



MÁSTER EN GESTIÓN DE RIESGOS FINANCIEROS

Modelos de valoración de activos en el mercado de valores español

Autor: Paola Santamaría Gilarranz

Tutor: Manuel Alejandro Betancourt Odio

Trabajo Fin de Máster

Madrid

Agosto 2019

Resumen

Los modelos de valoración de activos han sido protagonistas como objeto de estudio en múltiples ocasiones cuando hablamos de trabajos desarrollados en el ámbito del análisis financiero. En este trabajo se realiza un desarrollo del origen y evolución del mercado de valores en España. Posteriormente una revisión de la literatura en torno a la Teoría Moderna de Carteras, así como de algunos modelos en materia de valoración de activos, en concreto el modelo CAPM y el Modelo de Tres Factores de Fama y French. En este contexto se lleva a cabo la recopilación de una serie de datos sobre el IBEX35 para posteriormente realizar un análisis a través de la aplicación de alguno de estos modelos con el fin de poder extraer ciertas conclusiones a través de su aplicación práctica. Para finalmente determinar que el Modelo de Tres Factores de Fama y French realiza un mejor ajuste a los datos que se han utilizado para la realización de este Trabajo Fin de Master.

Palabras clave: valoración de activos, rentabilidad, mercado de valores español

Abstract:

Asset Pricing Models have been one of the largest studies when we talk about financial analysis. This paper develops the origin and evolution of Spanish Stock Market. Also a Modern Portfolio Theory review. It makes an analysis of the CAPM model and Three Factors Fama & French Model. For the application of these models this work uses the data series about IBEX 35 index. In order to draw certain conclusions when we develop its practical application. Finally we conclude that Three Factors Fama & French model has a better adjustment to the data series we have been used to work on this Final Project.

Key words: asset pricing, returns, Spanish Stock Market

Índice de contenido

1. Introducción.....	3
2. Origen e historia del Mercado Continuo español.....	5
2.1. Origen de la Bolsa	5
2.2. La Bolsa de Madrid	10
2.3. El índice IBEX35	11
3. Revisión de la literatura.....	13
3.1. Teoría de Carteras	13
3.2. Modelos Factoriales	17
3.3. El Modelo CAPM.....	19
3.4. Modelo de Tres Factores de Fama y French	22
4. Metodología y datos utilizados	26
5. Resultados obtenidos.....	28
6. Conclusiones	30
7. Bibliografía	32
8. Anexos	33

1. Introducción

En el mundo de las finanzas y el análisis financiero, tanto buscar una adecuada interpretación sobre las preferencias de los individuos, como investigar la relación de estas con sus decisiones de inversión, han constituido uno de los retos más comunes a modo de objeto de análisis de los estudios económicos.

Estaríamos hablando de lo que se conoce como finanzas del comportamiento o conductuales, referentes a la conducta del individuo. Las finanzas conductuales pueden dividirse en dos categorías, las que explican el proceso de la toma de decisiones o micro finanzas del comportamiento y las que describen la desviación de lo que en la teoría económica se conoce como mercados eficientes o macro finanzas del comportamiento. Esta rama de las finanzas asume que los individuos son parcialmente racionales y no disponen de información perfecta sino limitada, a diferencia de la rama tradicional de las finanzas la cual asume que los agentes son siempre racionales y disponen de información perfecta la cual utilizan para maximizar su propia utilidad. Esto último también difiere entre las finanzas tradicionales, las cuales buscan la maximización de la utilidad y las del comportamiento, estas últimas buscan satisfacerla.

En concreto, si nos centramos en las inversiones referentes a los mercados bursátiles, cabría destacar el papel clave sobre como interfieren en estas decisiones individuales de inversión los precios de las acciones y su comportamiento a lo largo de la vida de estas. Dada la amplitud del tema en cuestión y la multitud de factores que influyen en la variación de los precios, como son el ciclo económico, la inflación, el riesgo, los beneficios de la propia acción, el tipo de sector y un largo etcétera, todavía en la actualidad no se ha logrado encontrar un modelo concreto que sea capaz de asumir toda la casuística que concurre en el mercado de valores.

Todo ello ha supuesto el desarrollo de numerosas investigaciones en torno a la modelación del comportamiento de los precios de las acciones. Para la realización de este trabajo nos hemos centrado en la Teoría Moderna de Carteras. Dicha teoría nos facilita tanto modelos que se ajustan más a la realidad como otro tipo de modelos los cuales aportan un marco teórico de amplia magnitud sobre el tema en cuestión.

Como objetivo principal de estudio en este trabajo de investigación, se pretende realizar una comparativa entre dos modelos de predicción de precios distintos para los rendimientos del índice bursátil español IBEX 35.

De dicho objetivo general se derivan ciertos objetivos específicos:

- Determinar en este caso particular cual es el modelo, entre los elegidos para el análisis, que mejor se ajusta a este mercado de valores concreto.
- Analizar la capacidad de predicción sobre los rendimientos accionariales de este mercado de los modelos CAPM desarrollado por Sharpe en 1964, aunque más tarde recibiría aportaciones de Lintner, Fama o Mossin y Tres Factores de Fama y French (1993)
- Estudiar cuál de los dos es aquel que realiza un mejor ajuste comparativamente al índice bursátil del IBEX 35.

Dado todo lo anterior, este trabajo se ha estructurado en cinco capítulos, además de dicha introducción recogida en el primer capítulo, en la que se expone el tema a tratar, el objeto de análisis y los objetivos del trabajo.

En el segundo capítulo se realizará un análisis de la historia y el origen del mercado continuo español profundizando de una manera especial en el mercado de valores de la Bolsa de Madrid.

En el tercer capítulo se realiza una exhaustiva revisión bibliográfica en relación a la Teoría de Carteras, los modelos factoriales y los modelos de valoración de activos que se utilizan en esta investigación.

En el cuarto capítulo se llevará a cabo una descripción de la metodología utilizada y los datos que han sido necesarios en la realización de este trabajo.

En el quinto capítulo se dedica un epígrafe a la aplicación práctica de los modelos seleccionados y la exposición de los resultados obtenidos.

En último lugar se exponen las conclusiones a las que se ha llegado en el desarrollo de este trabajo.

2. Origen e historia del Mercado Continuo español

2.1. Origen de la Bolsa

Para hablar de los orígenes y la historia del mercado continuo español nos remontamos a la antigua Castilla del siglo XIII, donde surgieron los juros, los cuales son considerados como una primera versión de la deuda pública. Eran emisiones en papel que realizaba la Corona de Castilla, pero que a diferencia de lo que conocemos hoy como deuda pública cada una de dichas emisiones era diferente para cada comprador que garantizaban una deuda o préstamo que se solicitaba por la corona, pudiendo ser considerados por tanto los primeros títulos de valores.

Posteriormente en el siglo XIV se constituyeron lo que se conoce como Lonjas de Contratación, cuyo origen es influenciado por la cultura mediterránea, en concreto la italiana. Dichas lonjas se originan como lugares de encuentro para llevar a cabo reuniones entre comerciantes donde se intercambiaban productos como el grano, la lana y la seda con el objetivo de llegar a acuerdos lo más beneficiosos posibles para cada una de las partes.

De forma histórica estas Lonjas son consideradas como el origen de las instituciones más cercanas a lo que hoy en día conocemos como el mercado bursátil español, esto se debe tanto a su esencia como a la forma de su operativa.

Cabe destacar que la primera de las Lonjas fue creada por Jaime I de Aragón en Palma de Mallorca, destacando en nuestro país otras Lonjas con alta importancia como son la de Zaragoza, Valencia y Barcelona.

No es hasta el siglo XIX, concretamente el 1809 que se crea la primera Bolsa en España, denominada como la Bolsa de Comercio en Madrid creada por José Napoleón Bonaparte, conocido como José I Bonaparte, quien fue nombrado rey de España en 1808 por su hermano Napoleón Bonaparte, al mismo tiempo que transcurría la Guerra de la Independencia. En un primer momento José I Bonaparte decidió crear la sede de la Bolsa de Comercio en el edificio del convento e iglesia San Felipe el Real ubicado en la Puerta del Sol, ya que en la parte inferior del edificio se encontraba la Lonja comúnmente conocida como *Mentidero de la Villa*, pero esta Bolsa de Comercio nunca llegó a ponerse en funcionamiento.

El mercado bursátil español no comienza oficialmente hasta el 10 de septiembre de 1831, fecha en la cual bajo el reinado en España de Fernando VII se aprueba la Ley de Creación de la Bolsa de Madrid, redactada por el jurista Pedro Sainz de Andino y se funda la Bolsa de Madrid. En el artículo 64 del Código de Comercio de 1829 se definía la Bolsa como: “un lugar de reunión de comerciantes y agentes mediadores donde se conciertan o cumplen las operaciones de contratación de activos mobiliarios”.

