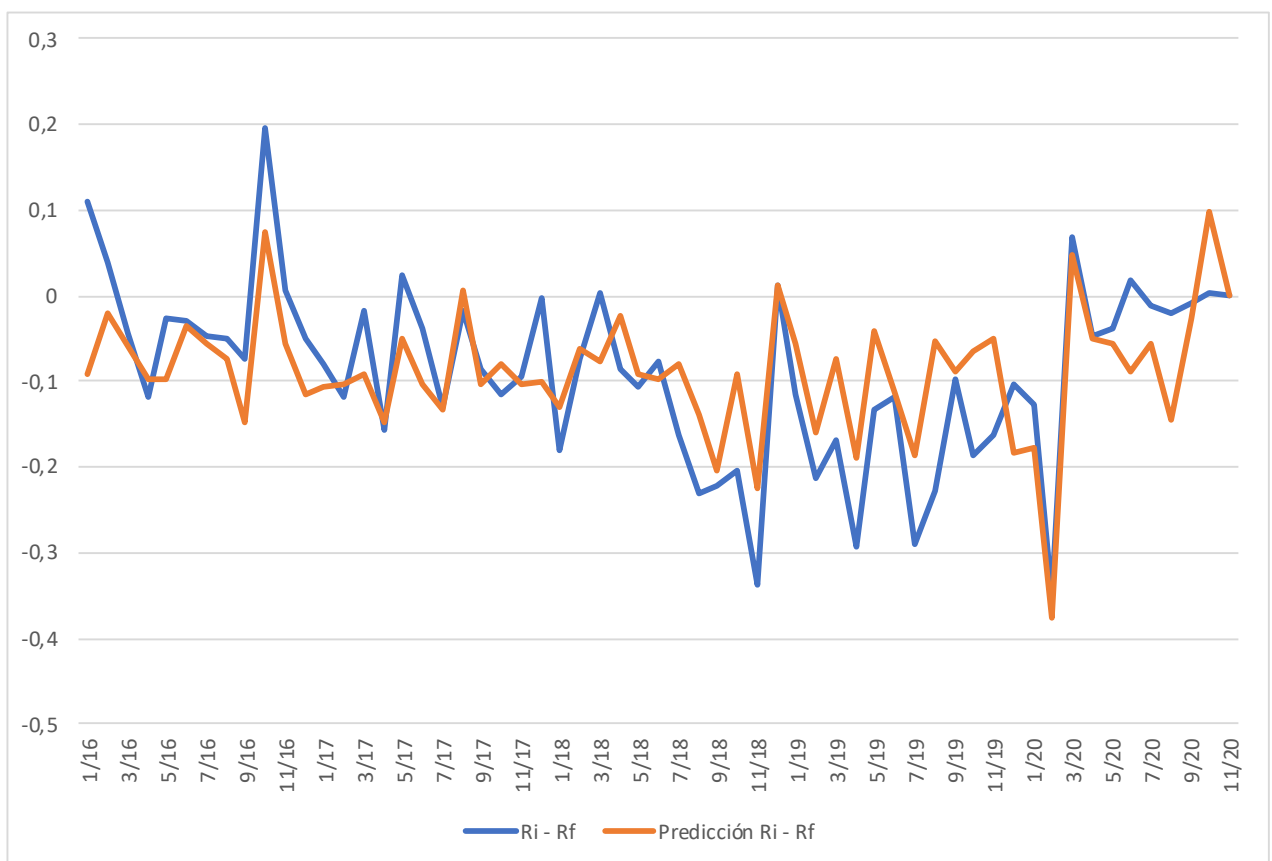
RM-RF	1,2759
SMB	1,2819
HML	1,0911

Fuente: elaboración propia

- **Normalidad:** se realiza el test de Jarque-Bera para comprobar que los residuos siguen una distribución normal con curtosis igual a 3 y asimetría 0. Se obtiene un estadístico Jarque-Bera de 0,0242 con un p-valor de 0,9879, lo que indica que se acepta la hipótesis nula y, por tanto, los residuos siguen una distribución normal.

Con los resultados anteriores, se demuestra que el Modelo de Tres Factores de Fama y French es mejor para explicar los rendimientos de Icahn Enterprises que el modelo CAPM. Seguidamente, se muestra el Gráfico 6, que compara los rendimientos reales con los rendimientos obtenidos por el modelo. Se observa que este modelo obtiene unos valores de los rendimientos de Icahn Enterprises bastante más ajustados a la realidad que con el modelo CAPM.

