



Trabajo Fin de Grado

Aplicación del Modelo de Markowitz para la
Creación de una Cartera de Inversión

Application of the Markowitz Model for the Creation of
an Investment Portfolio

Autor

Alejandro Castro Alonso

Director

Raúl León Soriano

Facultad de Ciencias Sociales y Humanas
2018

Autor del trabajo: Alejandro Castro Alonso

Director del trabajo: Raúl León Soriano

Título del trabajo: Creación de una Cartera de Inversión a través del Modelo de Markowitz

Titulación a la que está vinculado: Grado en Administración y Dirección de Empresas

Resumen

La actual coyuntura en la que nos encontramos hoy en día con los tipos de interés negativos, provoca que sea la renta variable la única opción que tienen los ahorradores para obtener rentabilidad de su dinero. Por ello en este trabajo se va a llevar a cabo la creación de una cartera de activos del Ibex 35 con el fin de batir a este índice. Primero se realizará una selección de aquellas empresas que muestran un mayor potencial de subida. Posteriormente se construirá la cartera utilizando el modelo de Markowitz el cual, a partir de las rentabilidades históricas de los títulos, nos dirá como distribuirlos en la cartera, siendo esta la mejor opción posible de inversión para una determinada rentabilidad. Finalmente se ofrecerá una comparación entre la evolución del Ibex y de la cartera seleccionada.

Abstract

The current situation in which we find ourselves today with negative interest rates, causes equities to be the only option available to savers to obtain a return on their money. Therefore, this work will include the creation of a portfolio of the Ibex 35 assets in order to beat this index. First, a selection will be made of those companies that show the greatest potential for growth. The portfolio then will be developed using the Markowitz model, which, based on the historical returns on the securities, will tell us how to distribute them in the portfolio, making this the best possible investment option for a given profitability. Finally, a comparison will be made between the performance of the Ibex and the selected portfolio.

Índice

<u>1. Introducción</u>	7
I. Fundamentos teórico	
<u>2. La gestión de carteras</u>	8
2.1 Definición y tipos	8
<u>3. El modelo de Markowitz</u>	9
3.1 Hipótesis de partida	10
3.2 Planteamiento practico	10
3.3 Criticas al modelo de Markowitz	12
<u>4. El mercado bursátil español, el Ibex-35</u>	13
4.1 El concepto de la bolsa	13
4.2 El Índice IBEX 35	13
II. Aplicación Práctica del Modelo	
<u>5. Selección de activos</u>	14
5.1 Perspectivas macroeconómicas	14
5.2 Valores que conforman la cartera	16
<u>6. Cartera de Markowitz</u>	21
6.1 Cálculo de la rentabilidad y riesgo esperado de los valores	21
6.2 Calculo de la rentabilidad y volatilidad esperada de la cartera	22
6.3 Resolución del problema de minimización del riesgo	23
<u>7. Resultado de la cartera y del Ibex 35</u>	25
<u>8. Conclusión</u>	27

Índice de Figuras y tablas

Figura 1. Gráfico de la frontera eficiente	11
Tabla 1. Rentabilidad y riesgo	22
Tabla 2. Carteras eficientes	24
Figura 2. Grafica frontera eficiente vs Ibex 35	24
Figura 3. Grafico evolución del Ibex 35	25

1. Introducción

Hoy en día la gestión de activos, y en especial la gestión de fondos de inversión, es un sector que está resurgiendo desde el año 2012. Estos vehículos de inversión, según Inverco, tienen bajo gestión 263.000 millones de euros lo que supone el 22.60% del PIB español. Esta tendencia requiere que la gestión sea cada vez más eficiente y especializada para el devenir de este sector que tanto impacto tiene en el ahorro de los individuos. Estos, muchas veces carecen de los conocimientos necesarios para sacar rentabilidad de sus ahorros, poniendo sus carteras a disposición de profesionales.