La primera sesión de contratación oficial tuvo lugar el 20 de octubre de 1831 en el Consulado de la Plaza del Ángel, con sesiones de tres horas de duración y las primeras empresas que cotizaron en ella fueron siderúrgicas, de la industria del ferrocarril y del sector bancario. Mediante la citada ley y la creación de la Bolsa de Madrid lo que se pretendía era lograr constituir un mercado de valores semejantes a los ya existentes en otras capitales mundiales como Londres, Nueva York o París.

Posteriormente, el 21 de julio del año 1890 se constituyó la Bolsa General de Comercio de Bilbao, seguida de la creación de la Bolsa de Comercio de Barcelona en 1915 y no fue hasta 1980 que se constituyó la Bolsa de Valencia, quedando así constituidas las 4 Bolsas de Valores del panorama nacional.

Poco antes de la creación de la última Bolsa de Valores nacional, la valenciana, se produjeron dos avances que influyeron en el ámbito económico; en 1974 se puso de funcionamiento un nuevo sistema liquidativo que sentaría la base del sistema de anotación en cuenta y en 1978 con la creación y aprobación de la Constitución Española se desarrollaron técnicas mejores y más productivas las cuales contribuyeron a una apertura de la visibilidad ante el exterior que supuso el incremento de la inversión extranjera en las empresas del mercado bursátil español. Esto último se consolidó en 1986 con la entrada de España en la Comunidad Económica Europea (CEE), apertura definitiva al exterior con todo lo que económicamente supuso hasta que un año más tarde se produjo el *crash* económico mundial cuyo desencadenante fue el conocido como *Lunes Negro* de Wall Street, superando incluso al conocido como *crash del 29*.

En 1988 España se integra en el Sistema Monetario Europeo y además se aprueba y publica la Ley del Mercado de Valores, la cual entró en vigor en ese mismo año suponiendo así la transformación definitiva de la Bolsa en España. Un año más tarde, en 1989, comenzó su funcionamiento el mercado continuo para acciones conocido como *Computer Assisted Trading System (CATS)*. Aquel año la Bolsa abrió

con la negociación de siete valores y terminó el año negociando cincuenta y uno. El año 1989 fue un año en el que se introdujeron importantes cambios como la sustitución de los Agentes de Cambio y Bolsa por las Sociedades Rectoras, constituidas como Sociedades Anónimas; también un año con una importante creación institucional en torno a la Bolsa, se constituyeron:

- La Comisión Nacional del Mercado de Valores (CNMV), órgano encargado de llevar a cabo la supervisión de los mercados España de carácter prudencial con el objetivo de garantizar la transparencia de los mercados, la correcta formación de los precios, la seguridad de las transacciones, la solvencia del sistema y la protección hacia los inversores.
- La Sociedad de Bolsas, institución encargada de llevar a cabo tanto la gestión como el funcionamiento a nivel técnico del sistema electrónico de contratación y ejerce también como fuente primaria de la información que se genera en el sistema electrónico, así como de la gestión y organización de dicha información.

Continuando con la evolución de los mercados de valores en España cabe señalar que en 1991 se crea el Mercado Oficial de Opciones y Futuros Financieros, un mercado de derivados tanto de renta fija como de renta variable. Se crea la figura del Protector de Inversor de la Bolsa de Madrid y se pone en funcionamiento el Sistema Electrónico de Negociación de Renta Fija. Un año más tarde ve la luz el nuevo Servicio de Liquidación y Compensación, iniciando de esta forma el nuevo sistema de liquidación por anotación en cuenta. En 1995 se produjo la sustitución del anteriormente mencionado CATS por el Sistema de Interconexión Bursátil Español (SIBE).

Esto, unido a la evolución que experimentó el mercado de valores y el crecimiento económico que se sucedió en los años posteriores, supuso que el desarrollo de un crecimiento extraordinario de los volúmenes de contratación y de capitalización, aumentó de forma muy acelerada el número de inversores en Bolsa convirtiéndose en un fenómeno social en el cual jugaron un papel desencadenante la época de crecimiento económico que se vivía en el momento y los procesos de privatización y salidas a Bolsa de numerosas empresas, concluyendo en una rápida modernización del mercado de valores español. A partir del 1 de enero de 1999 coincidiendo con la entrada del Euro en España la negociación de valores en los mercados españoles se realizaba de forma

exclusiva en Euros; año en el que también se desarrolló y puso en marcha el Mercado de Valores Latinoamericanos en Euros, conocido comúnmente como Latibex.

El 2001 fue un año que puso a prueba a las bolsas de valores de todo el mundo debido al shock que se produjo con los atentados del 11 de septiembre en Nueva York, los cuales desencadenaron una enorme incertidumbre en los mercados que terminaron recuperándose gracias a su fuerte madurez, consolidación y confianza de los inversores. Fue en ese mismo año cuando se produjo el nacimiento de Bolsas y Mercados Españoles (BME), una sociedad que integra a los mercados secundarios y los sistemas de registro, compensación y liquidación de valores en un único grupo. Creando así una institución de un mayor tamaño que le permita tener un papel clave y decisivo a la hora de configurar el mapa bursátil europeo. En julio de 2003 se aprueba la Ley de Transparencia, con el objetivo principal de crear un refuerzo de las sociedades cotizadas, estableciendo nuevos requisitos de información e incluyendo la obligación de dotarse de un conjunto de mecanismos en materia de gobierno corporativo.

A partir de 2004 las Bolsas comienzan a recuperarse después de la incertidumbre sobrevenida debido a los atentados del 11 de septiembre de 2001, destacando especialmente en este crecimiento y evolución la Bolsa española que se convierte en líder europeo en financiación, registrando en 2006 su mejor ejercicio hasta el momento. Año en el que también el IBEX35 bate su máximo histórico rompiendo la barrera de los 14.000 puntos. En este mismo año dado el tratamiento específico y singular requerido por las Entidades de Capital Riesgo, Sociedades de Inversión de Capital Variable (SICAVs), Fondos Alternativos o empresas con una capitalización reducida, se crea el Mercado Alternativo Bursátil (MaB). Es también en 2006, concretamente en el mes de julio, cuando comienzan a cotizar en la Bolsa española los conocidos como Exchange Traded Funds (ETFs), conocidos en español como Fondos Cotizados en Bolsa; mes en el cual BME como grupo integrado de todos los mercados españoles sale a Bolsa.

En 2007 entró en vigor la Directiva Markets in Financial Instruments Directive, conocida comúnmente por sus siglas MiFID. La transposición española de esta Directiva europea se lleva a cabo en la Reforma de la Ley del Mercado de Valores, lo cual supuso importantes cambios en el sistema de organización y ejecución de las actividades que desarrollan los distintos agentes implicados en la cadena de valor de las Bolsas y Mercados Financieros. El principal objetivo de esta directiva es la protección

del cliente a través de la regulación del comportamiento de la entidad financiera o de inversión, así como fomentar la transparencia, eficacia, equidad e integración de los mercados financieros. Se pretende que el cliente tenga a su disposición toda la información que le permita escoger con conocimiento de causa el producto financiero en el que desea invertir. (<http://www.cnmv.es>)

Un año más tarde, en 2008, la llegada de la crisis financiera cuyo desencadenante se produjo el 15 de septiembre con la famosa caída de Lehman Brothers, supuso una caída de las cotizaciones de gran magnitud la cual vino acompañada de un extraordinario aumento de la volatilidad en todas las Bolsas a nivel mundial.

Sería un par de años más tarde cuando se hizo palpable el tamaño de la crisis acontecida en 2008 y su magnitud, pues en 2010 fue el año en el que se vio afectada en gran medida la deuda soberana de los países y no solo el sector financiero. Esta crisis afectó especialmente a países con una posición fiscal más expuesta, como fue el caso de Grecia la cual tuvo que ser rescatada. La confianza en ciertos países europeos como Grecia, Irlanda o también Italia o España supuso que la prima de riesgo reflejase esa desconfianza llegando incluso a experimentarse una desestabilización en la cotización de la moneda única, el Euro.

Cabe destacar que durante esos años inmediatamente posteriores al estallido de la crisis continuaron produciéndose salidas a Bolsa de multitud de compañías. Es en ese mismo año, 2010, que se crea el sistema de registro europeo de operaciones de derivados, conocido como REGIS-TR, fruto de la necesidad de regulación y una mayor transparencia en los conocidos mercados de derivados *Over The Counter* (OTC).

En el año 2013 se creó el Mercado Alternativo de Renta Fija (MARF), dando así la posibilidad de que las empresas solventes del panorama nacional tengan la posibilidad de recurrir a este mercado como recurso de financiación alternativo mediante la emisión de títulos de renta fija corporativos, recursos añadido a los que normalmente tenían disponibles a su alcance en el ámbito de la financiación. En los sucesivos años la Bolsa iba mostrando como se afianzaba la salida de la recesión. En septiembre de 2016 finaliza la Reforma de la Compensación y Liquidación concluyendo con una reducción del ciclo liquidativo de los valores de Renta Variable modificándolo

de tres a dos días después de la fecha de su contratación, ciclo que inicialmente solo era aplicado a los valores de Renta Fija.