Gráfico 6: Capacidad de predicción del Modelo de Tres Factores



Fuente: elaboración propia

9.3. Modelo de Cinco Factores de Fama y French

Se ha observado que el Modelo de Tres Factores funciona bastante mejor para explicar los rendimientos de Icahn Enterprises que el modelo CAPM. Por ello, a continuación se va a proceder a agregar los dos nuevos factores del Modelo de Cinco Factores de Fama y French para ver si se consigue mejorar el modelo anterior.

En primer lugar, se define la ecuación que se va a estimar y se muestran los resultados obtenidos en la Tabla 10.

$$R_{IEPt} - R_{ft} = \alpha + \beta_{RM-Rf}(R_{Mt} - R_{ft}) + \beta_{SMB}SMB_t + \beta_{HML}HML_t + \beta_{RMW}RMW_t + \beta_{CMA}CMA_t + u_t$$

Tabla 10: Resultados Modelo de Cinco Factores

α	-0,0968 (t-stat.: -8,9295***)
β_{RM-Rf}	0,0082 (t-stat.: 3,0172***)
β_{SMB}	0,0135 (t-stat.: 2,8465***)
β_{HML}	0,004 (t-stat.: 0,9932)
β_{RMW}	0,0024 (t-stat.: 0,3369)
β_{CMA}	0,0015 (t-stat.: 0,2126)
R cuadrado	0,4973
R cuadrado ajustado	0,4508
F stat.	10,688 ***
Durbin-Watson stat.	1,1633

Donde: *** variable significativa al 1%, ** variable significativa al 5% y * variable significativa al 10%.
Fuente: elaboración propia.

Si se contemplan los resultados obtenidos en la Tabla 10, se puede representar la regresión obtenida para el Modelo de Cinco Factores:

$$R_{IEPt} - R_{ft} = -0,0968 + 0,0082(R_{Mt} - R_{ft}) + 0,0135 SMB_t + 0,004 HML_t + 0,0024 RMW_t + 0,0015 CMA_t + u_t$$

Entonces, se procede a comentar los parámetros estimados que explican el modelo para obtener las rentabilidades de Icahn Enterprises.

- α : el coeficiente α en el Modelo de Cinco Factores vuelve a ser un valor negativo, -0,0968, por lo que vuelve a mostrar que Icahn Enterprises no genera de media un exceso de rentabilidad en comparación con el mercado. Esta variable es muy significativa, al igual que en los dos modelos anteriores, con un t estadístico de -8,93 que hace que sea significativa al 1%.
- β_{RM-Rf} : el coeficiente beta que explica los cambios en la prima de riesgo del mercado es de 0,0082 y es significativo al 1% con un t estadístico de 3,02, por lo que se demuestra que esta variable es muy importante para explicar los retornos de Icahn Enterprises, al igual que otro tipo de activos.
- β_{SMB} : el coeficiente que identifica los cambios en el factor tamaño es 0,0135 y, además, significativo al 1% con un t estadístico de 2,85. Aumentos en el factor tamaño, aumentarán los rendimientos del activo de Icahn Enterprises.
- β_{HML} : en este último modelo, al contrario del Modelo de Tres Factores, se observa que el factor que representa el valor ya no es significativo para representar las rentabilidades de la empresa ni al 10% con un t estadístico de 0,99, lo que podría indicar que hay un exceso de variables en este modelo o que Icahn Enterprises no invierte en *value investing*.
- β_{RMW} : el coeficiente que interpreta los movimientos en la variable RMW o factor rentabilidad operativa tampoco es significativo al 10%, lo que podría indicar que para el activo de Icahn Enterprises no es relevante este factor o que el modelo es malo o, al menos, peor que el Modelo de Tres Factores cuyas variables eran todas significativas.
- β_{CMA} : este coeficiente es el encargado de mostrar los cambios en el factor inversión, pero, al igual que las dos variables anteriores, no es significativo y, por tanto, no es relevante para la explicación de las rentabilidades del conglomerado.

Según los resultados de los coeficientes mencionados anteriormente, este Modelo de Cinco Factores no parece representar mejor las rentabilidades de Icahn Enterprises que el modelo que solo contaba con tres factores, al ser la mayoría de las variables no significativas, menos el factor tamaño y la prima de riesgo del mercado que sí muestran un alto grado de

significatividad. De todas formas, se va a analizar los resultados obtenidos por el modelo en cuanto a su bondad de ajuste y demás supuestos importantes para un modelo de regresión lineal.