En el presente estudio se va a construir una cartera de activos, en concreto acciones del mercado español con el objetivo de batir al Ibex-35. Para ello se pondrá en práctica el modelo de selección de activos financieros de Harry Markowitz. Su obra, publicada en 1952 bajo el título "*Portfolio Selection*" en la prestigiosa revista *Financial Times*, está considerada como el punto de partida de la Teoría de Selección de Carteras. Como veremos más adelante, batir a este índice significa construir una cartera que, asumiendo el mismo riesgo, se obtenga una rentabilidad mayor, o bien, ofreciendo la misma rentabilidad, se consiga un menor riesgo que el Ibex-35.

Para la realización de este trabajo, primero se ofrecerá una aproximación al contenido teórico que se aplicará a lo largo del estudio. Este se basará en la definición de la gestión de carteras y sus tipos. Posteriormente, se realizará un repaso del modelo de Markowitz, comentando cuál es su objetivo, las hipótesis en las que se basa, las funciones que estudia, así como las restricciones a las que está sujeto. Para finalizar la parte teórica del trabajo se comentará acerca del Ibex-35, índice que sirve como *benchmark* de las carteras que se van a construir.

Pasando a la parte práctica, se procederá a la selección de un conjunto de valores del Ibex-35, de diferentes sectores, construyendo así una cartera diversificada. Con el fin de realizar una buena selección, por una parte, se analizarán las perspectivas macroeconómicas para el año 2018. Por otra parte, este análisis macro se complementará con un breve análisis fundamental, escogiendo aquellos valores que tengan un mayor potencial alcista respaldándose en la situación económica actual.

Una vez analizados dichos valores, se procederá a la aplicación del modelo describiendo paso a paso el camino a seguir en su resolución. Como conclusión, llevará a cabo una comparación entre los resultados de las carteras de Markowitz y el Ibex-35.

I. Fundamentos teóricos

2. La gestión de carteras

2.1 Definición y tipos

Según la Comisión Nacional del Mercado de Valores (CNMV), la gestión de carteras es el servicio de inversión por el cual una entidad adopta de forma discrecional e individualizada todas las decisiones relativas a la composición y administración de una cartera de valores, de acuerdo con las instrucciones expresas del titular de los mismos. La discrecionalidad implica que en el ámbito de las instrucciones recibidas la entidad gestora puede adoptar en cada momento las decisiones que estime más convenientes; por tanto, cuando firma un contrato de gestión de carteras el inversor está delegando la adopción de decisiones de inversión.

Dentro de la estrategia de gestión de carteras podemos distinguir dos tendencias (Mendizábal, et al., 2002):

En primer lugar, la gestión pasiva es aquella que se basa en la construcción de una cartera que pretende emular el comportamiento de un determinado índice o *benchmark* mediante la selección de títulos que repliquen su evolución (Grazia, 2001). Esta estrategia está relacionada con la Teoría de los mercados eficientes (Fama, 1965) según la cual toda la información que puede influir en las oscilaciones del precio de las acciones está dada, por lo que es imposible obtener rentabilidades por encima de las del mercado.

La principal ventaja de esta estrategia es que tiene un coste muy reducido. Como inconvenientes de este estilo de gestión se destaca que, por una parte, se ha demostrado que no toda la información está disponible, si no que existe cierta parte que no es pública, e influye en las variaciones de los precios de las acciones por lo que sí es posible conseguir una rentabilidad mayor a la del mercado utilizando otros estilos de gestión. Por otra parte, dado que el objetivo de la cartera es solamente replicar al índice, puede que se desprecien oportunidades de conseguir altos retornos con bajo riesgo como puede ser el caso de acciones infravaloradas y arbitrajes (Grazia, 2001).

Por otra parte, la gestión activa es aquella que pretende superar el rendimiento de un índice o activo de referencia aprovechando las ineficiencias de los mercados (Borrego Rodríguez, 1996). De esta definición podemos extraer que esta estrategia parte de la premisa de que los mercados no reflejan toda la información, es decir, que estos son

imperfectos por lo que el gestor seleccionará aquellos valores que estén infravalorados y tratará de identificar el mejor momento para comprar o vender.