En 2018 entró en vigor la nueva Directiva Europea MiFID II sobre el marco normativo tanto de mercados como de instrumentos financieros y también el Reglamento Markets in Financial Instruments Regulation, conocido como MiFIR. Este reglamento pretende regular la transparencia en la negociación tanto anterior como posterior en relación con las autoridades competentes y los inversores, también las obligaciones adquiridas por los proveedores de servicios de datos y la negociación de los productos financieros derivados. Así mismo la nueva Directiva MiFID II tiene como objetivo principal reforzar la actual regulación europea sobre los mercados de valores, pretende realizarlo a través de diferentes acciones entre las que se incluyen:

- Que la negociación organizada de los productos financieros se desarrolle en plataformas reguladas.
- La introducción de reglas algorítmicas sobre negociación y de alta frecuencia.
- Una mejora de la transparencia y supervisión de todos los mercados financieros, incluyendo de esta forma los mercados de productos derivados.
- Reforzando la protección hacia el inversor, las condiciones de competencia en la negociación, la liquidación de los instrumentos financieros y las normas de conducta.

2.2. La Bolsa de Madrid

La creación de la Bolsa de Madrid tuvo lugar, como ya se ha citado con anterioridad, en el año 1831. La primera sede en la que fue emplazada dicha institución se sitúa en la Plazuela del Ángel, pero un año más tarde es trasladada a la Casa de Filipinas. En 1941 se sitúa en el Claustro del Convento de San Martín y en 1846 en el Monasterio de las Monjas Bernardas. Un año después en 1847 se traslada al Convento de los Basillos y en 1875 se traslada al edificio de la Aduana Vieja. No fue hasta 1893 con la Reina Regente M^a Cristina que se inauguró el edificio de Palacio de la Bolsa de Madrid tal y como lo conocemos en la actualidad, construido en la Plaza de la Lealtad, un palacio con estilo neoclásico acorde con la línea que seguía la arquitectura del momento de otros palacios de Madrid como el Banco de España, la Biblioteca Nacional

o la Real Academia de la Lengua. En la época de la inauguración del Palacio de la Bolsa únicamente cotizaban alrededor de unos treinta y cuatro valores que se negociaban en los famosos corros, los cuales se situaban en diferentes puntos del parque donde los agentes vendían o compraban a viva voz durante un periodo de tiempo establecido.

En los años veinte ya cotizaban en torno a ciento veinte empresas con una amplia variedad de sectores muy representativa del ámbito económico de la época. En 1941 se profesionalizó la figura de los Agentes de Cambio y Bolsa, los cuales accedían al puesto a través de oposiciones libres, los cuales fueron sustituidos cuarenta y ocho años más tarde por las Agencias y Sociedades de Valores. Durante los años cuarenta la capitalización de la Bolsa de Madrid se multiplicó por tres y fue durante los años sesenta y setenta que la Bolsa de Madrid se integró profundamente en la sociedad española y la vida económica del momento.

La distribución del parque en aquel momento era entrono a un 40% sector bancario, un 30% las eléctricas y Telefónica, un 7% el sector de la construcción e inmobiliario y el resto más repartido entre diferentes sectores. Durante los años setenta y ochenta la Bolsa de Madrid experimentó una importante transformación en los ámbitos tanto regulatorios como tecnológicos los cuales continuaron produciéndose durante las décadas de los noventa con la explosión de los mercados de capitales que salvo en etapas concretas de crisis y recesiones han continuado durante los años dos mil hasta llegar al punto actual en el que se encuentra.

En la actualidad en el Mercado Continuo (SIBE) 127 empresas a julio de 2019. El Palacio de la Bolsa de Madrid carece de la actividad y el bullicio que se experimentaba con los antiguos corros ya que todo ha quedado relegado debido a los avances informáticos y tecnológicos que permiten las negociaciones y compra venta de valores en tiempo real sin necesidad de encontrarse físicamente en el parque.

2.3. El índice IBEX35

El IBEX 35 es el índice de referencia cuando hablamos del mercado de valores de renta variable español. Nació un 14 de enero de 1992 elaborado por BME, se trata de un índice ponderado por capitalización bursátil lo cual quiere decir que se ha construido en función de la capitalización bursátil de cada uno de los títulos que los conforman. Para calcular el índice se suma la capitalización bursátil de los valores que forman el

índice, se divide entre el valor del índice del año que se ha escogido como base y se suele multiplicar por cien. Este tipo de índices son considerados una forma objetiva de medir la influencia de cada valor que conforma el índice y normalmente requieren menos ajuste que otro tipo de índices.

El IBEX 35 está formado por las treinta y cinco empresas con mayor liquidez de las que cotizan en el SIBE, formado por las cuatro bolsas españolas. Por tanto las compañías que tienen una mayor capitalización bursátil tienen mayor peso dentro del índice y sus fluctuaciones tienen una mayor influencia en el movimiento del índice. Los criterios que se utilizan para definir las entradas o salidas en el IBEX 35 son la liquidez de los títulos, el número de títulos en circulación y el valor de capitalización bursátil de la compañía. Para que un valor forme parte del IBEX 35 su capitalización media debe ser superior al 0,30% de la capitalización media del IBEX 35 en el periodo analizado y que también que haya sido contratado por lo menos en una tercera parte de las sesiones que se han desarrollado en ese periodo.

En la actualidad, la mayor subida diaria experimentada por el IBEX 35 se produjo el lunes 10 de mayo del año 2010 alcanzando los 10.351'90 puntos, por el contrario la mayor caída diaria experimentada por el IBEX 35 se produjo el jueves 24 de junio del año 2016 después de que en el referéndum sobre la salida de Reino Unido de la Unión Europea los británicos votasen un sí.

Para el desarrollo de este capítulo y los epígrafes que contiene nos hemos basado fundamentalmente en la información que se encuentra en las páginas web de Bolsas y Mercados Españoles y Bolsa de Madrid (<http://www.bolsamadrid.es> , <https://www.bolsasymercados.es>).

Tabla 1. Los actuales 35 valores y su porcentaje de composición del IBEX 35 a Junio de 2019.

NOMBRE	SEDE SOCIAL	TIPO DE SECTOR	TICKER	ISIN	% IBEX
Acciona	Alcobendas	Infraestructura	ANA	ES0125220311	0,7
Acerinox	Madrid	Metalúrgica	ACX	ES0132105018	0,55
Grupo ACS	Madrid	Infraestructura	ACS	ES0167050915	2,41
Aena	Madrid	Transporte	AENA	ES0105046009	2,75
Amadeus IT Group	Madrid	Turismo	AMS	ES0109067019	6,97
ArcelorMittal	Luxemburgo	Metalúrgica	MTS	LU1598757687	1,14
Banco Sabadell	Alicante	Finanzas	SAB	ES0113860A34	1,65
Banco Santander	Santander	Finanzas	SAN	ES0113900J37	14,97
Bankia	Valencia	Finanzas	BKIA	ES0113307062	1,35
Bankinter	Madrid	Finanzas	BKT	ES0113679I37	1,48
Banco Bilbao Vizcaya Argentaria	Bilbao	Finanzas	BBVA	ES0113211835	7,62
CaixaBank	Valencia	Finanzas	CABK	ES0140609019	4,88
Cellnex Telecom	Madrid	Telecomunicaciones	CLNX	ES0105066007	0,86
CIE Automotive	Bilbao	Siderurgia, petroquímica	CIE	ES0105630315	0,43
Enagás	Madrid	Energía	ENG	ES0130960018	1,16
ENCE	Madrid	Energía y celulosa	ENC	ES0130625512	0,29
Endesa	Madrid	Energía	ELE	ES0130670112	1,6
Ferrovial	Madrid	Transporte	FER	ES0118900010	2,79
Grifols	Barcelona	Salud	GRF	ES0171996087	2,11
IAG	Madrid	Transporte	IAG	ES0177542018	3,22
Iberdrola	Bilbao	Energía	IBE	ES0144580Y14	8,41
Inditex	Arteijo	Textil	ITX	ES0148396007	10,34
Indra Sistemas	Alcobendas	Consultoría	IDR	ES0118594417	0,34
Inmobiliaria Colonial	Madrid	Inmuebles	COL	ES0139140174	0,84
Mapfre	Majadahonda	Finanzas	MAP	ES0124244E34	1
MasMovil Ibercom	Alcobendas	Telecomunicaciones	MAS	ES0184696104	0,32
Mediaset España Comunicación	Madrid	Medios de comunicación	TL5	ES0152503035	0,35
Meliá Hotels International	Palma de Mallorca	Turismo	MEL	ES0176252718	0,36
Merlin Properties	Madrid	Inmuebles	MRL	ES0105025003	1,15
Naturgy	Madrid	Energía	NTGY	ES0116870314	1,92
Red Eléctrica Corporación	Alcobendas	Energía	REE	ES0173093024	1,98
Repsol	Madrid	Energía	REP	ES0173516115	5,34
Siemens Gamesa Renewable Energy	Zamudio	Energía	SGRE	ES0143416115	0,95
Telefónica	Madrid	Telecomunicaciones	TEF	ES0178430E18	7,22
Viscofan	Tajonar	Alimentos	VIS	ES0184262212	0,59

Fuente: Elaboración Propia.