- **R²:** el R cuadrado de este modelo con 5 factores es muy parecido al del modelo explicado anteriormente con 3 factores y muestra un valor de 0,4973. Sabiendo que este tipo de modelos no suelen obtener un parámetro muy alto de R cuadrado, podría mostrar que el modelo es bueno.
- **R² ajustado:** el R cuadrado ajustado es el encargado de penalizar el exceso de variables y, como es de esperar, baja un poco con respecto al R cuadrado mostrando un resultado de 0,45. Se ve muy poco reducido el valor, por lo que no parece que haya demasiadas variables en el modelo que entorpezcan el funcionamiento de este.
- **Estadístico F:** el estadístico F muestra un resultado de 10,69 significativo al 1%, lo que demuestra que las variables en conjunto son buenas para calcular las rentabilidades de Icahn Enterprises.
- **Homoscedasticidad:** para comprobar que el modelo no es heteroscedástico se realiza de nuevo el test de White, que muestra un estadístico LM de 4,9 y un chi-cuadrado de 0,428, por lo que se acepta la hipótesis nula de la prueba que indica que hay homoscedasticidad y los errores son constantes en varianza y media.
- **Autocorrelación:** para el análisis de la autocorrelación, se observa el estadístico Durbin Watson que, en este caso es de 1,1633 y sigue siendo lejano a 2. Podría haber indicios de correlación entre las variables y, por esta razón, se calcula la matriz de correlaciones que se puede ver en la Tabla 11.

Tabla 11: Matriz de correlaciones 5 factores

	<i>RM-RF</i>	<i>SMB</i>	<i>HML</i>	<i>RMW</i>	<i>CMA</i>
RM-RF	1	0,5016111	0,24104724	0,11871096	-0,1906594
SMB	0,501611103	1	0,43278585	-0,2574007	0,04793294
HML	0,241047243	0,43278585	1	0,05903517	0,48456626
RMW	0,118710965	-0,2574007	0,05903517	1	0,05296497
CMA	-0,190659363	0,04793294	0,48456626	0,05296497	1

Fuente: elaboración propia

Según se puede ver en la matriz de correlaciones, no parece haber un alto grado de correlación entre las variables, ya que la correlación más alta es de 0,5 entre los factores de la prima de riesgo del mercado y el factor tamaño SMB y aún así está muy lejos de 1, que indicaría una correlación perfecta.

- **Multicolinealidad:** para comprobar que no existe multicolinealidad entre las cinco variables, se calcula el VIF igual que en el modelo anterior y se obtienen los valores que figuran en la Tabla 12. Todos estos, están muy por debajo de 10 así que se concluye que no hay problemas de multicolinealidad en este modelo.

Tabla 12: VIF 5 factores

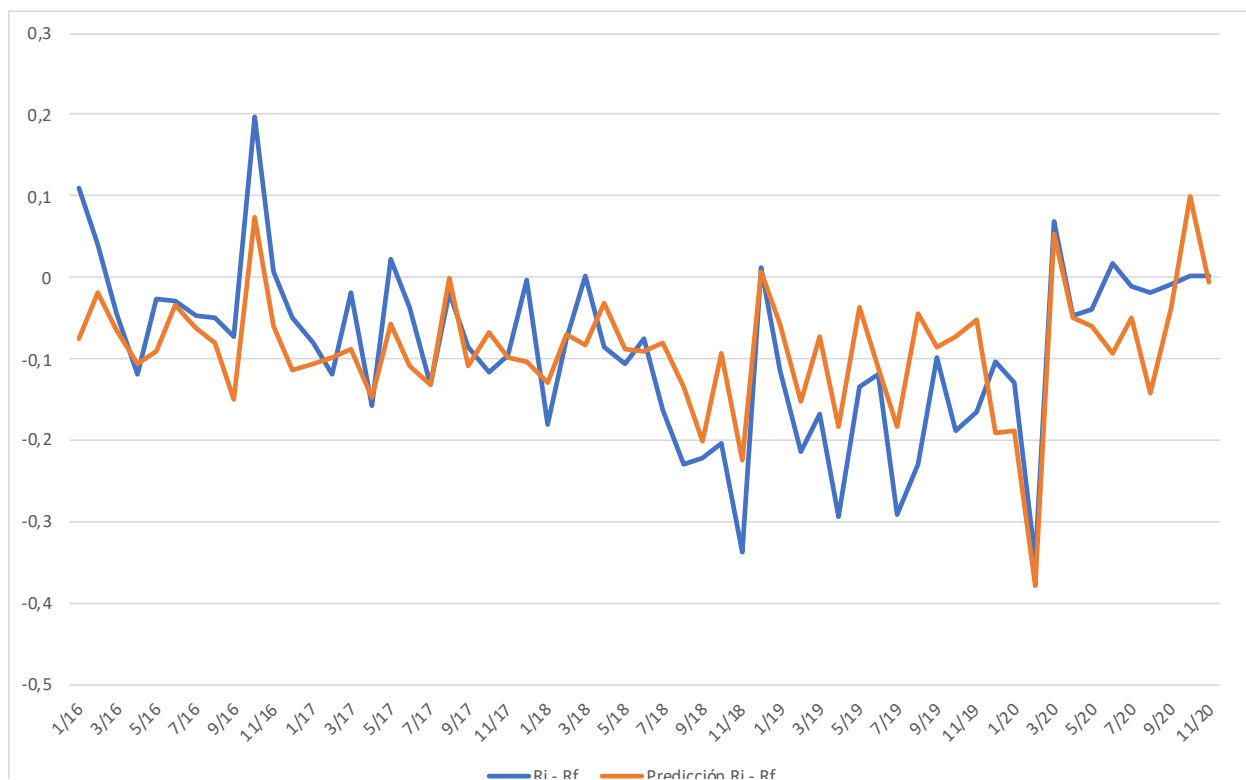
RM-RF	1,6232
SMB	1,8646
HML	1,7710
RMW	1,2248
CMA	1,5127