Dentro de la gestión activa se diferencian dos técnicas (BBVA 2017):

- Top-Down, la cual analiza el escenario macroeconómico de las áreas en las que invierte la cartera y en base a este análisis de la situación actual de los mercados y de las posibles tendencias futuras, deciden la distribución de activos.
- Bottom-Up, la cual elige directamente los valores que parecen más atractivos. No tienen tanta importancia ni los factores macroeconómicos ni conseguir un equilibrio entre los diferentes sectores.

La principal ventaja del método de gestión activa es la posibilidad de beneficiarte de una rentabilidad mayor a la obtenida por el mercado y las desventajas de este tipo de gestión son su mayor coste para el inversor (hasta un 90% mayor que la gestión pasiva) y la posibilidad de realizar una selección de valores incorrecta obteniendo una rentabilidad menor a la del índice de referencia.

Una vez explicado los tipos de estrategias a la hora de gestionar carteras de activos, en el trabajo empleare la gestión activa, ya que el objetivo perseguido en el mismo es batir al índice de referencia de España, el Ibex-35.

3. El modelo de Markowitz

Harry Max Markowitz, (Chicago, 1927) es un economista estadounidense especializado en el análisis de inversiones. Recibió el Premio Nobel de Economía en 1990 junto a Merton Miller y William Sharpe por sus aportaciones al análisis de carteras de inversión y a los métodos de financiación corporativa (García Ramos, 2015).

Harry Markowitz desarrolló un modelo de selección de activos considerado la base de la Teoría Financiera de Carteras (Markowitz, 1952). En un primer momento buscó la maximización del valor actual de los rendimientos futuros de las inversiones financieras realizadas, pero pronto se rechazó esta hipótesis que únicamente contemplaba la variable rentabilidad y, por tanto, no tenía en cuenta la importancia del componente riesgo.

Markowitz desarrolla su modelo sobre la base de la racionalidad del inversor, cualidad que implica que cada inversor preferirá carteras cuya rentabilidad sea lo más alta posible y cuyo riesgo tienda a minimizarse. De esta reflexión la idea fundamental que se deriva es que, cada inversor escogerá, de entre todas las opciones de igual rentabilidad a las que tenga acceso, aquella con menor riesgo; y, de entre el conjunto de posibilidades con igual

riesgo, se decantará por aquella cuya rentabilidad sea superior. Este es el concepto de eficiencia en sentido de Markowitz.

3.1 Hipótesis del modelo de Markowitz

Además de la hipótesis mencionada anteriormente, la racionalidad del inversor, Markowitz añade más hipótesis de partida a su modelo:

- ✓ Se considera que los mercados financieros son perfectos, es decir, toda la información está igualmente disponible para todos los participantes.
- ✓ No existen costes de transacción en las operaciones de compra-venta de activos.
- ✓ Los títulos son infinitamente divisibles.
- ✓ No existen en la economía ni los impuestos ni la inflación.
- ✓ Los inversores son precio-aceptantes.
- ✓ No se permiten ventas al descubierto o a crédito, es decir, solo se permiten posiciones largas.
- ✓ Todos los inversores tienen el mismo horizonte temporal y además todos los activos tienen liquidez inmediata al final de este periodo.
- ✓ No existen activos libres de riesgo, todos los activos seleccionados para la cartera son activos con riesgo tomando la varianza o desviación típica como medida de volatilidad.

3.2 Planteamiento del modelo

Una vez expuestas las hipótesis del modelo, y buscando el conjunto de carteras eficientes, Harry Markowitz propuso un programa de optimización de uno de los componentes de este análisis, rentabilidad o riesgo, para cada uno de los valores posibles del otro elemento. De esta manera la obtención de esta frontera se puede realizar mediante dos vías.

La primera de las dos opciones es:

$$\text{Maximizar } E(R_p) = X_1 \cdot E(R_1) + X_2 \cdot E(R_2) + \dots + X_n \cdot E(R_n)$$

Sujeto a:

$$(\sigma_p^2) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n X_i \cdot X_j \cdot \sigma_{ij}$$

$$X_1 + X_2 + \dots + X_n = 1$$

$$X_1, X_2, \dots, X_n \geq 0$$

Donde la primera restricción indica el nivel de riesgo que se va tomando en cada caso, por lo que el problema constará de tantas soluciones como niveles de riesgo se tomen. La segunda es la restricción presupuestaria y la tercera contempla la no negatividad de las variables que intervienen en el problema.