3. Revisión de la literatura

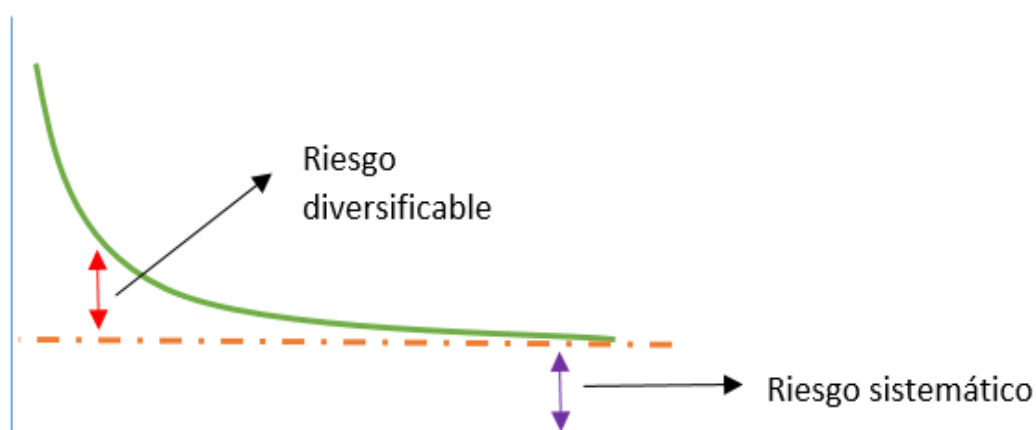
3.1. Teoría de Carteras

Los *Asset Pricing Models* o modelos de valoración de activos nacen con el objetivo de buscar esa relación existente entre el binomio rentabilidad y riesgo tan común en el mundo de las finanzas y el análisis financiero. Este tipo de modelos ha sido objeto de múltiples estudios y son conocidos como modelos factoriales, los cuales pueden ser modelos de un único factor o modelos multifactoriales. Antes de centrarnos

en el análisis de los modelos concretos que se van a analizar en el desarrollo de este trabajo realizaremos en primer lugar una revisión de la literatura referente a la Teoría de Carteras de Markowitz.

En marzo de 1952 Harry Max Markowitz publicaba su trabajo *Portfolio Selection* el cual sentaba las bases de lo que hoy se conoce como Teoría Moderna de Carteras. Se trataba fundamentalmente de una teoría basada en la diversificación de activos a la hora de construir una cartera, con el objetivo final de conseguir una disminución del riesgo de la cartera. La teoría de Markowitz viene definida por el supuesto fundamental de que los inversores racionales optimizan el rendimiento de sus carteras a partir de la diversificación, para lo cual se basa en los diagramas media y varianza (desviación típica) los cuales representan la rentabilidad y el riesgo de los activos respectivamente. Analizando en profundidad el supuesto de diversificación podemos deducir implícitamente que los retornos que exige un inversor a un determinado activo no dependerán tanto del riesgo del propio activo, como bien es sabido parte de ese riesgo implícito en el activo es diversificable, sino de la parte de riesgo del activo que no puede ser eliminada por la diversificación (Markowitz, 1952).

Gráfico 1. Esquema sobre los tipos de riesgo.



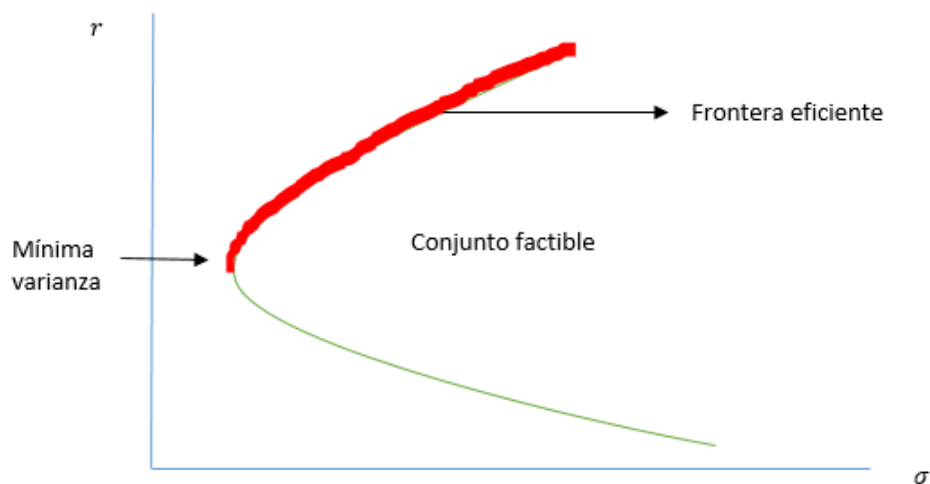
Fuente: Elaboración Propia.

El Modelo de Selección de Carteras de Markowitz (1952) se basa en la racionalidad de los inversores y en que los mercados son perfectos y eficientes. Por mercados eficientes entendemos aquellos mercados en los cuales no existen costes de transacción, no existen impuestos y los activos que los forman son perfectamente divisibles. En estos mercados se negocian un número de activos determinado con riesgo siendo una condición necesaria que al menos tres de ellos no tengan correlación

perfecta. También asume la aversión al riesgo por parte de los agentes que interactúan en los mercados, lo que supone a la hora de llevar a cabo la selección de su cartera lo realizarán guiados por la media y la varianza de dicha cartera en el periodo de la inversión, también cabe señalar la no saturación de los individuos, es decir, siempre prefieren mayor rendimiento a menor rendimiento. Por tanto, según Markowitz, se llevarán a cabo elecciones de carteras con una media y una varianza eficientes en el sentido de que para un rendimiento esperado de una cartera se minimice la varianza y para una varianza dada se maximice el rendimiento esperado.

En este modelo se determina la existencia de lo que se denomina conjunto factible el cual es el resultante de la combinación de títulos y que no será común para todos los inversores, aunque sí tendrá la misma forma para todos. El conjunto de mínima varianza delimitará la frontera eficiente la cual está ubicada en la parte superior del gráfico que se muestra a continuación.

Gráfico 2. Esquema sobre conjunto factible y frontera eficiente.



Fuente: Elaboración Propia.

La frontera eficiente estará formada por todas aquellas carteras consideradas eficientes que son aquellas que están formadas por las combinaciones de activos que consiguen obtener el rendimiento máximo esperado para un riesgo dado.

Este modelo supuso, como se ha citado con anterioridad, el origen de lo que en la actualidad se conoce como la Teoría Moderna de Carteras. Dada la evolución en los estudios y modelos sobre valoración de activos actualmente podemos destacar que el modelo de Markowitz (1952) incluye supuestos que se pueden considerar demasiado

restrictivos como es el que las decisiones se tomen basadas en el diagrama media varianza, o que sea un modelo estático de un solo periodo. En la práctica es un modelo difícil de desarrollar debido al gran número de parámetros que son necesarios estimar.

Si incorporamos a este modelo un activo libre de riesgo el cual en este caso sí sería el mismo para todos los agentes que confluyen en el mercado, un ejemplo de activo libre de riesgo podría ser cualquier título de deuda soberana como por el ejemplo el bono alemán a diez años, supone una gran ampliación del modelo descrito anteriormente ya que de esta forma estaríamos permitiendo a los individuos que no solo formen carteras con activos con riesgos, sino que ahora tendrían la posibilidad tanto de prestar como de pedir prestado. Estaríamos hablando de la base de lo que se conoce como el Teorema de un Fondo, que implica que existe un único fondo formado por activos con riesgo de tal forma que se puede crear una cartera eficiente mediante la combinación del fondo de activos con riesgo con el activo libre de riesgo. Este teorema supondría el salto al modelo de valoración de activos más conocido del mundo financiero, el *Capital Asset Pricing Model*, conocido como CAPM.

Tal y como se menciona en el inicio de este epígrafe este tipo de modelos son los conocidos como modelos factoriales, los cuales pueden ser de un solo factor o multifactoriales. Como hemos podido comprobar queda de manifiesto que en modelos con diagramas de media y varianza como el modelo de Markowitz (1952) es necesaria una gran cantidad de información que puede aumentar aún más a medida que aumenta el número de activos que se pretenden analizar. Dichos activos presentan una aleatoriedad en la distribución de sus rendimientos que en numerosas ocasiones se puede resumir en un determinado número de factores, los cuales tienen una clara influencia en los rendimientos individuales de cada uno de los activos.