Fuente: elaboración propia

- **Normalidad:** para contrastar también la hipótesis de normalidad para este modelo, se realiza el test de Jarque-Bera cuyo estadístico es 0,315 y su p-valor 0,8542. Con este p-valor mucho mayor al grado de significatividad, se acepta la hipótesis nula que indica que el modelo tiene una estructura normal.

Finalmente, se observa el Gráfico 7, que contiene la comparación entre los valores estimados de la rentabilidad de Icahn Enterprises y los valores reales.

Gráfico 7: Capacidad de Predicción del Modelo de Cinco Factores



Fuente: elaboración propia

Observando el gráfico anterior, no se encuentran muchas diferencias con el Gráfico 6, que mostraba las rentabilidades según el Modelo de Tres Factores de Fama y French, por lo que se podría decir que agregando las nuevas variables el modelo no mejora. Se puede ver que este modelo otra vez es mucho mejor que el modelo CAPM que, según lo estudiado en el marco teórico, parte de supuestos irreales en los mercados actuales y no es capaz de predecir bien las rentabilidades de los activos. El Modelo de Cinco Factores de Fama y French parece obtener unos buenos estadísticos, pero muestra muchas variables que no son significativas.

10. Conclusiones

Tras la realización del estudio, se pueden obtener las conclusiones asociadas a los objetivos previamente definidos. En primer lugar, se buscaba encontrar el modelo que teóricamente explicaba mejor las rentabilidades de los activos financieros. Tras una aproximación a la Teoría Moderna de Carteras, al Modelo CAPM y los modelos tanto de Tres Factores como de Cinco Factores de Fama y French, se encuentra que el Modelo CAPM tiene mucha área de mejora al basarse en hipótesis irreales como que el mercado es eficiente. Por esto, los modelos de Fama y French son más correctos a la hora de evaluar rentabilidades. El Modelo de Cinco Factores es más completo que el que solo cuenta con Tres Factores, aunque Fama y French (2014) argumentan que el factor valor o HML en su último modelo parece ser redundante.

En segundo lugar, se trataba de encontrar el mejor modelo para analizar las rentabilidades de IEP. Teniendo en cuenta lo expuesto en la metodología de que los modelos se han contrastado con datos de serie temporal, cuando realmente la metodología a seguir debería ser siguiendo los modelos de sección cruzada, se encuentra que el modelo que mejor explica dichas rentabilidades es el Modelo de Tres Factores de Fama y French. Este Modelo muestra que todas sus variables son significativas y obtiene una buena capacidad de predicción. Sin embargo, en el Modelo de Cinco Factores se descubre que la mayoría de las variables no son significativas, por lo que pierde sentido agregar variables extra que no son capaces de explicar los retornos del activo.