La segunda alternativa para la resolución del problema es:

$$\text{Min } \sigma_p^2 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n X_i \cdot X_j \cdot \sigma_{ij}$$

Sujeto a:

$$E(R_p) = X_1 \cdot E(R_1) + X_2 \cdot E(R_2) + \dots + X_n \cdot E(R_n)$$

$$X_1 + X_2 + \dots + X_n = 1$$

$$X_1, X_2, \dots, X_n \geq 0$$

Las dos últimas restricciones son coincidentes, mientras que la primera representa, en este caso, un determinado nivel de rentabilidad $E(R_p)^*$.

La resolución de este problema paramétrico se puede observar en el gráfico que presento a continuación, la frontera eficiente.

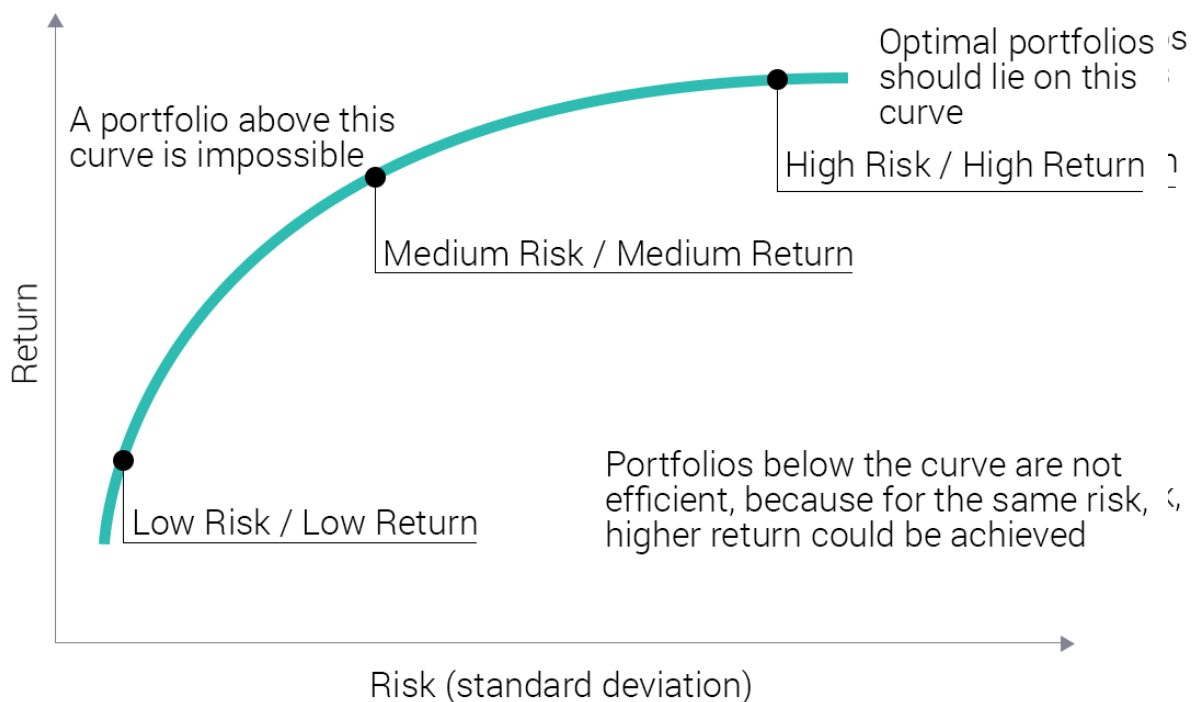


Fig. 1 Gráfico de la Frontera Eficiente

Realizando una explicación sobre la figura situada en la parte superior, muestra todas las posibles combinaciones de carteras expresadas por la zona delimitada en el gráfico.