Este tipo de modelos factoriales suelen tener una estructura mucho menos compleja que permite ahondar de una manera más profunda en las relaciones existentes entre los distintos activos que componen los mercados. Para realizar una correcta elección de los distintos factores que se van a utilizar con el fin de tratar de explicar la aleatoriedad que presentan los rendimientos de los activos, deben ser seleccionados teniendo en cuenta características específicas de los propios activos que se vayan a valorar como pueden ser por ejemplo el tamaño de la empresa que se está valorando o el sector al que pertenece. Esto es debido a que la significación de los factores elegidos

supone un proceso clave a la hora de desarrollar un modelo con una determinada precisión.

3.2. Modelos Factoriales

Por un lado, podemos encontrar modelos de un único factor, dentro de los modelos factoriales estos suelen ser los más sencillos. Un ejemplo podría ser:

$$r_i = \alpha_i + \beta_i F + u_i \quad (3.1)$$

donde la rentabilidad aleatoria de cada uno de los activos viene dada por una constante específica de cada activo, α_i , mientras que F representa el factor común a las rentabilidades de todos los activos. El coeficiente β_i mide la sensibilidad de los rendimientos del activo frente a variaciones en el factor. La parte u_i sería el elemento aleatorio específico de cada activo.

En este tipo de modelos, el componente de la rentabilidad del activo no explicada por el factor debe ser independiente del valor que toma el propio factor. El residuo o elemento aleatorio específico de cada activo tiene media cero y está incorrelacionado con las variables explicativas de la regresión. El factor que se utiliza en esta clase de modelos realmente tiene un carácter informativo, ya que en él se recoge toda la información que hay de común en las fluctuaciones de las rentabilidades de los distintos activos que estén siendo considerados, explica los movimientos conjuntos entre rentabilidades de distintos activos. En estos modelos el riesgo de un activo puede expresarse como:

$$riesgo\ total = \sqrt{riesgo\ sistemático^2 + riesgo\ específico^2} \quad (3.2)$$

Siendo el riesgo específico, también conocido como diversificable o no sistemático, aquel riesgo que es intrínseco al activo y que puede ser reducido a través de la diversificación, es la parte del riesgo que depende de factores de la propia compañía del activo en cuestión. Por otro lado, el riesgo sistemático o no diversificable es aquel intrínseco al propio mercado al que pertenece el activo en cuestión y que por tanto no puede ser eliminado.

El ejemplo más común de modelo de un solo factor es el modelo CAPM.

En cambio, también podemos encontrar modelos multifactoriales, en los cuales según se puede deducir de su propio nombre interviene más de un factor. Un ejemplo podría ser:

$$r_i = \alpha_i + \beta_{1i} F_1 + \beta_{2i} F_2 + u_i \quad (3.3)$$

donde la rentabilidad aleatoria de cada uno de los activos viene dada por una constante específica de cada activo, α_i , F_1 y F_2 representan los dos factores comunes incluidos en este modelo, los coeficientes β miden la sensibilidad de los rendimientos del activo frente a variaciones en los factores y u_i es el elemento aleatorio específico del activo que no está explicado por los factores comunes. Este término aleatorio no tiene ningún tipo de correlación con los dos factores, sin embargo los factores comunes sí que pueden estar correlacionados entre sí, a través de una matriz de covarianzas.

Como ya se ha mencionado con anterioridad realizar una correcta selección de factores para introducirlos en el modelo es una actividad importante para su posterior desarrollo. Los modelos multifactoriales pueden basarse en factores de tipo estadístico, económico o financiero, pudiendo esperar de ellos que el ajuste que realizan es más significativo que los de un solo factor, debido a que para cada activo existirán diferentes sensibilidades a cada factor, esto supondrá que el rendimiento de cada uno de los activos no será función lineal de un solo factor, se encontrará en distintos planos. Es muy común realizar una división de los tipos de factores en tres categorías distintas para tener una mejor visión periférica sobre qué tipo de factores sería más conveniente utilizar en el desarrollo del modelo en cuestión:

- Factores externos: como pueden ser la tasa de inflación, la tasa de paro, el Índice de Precios al Consumo (IPC), las variaciones en los tipos de interés o el Producto Interior Bruto (PIB).
- Factores implícitos: como pueden ser los rendimientos obtenidos con una cartera de un sector determinado o los rendimientos de la cartera de mercado, es decir, factores que se obtienen sobre rendimientos ya conocidos de otros activos.
- Características empresariales: como pueden ser las múltiples ratios financieras que explican la situación de una compañía. Algunos ejemplos pueden ser el *Return on Equity* (ROE), el *Price Earning Ratio* (PER), la diferencia entre el valor en libros y el valor de mercado de la compañía, conocido como *book-to-market* y así un largo etcétera de ratios financieros sobre el estado de las

empresas. En este tipo de factores cabe destacar que el factor tendrá un determinado valor para cada compañía el cual deberá ir acompañado de la correspondiente ecuación del modelo factorial mediante una constante que sea igual para todos los activos.

Como ejemplo de modelo multifactorial podemos proponer el Modelo de Tres Factores de Fama y French (1992), modelo que será objeto de estudio en el análisis que se realiza en este trabajo.

3.3. El Modelo CAPM

El *Capital Asset Pricing Model* o Modelo de Valoración de Activos Financieros (CAPM), al que posteriormente otros autores como Lintner, Fama o Mossin realizaron sus propias aportaciones, es el modelo de valoración de activos más conocido y estudiado en el mundo del análisis financiero. Este modelo proporciona una relación entre rentabilidad y riesgo de los activos, que sirve para que los inversores lleven a cabo sus decisiones de inversión en los mercados en función de la predicción de sus rendimientos (Sharpe, 1964).

Los supuestos básicos en los cuales se basa del modelo CAPM son:

- Los inversores optimizan el diagrama media varianza, es decir, para un rendimiento dado tratan de minimizar el riesgo o para un riesgo dado tratan de maximizar la rentabilidad.
- Se consideran los mercados perfectos, es decir, no existen ni costes de transacción, ni impuestos, todos los activos que se encuentran en el mercado son perfectamente divisibles y la información es perfecta e igual para todos los inversores, lo cual implica que todos realizan las mismas estimaciones.
- Se negocian en el mercado número de activos determinado con riesgo y un activo sin riesgo.

Si recordamos el Teorema de un Fondo mencionado con anterioridad y lo aplicamos al CAPM, el fondo formado por todos los activos con riesgo del mercado pertenecería a la frontera eficiente y además sería lo que se conoce como la cartera de mercado. De acuerdo con los supuestos asumidos por el CAPM y conociendo la

composición de la cartera de mercado y su característica de ser eficiente podríamos concluir que todos los inversores invertirían en la cartera de mercado, provocando de esta forma un ajuste de precios que llevaría al mercado a alcanzar la eficiencia.

Bajo los supuestos del CAPM las carteras eficientes son aquellas que verifican la llamada *Capital Market Line* conocida como CML, es la recta formada por la cartera de mercado y el activo libre de riesgo:

$$CML \equiv \bar{r} = r_f + \frac{\bar{r}_M - r_f}{\sigma_M} \sigma \quad (3.4)$$

donde \bar{r} sería la rentabilidad de una cartera que se sitúa en la CML, r_f la rentabilidad del activo sin riesgos, \bar{r}_M y σ_M serían la rentabilidad y riesgo respectivamente de la cartera de mercado, la cual se asume que es eficiente. A la pendiente de la recta, $\frac{\bar{r}_M - r_f}{\sigma_M}$ habitualmente se le denomina precio de mercado del riesgo.

Del modelo del CAPM podemos sacar como conclusiones que un activo puede estar valorado correctamente y estar incluido en carteras que sí que son eficientes, pero puede que dicho activo por sí mismo no sea eficiente. Que un activo esté bien valorado supone que tenga un precio en línea con sus características propias y también las del resto de títulos, puede que no sea eficiente por sí mismo, pero sí combinándolo con otros activos. Si se cumple el CAPM todos los activos que componen el conjunto factible estarían bien valorados.