El último objetivo expuesto era encontrar los factores que más influían en las rentabilidades del conglomerado de Icahn. Cabe destacar que sus altas rentabilidades se deban a su buena capacidad de gestión de activos, pero según el modelo que obtiene mejores resultados, el de Tres Factores, las variables más significativas son la prima de riesgo del mercado y el factor tamaño SMB. Esto tiene lógica puesto que el factor SMB muestra que las empresas de menor tamaño obtienen mayores rentabilidades y parte de la estrategia de Icahn es invertir en empresas de menor tamaño para adquirir el control sobre estas y mejorar sus rentabilidades a través de su gestión.

11. Bibliografía

- Bender, J., Briand, R., Melas, D., & Subramanian, R. A. (2013). Foundations of Factor Investing. *MSCI Index Research*, 1–33. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2543990>
- Centineo, S., & Centineo, S. (2017). Investment innovation trends: Factor-based investing. *Serbian Journal of Management*, 12(1), 65–75. <https://doi.org/10.5937/sjm12-10764>
- Díaz Zúñiga, E. (2019). Las estrategias de los mejores inversores del mundo. *IG*. Recuperado de: <https://www.ig.com/es/estrategias-de-trading/estrategias-de-los-mejores-inversores-del-mundo-190417#george>
- Fama, E. F. (2015). Cross-Section Versus Time-Series Tests of Asset Pricing Models. *Fama-Miller Working Paper*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2685317>
- Fama, E. F., & French, K. R. (1992). The Cross-Section of Expected Stock Returns. *The Journal of Finance*, 47(2), 427–465. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1992.tb04398.x>
- Fama, E. F., & French, K. R. (1993). Common risk factors in the returns on stocks and bonds. *Journal of Financial Economics*, 33(1), 3–56. [https://doi.org/10.1016/0304-405x\(93\)90023-5](https://doi.org/10.1016/0304-405x(93)90023-5)
- Fama, E. F., & French, K. R. (2004). The Capital Asset Pricing Model: Theory and Evidence. *Journal of Economic Perspectives*, 18(3), 49–51. <https://doi.org/10.2139/ssrn.440920>
- Fama, E. F., & French, K. R. (2015). A five-factor asset pricing model. *Journal of Financial Economics*, 116(1), 1–22. <https://doi.org/10.1016/j.jfineco.2014.10.010>
- Finch, J. H., & Scheff, S. R. (2011). Teaching the CAPM in the Introductory Finance Course. *Journal of Economics and Finance Education*, 10(1), 1.
- Franco-Arbeláez, L. C., Avendaño-Rúa, C. T., & Barbutín-Díaz, H. (2011). Modelo de Markowitz y modelo de Black-Litterman en la optimización de portafolios de inversión. *TecnoLógicas*, 26, 73–87. <https://doi.org/10.22430/22565337.40>

- Icahn Enterprises L.P. (2020). Annual Report Pursuant to Section 13 or 15 (d) of the Securities Exchange Act of 1934. *Icahn Enterprises L.P.* Recuperado de: <https://www.ielp.com/financial-information/annual-reports>
- Kenneth R. French - Data Library.* (s. f.). Tuck Dartmouth. Recuperado 29 de marzo de 2021, de https://mba.tuck.dartmouth.edu/pages/faculty/ken.french/data_library.html
- Mangram, M. (2013). A simplified perspective of the Markowitz Portfolio Theory. *Global Journal of Business Research*, 7(1), 1.
- Markowitz, H. (1952). Portfolio Selection. *The Journal of Finance*, 7(1), 77–91. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1952.tb01525.x>
- Martínez, C. E., Ledesma, J. S., & Russo, A. O. (2013). Particularidades del Modelo de Fijación de Precios de Activos de Capital (CAPM) en Mercados Emergentes. *Análisis Financiero*, 121, 37–47.
- Mateo Guillen, M. (2019). Análisis del comportamiento de activos en el sistema financiero español basado en la aplicación del modelo CAPM en el periodo 2014–2018. *Universidad Pontificia Comillas*.
- Medarde Muguerza, N. (2014). El modelo de tres factores de Fama y French. *Universidad Pontificia Comillas*.
- Mendizábal Zubeldia, A., Miera Zabalza, L., & Zubia Zubiaurre, M. (2002). El modelo de Markowitz en la gestión de carteras. *Cuadernos de gestión*, 2(1).
- Muñoz Martínez, A. R. (2017). Una aproximación a la evaluación de los resultados en las inversiones de Warren Buffett. *Universidad de León*.
- Muro Esteban, C. (2017). << *Factor investing*>>, el nuevo paradigma de la inversión. *Fundació Caixa d'Enginyers*, 25(21662–2012), 1–19.
- Van Horne, J. C. (2002). *Financial Management and Policy*. Prentice Hall.