Las contenidas en la línea curva remarcada indican las carteras eficientes, ya que expresan la mayor rentabilidad posible para un nivel de riesgo, o bien el menor riesgo para un determinado nivel de rentabilidad. Una vez conocida esta frontera, será el inversor quien decida, de acuerdo con sus preferencias entre una cartera u otra (López y Agudo, 1996).

En este estudio, una vez seleccionadas las empresas del Ibex-35 que van a formar nuestra cartera, calcularemos las rentabilidades esperadas y procederemos a la ejecución del problema de maximización de la rentabilidad para un riesgo dado, de ahí obtendremos la frontera eficiente y para un nivel de riesgo cogeremos aquella cartera que nos dé mayor rentabilidad tratando de compararla con la rentabilidad que obtiene el Ibex-35 para ese mismo nivel de riesgo.

3.3 Criticas al modelo

Acabando con el modelo de Markowitz, cabe apuntar que se considera la base de la teoría moderna de gestión de carteras, y a partir de este se han desarrollado más modelos en este campo de la economía como son el modelo diagonal de Sharpe y posteriormente los modelos Capital Asset Pricing Model (CAPM) y Arbitrage Pricing Theory (APT). Con todo ello su utilización practica por los gestores y analistas de inversión ha sido relativamente escasa en comparación con su relevancia teórica (Mendizábal, et al., 2002). Esto se debe a la existencia de algunos problemas fundamentales a la hora de trabajar con el modelo, que según Sharpe se resumen en la complejidad matemática del modelo, así como el elevado número de estimaciones necesarias para la aplicación del mismo, sobretodo conforme aumenta el número de títulos que forman la cartera (Mendizábal, et al., 2002). De hecho, cuando se trata de hallar la frontera eficiente del modelo, en el caso genérico de n tipos de alternativas de inversión resulta necesario estimar n esperanzas de rentabilidad de los n títulos así como n varianzas y $[n \cdot (n-1)] / 2$ covarianzas. Además, también cabe destacar que las hipótesis de partida, no se asemejan a la realidad de la economía (Mendizábal, et al., 2002).

4. El mercado bursátil español. El Ibex-35

Por último para acabar con la parte más teórica del trabajo, cabe ofrecer una pequeña explicación de que es la bolsa y en especial explicar que es el Ibex-35, índice que va a ser utilizado como *bennchmark* de las carteras que se van a construir y se presentarán a lo largo del trabajo.

4.1 La bolsa de valores

La bolsa es un mercado donde se negocian una serie de activos (acciones, ETFs, futuros, etc.) y que sirve como punto de encuentro de dos figuras muy importantes en una economía como son los ahorradores o inversores que buscan oportunidades donde colocar su capital para obtener una rentabilidad y las empresas que buscan financiación y liquidez. En España el Grupo Bolsas Mercados Españoles (BME) es el operador de todos los mercados de valores y sistemas financieros de nuestro país.¹

4.2 El IBEX 35

El IBEX 35 es el principal índice bursátil de referencia de la bolsa española elaborado por Bolsas y Mercados Españoles. Está formado por las 35 empresas con más liquidez que cotizan en el Sistema de Interconexión Bursátil Electrónico (SIBE) en las cuatro bolsas españolas (Madrid, Barcelona, Bilbao y Valencia). Es un índice ponderado por capitalización bursátil; es decir, no todas las empresas que lo forman tienen el mismo peso.²

Este índice se puso en marcha el 14 de enero de 1992 y durante los más de 25 años de historia se ha revalorizado un 255%, siendo un 790% si tenemos en cuenta los dividendos repartidos por las empresas que lo han conformado. Por sectores, a 31/03/2018, según datos ofrecidos por BME, los que más peso tienen son servicios financieros e inmobiliarios con el 37.38% seguido por el sector energético y petrolero con el 17.94%. En cuanto a las empresas, las que más ponderan para el cálculo de este son Banco Santander (16.87%), Inditex (9.30%), BBVA (8.52%) y Telefónica (8.18%).

¹ Bolsa de Madrid. 10 preguntas clave sobre el Ibex 35.

² Bolsa de Madrid. Normas Técnicas para la Composición y Cálculo de los Índices de Sociedad de Bolsas, S.A.