Bajo el modelo del CAPM existe otra recta llamada *Security Market Line*, conocida como SML o Línea del Mercado de Títulos, que nos indica si un título está valorado correctamente o por el contrario no está bien valorado. Representa la relación entre la rentabilidad esperada de un activo en función de su riesgo sistemático:

$$SML \equiv \bar{r}_i = r_f + \frac{\bar{r}_M - r_f}{\sigma_M^2} \sigma_{iM} \quad (3.5)$$

donde \bar{r}_i sería la rentabilidad de un título, r_f la rentabilidad del activo sin riesgo, \bar{r}_M y σ_M^2 serían la rentabilidad y la varianza respectivamente de la cartera de mercado, mientras que σ_{iM} sería la covarianza entre el título y la cartera de mercado. Normalmente $\frac{\sigma_{iM}}{\sigma_M^2}$ suele denominarse β_i que es lo que se conoce como el riesgo sistemático de ese activo. Pudiendo por tanto reescribir la SML como:

$$SML \equiv \bar{r}_i = r_f + \beta_i(\bar{r}_M - r_f) \quad (3.6)$$

Si transformamos esa ecuación restando a la izquierda la rentabilidad del activo libre de riesgo obtenemos:

$$\bar{r}_i - r_f = \beta_i(\bar{r}_M - r_f) \quad (3.7)$$

Esta expresión, $\bar{r}_i - r_f$ se conoce como prima de riesgo, nos indica la diferencia existente entre la rentabilidad que proporciona el activo que estamos valorando y la rentabilidad que nos proporciona el activo libre de riesgo. La prima de riesgo de un activo es proporcional a su beta, o lo que es lo mismo, a la covarianza de su rendimiento con el rendimiento del mercado. En función de la covarianza entre el activo que estemos valorando y la cartera de mercado podemos realizar el siguiente análisis:

- Si $\sigma_{iM} > 0$, tendremos que $\beta_i > 0$ y la prima de riesgo será también positiva, es decir la rentabilidad del activo será superior a la del activo libre de riesgo, lo cual suele ser el caso más habitual.
- Si $\sigma_{iM} = 0$, tendremos que $\beta_i = 0$ y estaremos por tanto hablando del activo sin riesgo, por lo que la prima de riesgo será nula, al tratarse del mismo activo.
- Si $\sigma_{iM} < 0$, tendremos que $\beta_i < 0$ y la prima de riesgo será negativa, estaremos hablando de un título que nos estaría ofreciendo una rentabilidad por debajo de la que nos ofrece el activo sin riesgo. Este tipo de títulos, aunque no parezcan atractivos a la hora de escogerlos como inversión aislada ya que no se consideran eficientes, sí que lo son para incorporarlos combinados con otros activos puesto que aportan diversificación a la cartera.

Por tanto, la SML no nos estaría indicando si una inversión es buena y hay que realizarla o no, realmente lo que nos estaría indicando si un título está o no bien valorado, teniendo en cuenta también que cualquier cartera negociada en el mercado es susceptible de considerarse un título más. Si un activo se sitúa por debajo de la SML estaríamos hablando de un activo sobrevalorado, nos estaría ofreciendo una rentabilidad por debajo de la teórica que le correspondería para su nivel de riesgo. Si por el contrario un activo se sitúa por encima de la SML estaríamos hablando de un activo infravalorado, el cual nos estaría ofreciendo un rendimiento superior al rendimiento teórico dado su nivel de riesgo. Cuando un activo se sitúa por encima de la SML se

podría afirmar que el mercado no está en equilibrio y que por tanto no se verifica el modelo CAPM.

Las conclusiones que podemos sacar del modelo CAPM es que se trata de un buen modelo en cuanto al marco teórico se refiere, pero si tratamos de trasladarlo a la práctica quedan al descubierto algunas de las debilidades que presenta.

En el mundo financiero real no es cierto que todos los agentes dispongan de la misma información y como consecuencia que vayan a realizar las mismas estimaciones e invertir todos en la cartera de mercado, sino al contrario, existirán agentes que intervienen en el mercado los cuales dispongan de una información privilegiada respecto a otros agentes lo cual les llevará a realizar inversiones las cuales les proporcionen rentabilidades diferentes y superiores al resto de los agentes que operan en el mercado. Otra restricción que presenta el modelo es que el CAPM devuelve resultados para un solo periodo, lo cual supone obtener una beta estática, al suponer que el riesgo no tiene volatilidad a lo largo de la vida de la inversión.

Su carácter unifactorial, al tratarse de un modelo que, para explicar la variabilidad de los rendimientos de los activos, únicamente se basa en el exceso de rendimientos del mercado sobre el activo libre de riesgo. La racionalidad de los individuos también sería una restricción a tener en cuenta, puesto que está suponiendo que los individuos son aversos al riesgo y que dado un nivel de riesgo prefieren una rentabilidad mayor, limitando de esta forma las decisiones de los inversores las cuales podrían no seguir una lógica racional que no se está contemplando en el modelo.

3.4. Modelo de Tres Factores de Fama y French

Eugene F. Fama y Kenneth R. French publican en 1992 su artículo *The Cross-Section of Expected Stock Returns* y un año más tarde, en 1993 publican otro artículo titulado *Common risk factors in the Returns on stocks and bonds*, a partir de los cuales se extrae su conocido Modelo de Tres Factores, desarrollan un modelo el cual surge como una ampliación del CAPM, para realizar una valoración de activos que recoja los rendimientos de los activos de una manera más ajustada. Para ello introducen dos nuevas variables en el modelo las cuales reciben el nombre de *Small minus Big* o SMB y *High minus Low* o HML (Fama, & French, 1992).

La esencia de este modelo radica en exponer que la rentabilidad de cualquier activo o cartera puede ser explicada por los siguientes tres factores:

- Lo que conocemos como la prima de riesgo de mercado, es decir, el exceso de la rentabilidad esperada del mercado con respecto a la rentabilidad del activo libre de riesgo: $E(r_M) - r_f$. (3.8)
- Lo que anteriormente hemos descrito como SMB, que es la diferencia entre la rentabilidad de los títulos pertenecientes a una compañía de una baja capitalización bursátil menos la rentabilidad de los títulos pertenecientes a una compañía con una alta capitalización bursátil.
- Lo descrito con anterioridad como HML, es decir, la diferencia entre los títulos de empresas que presentan una ratio *Book-to-Market* alto menos la rentabilidad de las empresas que presentan una ratio *Book-to-Market* bajo.

Tras la realización de numerosas pruebas por los autores de los ya citados artículos la forma matemática de la que se enuncia el modelo de Tres Factores de Fama y French es la siguiente:

$$r_i = r_f + \beta_M (r_M - r_f) + \beta_{SMB} SMB + \beta_{HML} HML \quad (3.9)$$

donde son conocidos tanto la rentabilidad del activo libre de riesgo r_f , como la rentabilidad y riesgo de la cartera de mercado r_M y β_M respectivamente, siendo los únicos parámetros no conocidos las variables específicas que incluye este modelo, SMB y HML.

Para el desarrollo de su modelo, los autores tuvieron en consideración variables como son el *Price Earning Ratio* (PER), el tamaño de la compañía, su ratio de apalancamiento, el ratio *Book-to-Market*, llegando a la conclusión de que las variables tamaño de la compañía y ratio *Book-to-Market* eran aquellas que tenían un mayor poder explicativo sobre la variación en los rendimientos de los activos cuando eran combinadas junto a un tercer factor, la variable de mercado. Fama y French basaron su estudio en empresas que cotizaban tanto en el *New York Stock Exchange* (NYSE), como en el *American Stock Exchange* (AMEX) y en el *National Association of Securities Dealers Automated Quotation* (NASDAQ) en el periodo comprendido entre los años 1963 y 1990 (Fama, & French, 1992).

La regresión utilizada en el desarrollo de su modelo es la regresión creada por Black, Jensen y Scholes (1972), en la cual a los rendimientos de los activos se les aplica una regresión sobre los rendimientos de una cartera de mercado y de réplicas de cartera de tamaño, *Book-to-Market* y estructura de factores de riesgo en los rendimientos. Esta regresión utiliza rendimientos sobre el activo sin riesgo, la rentabilidad mensual del activo menos la rentabilidad del bono del estado a un mes. El estudio y desarrollo de este modelo por parte de los autores asigna a la variable SMB que recoja la condición de que las compañías con una menor capitalización bursátil ofrezcan un mayor rendimiento, esto es debido a que se considera que presentan un mayor riesgo que las compañías con una alta capitalización bursátil; sin embargo a la variable HML le asignan la condición que recoge que aquellas compañías que presentan un mayor ratio *Book-to-Market* son las mismas capaces de ofrecen mayores rendimientos.

A la hora de proceder a la realización del cálculo de las variables SMB y HML, los autores dividieron todas las compañías que cotizaban en el periodo de análisis en dos grandes grupos:

- compañías con una alta capitalización bursátil.
- compañías con poca capitalización bursátil.

Posteriormente procedieron a realizar una segunda división de las compañías en función de su ratio *Book-to-Market* en tres categorías:

- Alto *Book-to-Market*, 30% mayor de las compañías.
- Medio *Book-to-Market*, 40% intermedio de las compañías.
- Bajo *Book-to-Market*, 30% menor de las compañías.