II. Aplicación Práctica del Modelo

5. Selección de activos

A lo largo de este apartado se va a construir cartera de activos. La construcción de esta se llevará a cabo utilizando una estrategia Top-Down ya explicada con anterioridad, por lo que realizaré un pequeño análisis macroeconómico sobre las perspectivas económicas para este año 2018 y a partir de él seleccionaremos aquellos sectores que se pueden beneficiar de la economía durante este año. Una vez escogidos los sectores donde invertir, se van a seleccionar aquellos valores que parezcan más interesantes y que puedan tener un mayor potencial alcista.

5.1 Perspectivas económicas 2018

En este apartado se ofrecerá un adecuado análisis de aquellos factores más relevantes de la economía tanto nacional como internacional (la mayoría de las empresas del IBEX-35 tienen una actuación global) que resulta de vital importancia para anticipar el devenir de las empresas que seleccionaré para formar parte de la cartera, para, a partir de estos datos seleccionar aquellos sectores que más se pueden beneficiar.

En este contexto, el factor más importante es el crecimiento económico. En España, el Fondo Monetario Internacional pronosticó que sería del 2,4% para este año 2018, mientras que el crecimiento en el conjunto de la eurozona, el mismo organismo estima una subida del 2,2%. Según explica la filial de gestión de activos del Banco Santander, Santander Asset Management, en su informe sobre perspectivas económicas para el año 2018, este será un año de crecimiento mundial sincronizado y sostenido y se apoya en la favorable evolución de los indicadores adelantados como el índice PMI de situación empresarial, que supera el valor de 50, que indica expansión económica. Por último, en cuanto a crecimiento económico, cabe destacar que este viene acompañado por la creación de empleo, un factor clave de estabilidad para el futuro de la economía española, como apuntan desde el Banco Santander. Según datos de la Encuesta de Población Activa, durante el tercer trimestre de 2017 la tasa de paro cayó al 16,4%, suponiendo el nivel más bajo desde principios de 2009 y esta se espera que continúe disminuyendo a lo largo del año 2018.

En este contexto de crecimiento económico, cabe hablar de las políticas monetarias que van a seguir los Bancos Centrales, especialmente la Fed y el BCE, en cuanto a las

decisiones sobre los tipos de interés. Según Bankinter³, el BCE no realizará ningún movimiento en cuanto a los tipos de interés durante este año, ya que por el momento la inflación está lejos de los objetivos del Banco Central Europeo (IPC subyacente 1% frente al objetivo del 2%) y no será hasta 2019 cuando estas medidas empiecen, subiendo los tipos del 0% actual al 0.25%. Bankinter también destaca en este informe que la compra de activos por parte del BCE llegara a su fin en septiembre de este año con una reducción gradual desde los 30 mil millones vigentes hasta septiembre. Por el contrario, la Reserva Federal de EEUU, encabezada por Janet Yellen, presidenta de la institución hasta el pasado 3 de febrero, lleva endureciendo su política monetaria desde diciembre de 2015, y la última decisión tomada por parte de Yellen fue situar los tipos en el 1.5% en diciembre de 2017. Esta política monetaria restrictiva es posible gracias al buen momento que pasa la economía americana con tasa de desempleo del 4,1% y la inflación próxima al objetivo del 2% (datos a 22/02/2018) y se espera que Jerome Powell, actual presidente continúe con la misma política y es la propia institución la que estima que puede haber durante este año 2018 cuatro subidas más de tipos.

También cabe apuntar sucesos que están ocurriendo en la economía y que creo que tenemos que aprovechar o bien tenerlos en cuenta entre los que se encuentran la rebaja fiscal en EEUU promovida por Donald Trump, la fortaleza del euro frente al dólar, lo que puede lastrar los balances y resultados de empresas con alta exposición a esta moneda, así como la pérdida de competitividad de Europa frente a EEUU y para terminar el precio del petróleo, así como de otras materias primas están subiendo desde mediados de 2017.