Esto se basa en su artículo de 1992 donde se evidencia que la ratio *Book-to-Market* tiene un mayor peso en la explicación de los rendimientos medios de los activos que la variable del tamaño de la compañía.

El último paso fue construir seis carteras, resultantes de todas las combinaciones posibles entre los grupos que se habían categorizado mediante estas dos variables, obteniendo lo siguiente:

- *Book-to-Market* alto y capitalización alta: cartera 1.
- *Book-to-Market* medio y capitalización alta: cartera 2.
- *Book-to-Market* bajo y capitalización alta: cartera 3.

- *Book-to-Market* alto y capitalización baja: cartera 4.
- *Book-to-Market* medio y capitalización baja: cartera 5.
- *Book-to-Market* bajo y capitalización baja: cartera 6.

Tabla 2. Carteras formadas en el modelo de Fama y French (1993).

		Capitalización	
		Alta	Baja
Book to Market	Alto	Cartera 1	Cartera 4
	Medio	Cartera 2	Cartera 5
	Bajo	Cartera 3	Cartera 6

Fuente: Elaboración Propia.

Una vez que los autores han realizado esta combinación de carteras se procede a calcular la rentabilidad de cada una de ellas otorgando a cada compañía el mismo peso dentro de la cartera. Posteriormente se lleva a cabo el cálculo de las variables SML y HML de la siguiente manera:

$$SMB = \frac{1}{3}(Cart. 4 + Cart. 5 + Cart. 6) - \frac{1}{3}(Cart. 1 + Cart. 2 + Cart. 3) \quad (3.10)$$

Resultante de realizar el promedio de las tres carteras de capitalización baja menos el promedio de las tres carteras de capitalización alta.

$$HML = \frac{1}{2}(Cart. 1 + Cart. 4) - \frac{1}{2}(Cart. 3 + Cart. 6) \quad (3.11)$$

Resultante de realizar el promedio de las dos carteras con un *Book-to-Market* alto menos el promedio de las dos carteras con un *Book-to-Market* bajo.

De este modo habiendo calculado así las dos variables desconocidas del modelo se pueden proceder a realizar una estimación del modelo de Tres Factores de Fama y French (Fama, & French, 1992).

$$r_i = r_f + \beta_M (r_M - r_f) + \beta_{SMB} SMB + \beta_{HML} HML \quad (3.12)$$

4. Metodología y datos utilizados

El desarrollo de este trabajo se ha procedido a realizar mediante un análisis sobre los rendimientos del IBEX 35 en los últimos diez años, el período de datos utilizado para el análisis transcurre entre enero de 2008 y diciembre de 2018 con una frecuencia mensual. Se pretende comparar la variación de los rendimientos de dicho índice utilizando dos modelos de valoración de activos, el *Capital Asset Pricing Model* o CAPM y el Modelo de Tres Factores.

En primer lugar, hemos obtenido la serie histórica entre las fechas anteriormente citadas de la cotización del IBEX 35 mediante el uso de la plataforma *Thomson Reuters*. Una vez obtenida dicha serie histórica se ha procedido al cálculo de los rendimientos utilizando logaritmos neperianos y obteniendo de esta forma la serie de los rendimientos del IBEX 35 entre los meses de enero de 2008 y diciembre de 2018.

A continuación hemos identificado que los factores necesarios para introducir tanto en el Modelo del CAPM como en el Modelo de Tres Factores de Fama y French son: la prima de riesgo de mercado conocida como $(r_M - r_f)$ y los factores *SMB* y *HML* que han sido explicados de manera más detallada en el epígrafe anterior.

Para la parte del rendimiento de mercado hemos recurrido al trabajo que realiza el propio autor Kenneth R. French en su página web. El autor modifica la información con carácter anual mediante la construcción de carteras para lo cual se basa en cuatro índices de valoración: el ratio *Book-to-Market*, el ratio entre ganancias y precio, el ratio entre ganancias en efectivo y precio y el ratio entre dividendos y precio. Construye las carteras a finales de cada año y calcula los rendimientos ponderados. Calcula también el rendimiento del mercado realizando la media ponderada del valor de los rendimientos para las empresas de las cuales dispone de los cuatro índices mencionados. El carácter anual de la actualización de dicha información supone el motivo por el cual el análisis se realiza entre enero de 2008 y diciembre de 2018, periodo del que hemos obtenido el rendimiento del mercado para España.

(<http://mba.tuck.dartmouth.edu/pages/faculty/ken.french/index.html>)

Como activo libre de riesgo hemos utilizado el Bono de Tesoro Español a diez años. Para obtener sus datos hemos recurrido de nuevo a la plataforma *Thomson Reuters*, descargando la serie histórica de precios del bono entre las fechas objeto de estudio y calculado los rendimientos logarítmicos de igual forma que se han calculado para el IBEX 35.

Una vez obtenido los datos de la rentabilidad del mercado y el activo libre de riesgos hemos procedido a realizar el cálculo del factor de la prima de riesgo.

Para las variables SMB y HML de nuevo hemos recurrido al trabajo que realiza el propio autor y que se encuentra publicado en su web. En concreto hemos obtenido estos dos factores de la publicación referente al Modelo de Tres Factores de Fama y French para el mercado europeo.

En el cálculo de estos factores realizado por los autores los países que tienen en cuenta son Alemania, Austria, Bélgica, Dinamarca, España, Finlandia, Francia, Grecia, Holanda, Irlanda, Italia, Noruega, Portugal, Reino Unido, Suecia y Suiza. Para el cálculo de la SMB y HML han clasificado siguiendo su modelo, ya descrito con anterioridad en este trabajo, los títulos en dos grupos de capitalización y en tres grupos en función de la ratio *Book-to-Market* al final del mes de junio de cada año.

Los títulos de empresas grandes son aquellos que se sitúan en el 90% o más de la capitalización de mercado de junio y los títulos de empresas pequeñas los que se sitúan en el 10% restante. Los puntos de corte para el *Book-to-Market* son del treinta y del setenta para las grandes compañías. Las carteras construidas son seis: *Big Growth* (BG), *Big Neutral* (BN), *Big Value* (BV), *Small Growth* (SG), *Small Neutral* (SN) y *Small Value* (SV). *Growth*, *Neutral* y *Value* son las tres categorías del *Book-to-Market* y *Big* y *Small* la categorización de la capitalización.

Las fórmulas utilizadas para realizar el cálculo son las que hemos presentado con anterioridad al realizar la descripción del modelo sustituyendo la nomenclatura:

$$SMB = \frac{1}{3}(SV + SN + SG) - \frac{1}{3}(BV + BN + BG) \quad (4.1)$$

$$HML = \frac{1}{2}(SV + BV) - \frac{1}{2}(SG + BG) \quad (4.2)$$

Con todos los parámetros calculados hemos ordenado los datos de la fecha más alejada en el tiempo a la fecha más actual para realizar dos análisis de regresión, uno

que se base únicamente en el factor de la prima de riesgo de mercado siguiendo el Modelo CAPM y el otro basado además de en la prima de riesgo de mercado en los parámetros SMB y HML calculados siguiendo el Modelo de Tres Factores de Fama y French. Estas regresiones nos proporcionarían los coeficientes asociadas a cada una de las variables incluidas en ambos modelos.

5. Resultados obtenidos

Una vez realizados los análisis de regresión de ambos modelos procedemos a la interpretación de los resultados obtenidos.

En primer lugar, analizamos los resultados obtenidos de la regresión realizada con el modelo CAPM. Como se puede comprobar en el anexo 1 el coeficiente β_M asociado al factor de prima de riesgo de mercado es de 0'883, esto supone que cuando la rentabilidad del mercado aumenta en un 1% con respecto a la rentabilidad del activo libre de riesgo la rentabilidad del IBEX 35 lo supera en un 0'883%; lo cual implica que la rentabilidad del mercado respecto al Bono del Estado español a diez años es superior a la rentabilidad del IBEX 35 respecto a dicho bono.

Por otro lado, observamos la variable intercepción, esta variable nos muestra la diferencia que existe entre los rendimientos mensuales del mercado, en este caso los extraídos del mercado español presentados por el autor Kenneth R. French en su trabajo, y los rendimientos mensuales calculados del IBEX 35; se puede concluir que los rendimientos del IBEX 35 presentan unos rendimientos mensuales un 0'004% menos que los del mercado.

Otro análisis realizado con los resultados obtenidos es el de la significación individual de las variables, en este caso el nivel de confianza para el que se han realizado los cálculos es del 95%, por lo que el nivel de significación es un 5%. Para que la variable sobre la que queremos sacar una conclusión sea significativa el p-valor de su estadístico t debe de ser menor que el 5%; en este caso la variable $Mkt-Rf$, prima de riesgo de mercado, tiene un p-valor que es prácticamente cero por lo que se puede concluir que efectivamente se trata de una variable significativa en el modelo que estamos analizando.

Si nos fijamos en el estadístico F obtenido de la regresión podemos observar que su p-valor se podría decir que es prácticamente cero con lo que el modelo es conjuntamente significativo. Esto significa que las variables incluidas en él son capaces de explicar en forma de modelo para un nivel de significación dado los resultados obtenidos.

Procedemos ahora a comentar el análisis de los resultados obtenidos para la regresión del Modelo de Tres Factores de Fama y French. Primero analizaremos el valor obtenido de los coeficientes.

El resultado obtenido para el coeficiente β_M es de 0'641 esto supone que cuando la rentabilidad del mercado aumenta en un 1% con respecto a la rentabilidad del activo libre de riesgo la rentabilidad del IBEX 35 lo supera en un 0'641%, esto implica que la rentabilidad que proporciona el mercado respecto al Bono del Estado español a diez años sea superior a la proporcionada por el IBEX 35 respecto a dicho bono.

El valor del coeficiente de SMB, β_{SMB} , es de -0'216, lo que supone que por cada 1% que los rendimientos de las compañías de baja capitalización superen a los de las compañías de alta capitalización los rendimientos del IBEX 35 caerán un 0'216%. Esto se debe a que al tener este coeficiente signo negativo nos estaría informando sobre que los rendimientos del IBEX 35 estarían explicados en mayor medida por empresas de alta capitalización, estas empresas tendrían una mayor influencia en la variabilidad de los rendimientos del IBEX 35. Lo cual analizándolo desde un punto de vista lógico tiene sentido ya que el IBEX 35 es un índice ponderado por capitalización bursátil, lo que implica que las empresas incluidas dentro de dicho índice que tengan una capitalización más alta tendrán asignado un peso mayor al construir el índice.

El valor del coeficiente de HML, β_{HML} , es de 0'598, lo cual nos estaría indicando que por cada 1% que los rendimientos de las compañías con un *Book-to-Market* mayor superen a los rendimientos de las compañías con un *Book-to-Market* menor, los rendimientos del IBEX 35 aumentarían un 0'598%. Si analizamos esto desde un punto de vista más financiero nos estaría explicando que las empresas con dicha ratio mayor tiene una mayor influencia, como es lógico, en la volatilidad de los rendimientos del índice.

Si nos fijamos en la significación individual de los coeficientes comentados vemos que para un nivel de confianza del 95% y por tanto, un nivel de significación del

5%, los tres coeficientes tiene un p-valor inferior al 5% lo cual nos vendría a decir que las tres variables son significativas de manera individual. Al fijarnos en el estadístico F de los datos obtenidos del cálculo de la regresión, podemos observar que su p-valor es prácticamente cero por lo que podríamos concluir que el modelo es conjuntamente significativo. Por último nos fijamos en el valor de la intercepción que es -0'0026, lo cual nos indica que existe una diferencia del 0'0026% entre los rendimientos del IBEX 35 y los rendimientos del mercado, siendo los rendimientos del IBEX 35 inferiores.

6. Conclusiones

Mediante el desarrollo de este trabajo se ha pretendido comprobar la eficiencia del Modelo CAPM y del Modelo de Tres Factores de Fama y French para explicar los rendimientos del índice bursátil español IBEX 35 en el periodo de estudio entre enero de 2008 y diciembre de 2018. Las conclusiones que se han obtenido a raíz de la realización del trabajo son las siguientes:

1. El Modelo CAPM, el cual consideraba un solo factor, explica un 67'21% la variación en los rendimientos del IBEX 35, mientras que el Modelo de Tres Factores de Fama y French, el cual añadía los factores SMB y HML al modelo inicial, consigue explicar un 76'03% de los rendimientos de dicho índice.
2. Mediante el Modelo CAPM los rendimientos mensuales del IBEX 35 son inferiores con respecto a los del mercado en un 0'004%, mientras que según el Modelo de Tres Factores de Fama y French estos rendimientos son inferiores con respecto a los rendimientos del mercado en un 0'0026%.
3. Existe la contradicción de que uno de los supuestos del Modelo de Tres Factores de Fama y French se basa en que aquellas compañías las cuales tengan una capitalización bursátil más pequeña son las posteriormente pueden ofrecer unos rendimientos más altos. Por el contrario, una vez realizada la regresión hemos comprobado dado el signo del coeficiente que acompaña al factor SMB que son las compañías con una capitalización bursátil más grande aquellas que ofrecen unos rendimientos superiores.
4. Otro de los supuestos del Modelo de Tres Factores de Fama Y French se basa en que las compañías con una ratio *Book-to-Market* mayor son las que ofrecen

mayores rendimientos, los cual coincide con nuestro trabajo como hemos podido comprobar mediante el coeficiente del factor HML.

5. Como conclusión global del trabajo de análisis realizado ambos modelos explican en gran medida la variabilidad de los rendimientos del IBEX 35 aunque si bien es cierto el Modelo de Tres Factores de Fama y French se ajusta ligeramente mejor.

7. Bibliografía

- Black, F., Jensen, M.C., Scholes, M. (1972). *The Capital Asset Pricing Model: Some Empirical Tests*. New York: Praeger Publishers Inc.
- Fama, E.F., French, K.R. (1992). The cross-section of expected stock returns. *Journal of Finance*, 47, 427-465.
- Fama, E.F., French, K.R. (1993). Common risk factors in the returns on stocks and bonds. *Journal of Financial Economics*, 33, 3-56.
- Fama, E.F., French, K.R. (1995). Size and Book-to-market Factors in Earnings and Returns. *Journal of Finance*, 50, 131-155.
- Hernández, C., Cervantes, M. (2010). Rendimientos accionarios en Shenzhen, China: en la búsqueda del mejor modelo de predicción. *Portes, Revista Mexicana de Estudios Sobre la Cuenca del Pacífico*, 7, 109-130.
- Lintner, J. (1965). Security Prices, Risk and Maximal Gains from Diversification. *Journal of Finance*, 20, 587-615.
- Lintner, J. (1965). The Valuation of Risk Assets and the Selection of Risky Investments in Stock Portfolios and Capital Budgets. *Review of Economics and Statistics*, 47, 13-37.
- Luenberger D. (1998). *Investment Science*. New York: Oxford University Press.
- Markowitz, H. (1952). Portfolio Selection. *Journal of Finance*, 7, 77- 99.
- Markowitz, H. (1959). Portfolio Selection: Efficient Diversification of Investments. *The Journal of Finance*, 15 No 3.
- Medarde, N. (2014). *El modelo de tres factores de Fama y French aplicado al mercado español*. Máster Universitario en Finanzas. Madrid: Instituto Católico de Administración y Dirección de Empresas (ICADE).
- Montes, O. (2018). *Una aplicación del modelo de Tres Factores de Fama y French a empresas del IBEX 35*. Máster Universitario en Finanzas de Empresa. Madrid: Universidad Complutense de Madrid.
- Mossin, J. (1996). Equilibrium in a Capital Asset Market. *Econometrica*, 34, 768-783.
- Sharpe, W.F. (1964). Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium under Conditions of Risk. *Journal of Finance*, 19, 425-442.

8. Anexos

Anexo 1. Resultados de la regresión del Modelo CAPM

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coeficiente de correlación múltiple	0,819808373
Coeficiente de determinación R ²	0,672085769
R ² ajustado	0,669563352
Error típico	0,03412457
Observaciones	132

ANÁLISIS DE VARIANZA

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	1	0,310271693	0,310271693	266,4451305	2,83953E-33
Residuos	130	0,151383214	0,001164486		
Total	131	0,461654907			

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95,0%</i>	<i>Superior 95,0%</i>
Intercepción	-0,004675759	0,002970226	-1,57420992	0,117869501	-0,010551996	0,001200478	-0,010551996	0,001200478
Mkt-RF	0,883067446	0,054099093	16,32314708	2,83953E-33	0,776038861	0,990096031	0,776038861	0,990096031

Anexo 2. Resultados de la regresión del Modelo de Tres Factores de Fama y French

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0,876215681
Coefficiente de determinación R ²	0,760321859
R ² ajustado	0,758931259
Error típico	0,046853259
Observaciones	132

ANÁLISIS DE VARIANZA

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	3	0,369587123	0,123195708	137,65478	3,56875E-29
Residuos	128	0,013658426	0,000106706		
Total	131	0,423565816			

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95,0%</i>	<i>Superior 95,0%</i>
Intercepción	-0,002654862	0,021598716	-1,231458764	0,265154489	-0,32156877	0,09854795	-0,32156877	0,09854795
Mkt-RF	0,641535268	0,049865632	15,65214784	2,54861E-26	0,54123658	0,74325684	0,54123658	0,74325684
SMB	-0,215658463	0,135652594	-0,128477365	0,156987456	-0,45895486	-0,03259748	-0,45895486	-0,03259748
HML	0,598563213	0,165981746	0,357455721	0,002416876	0,97856135	0,95846215	0,97856135	0,95846215