En este escenario en el que se encuentra la economía a nivel mundial, pienso que los sectores que más se pueden beneficiar son aquellos considerados cíclicos, es decir, los que obtienen mayor beneficio cuando el ciclo está en expansión, sectores como pueden ser el automovilístico, construcción, turismo, etc. también la banca puede beneficiarse de la actual situación económica, ya que las subidas de tipos por parte de los bancos centrales aumentarían sus márgenes e ingresos por intereses. Por último, destacar que los expertos en inversión y análisis dicen que pocos años nos encontramos ante una situación macroeconómica de este calibre y es la renta variable donde debemos posicionarnos para aprovecharla. Desde Bankinter sitúan al IBEX 35 en un precio objetivo de 11.751 puntos, lo que implica una revalorización del 17,51%, y también

³ Previsión tipos de interés en la Eurozona para 2018 y 2019. Informe de estrategia primer trimestre 2018. Bankinter.

mantienen recomendación de compra sobre otros índices importantes como el EUROSTOXX 50 o el S&P 500 americano.

5.2 Valores que conforman la cartera

Una vez analizadas cuáles son las perspectivas macroeconómicas, construiré mi propia cartera de activos del IBEX 35. En este contexto trataré de crear una cartera formada por sectores que puedan tener un crecimiento significativo aprovechando las circunstancias macroeconómicas, y dentro de cada sector aquella empresa que mayor potencial tenga.

A continuación, expongo las empresas que van a constituir mi cartera y explicando brevemente porque creo que es un buen valor.

COMPañÍA	SECTOR	PRESENTACIÓN
Repsol	Petrolero	La actual coyuntura del sector a nivel internacional es muy favorable. Los recortes de producción por parte de los países productores (OPEP) provocan que el precio del petróleo cotice por encima de los 60 dólares el barril lo que ayudaría a la empresa a obtener unos muy buenos resultados en el año 2018. Por otra parte, Repsol está cumpliendo con el plan estratégico de 2016-2020, donde además la empresa situaba el petróleo en precios de 42 dólares. Este plan contempla realizar desinversiones, y a principios de este año 2018 la empresa está negociando la venta de su participación en la empresa Gas Natural valorada en 4000 millones de euros. Los analistas, en este caso Bankinter, destacan la evolución de la deuda de la empresa, la cual se está reduciendo significativamente y se espera que esta tendencia continúe a corto plazo. Por último, cabe destacar que es una empresa con una rentabilidad por dividendo de las más altas del IBEX 35 y es un valor recomendado por los analistas para tener en cartera, con un precio objetivo de 18 euros la

acción (ACF). A 29/12/2017 el valor cerró en 14,74 euros.

Santander	Banca	Para muchos analistas es el banco favorito para tener en cartera este año 2018. Cuenta, según el diario Expansión, con el respaldo del 90% de las firmas de inversión. De este valor se destaca su buena diversificación geográfica (52% beneficio en Europa y 48% en América), lo que permitirá al banco beneficiarse de zonas con alto crecimiento como son EEUU, España y Brasil. Por otra parte como hemos explicado anteriormente pertenece a un sector que se beneficiará de la subida de los tipos de interés tanto del BCE más adelante como de la Fed, mejorando así sus márgenes. También Santander fue protagonista durante el año 2017 de dos operaciones que, según los analistas beneficiaran mucho al banco más pronto que tarde como son la compra del banco Popular por 1 euro, y la posterior venta al fondo Blackstone del 51% de la cartera de activos tóxicos, disminuyendo así su exposición a estos. Por último, la empresa ofrece una rentabilidad por dividendo del 4% en efectivo, cotiza a 0,9 veces su valor contable (03/01/2018) y analistas como Bankinter y Goldman Sachs sitúan su precio objetivo entre los 6 y 6,50 euros por acción, es decir, un potencial alcista del 9%.
-----------	-------	---

Colonial	Inmobiliario	A comienzos de este 2018, la Socimi, cuenta ya con el visto bueno de la CNMV para lanzar una OPA sobre Axire, lo que convertiría a la empresa en una de las mayores inmobiliarias europeas del segmento de las oficinas. De hecho la empresa ya ha aumentado capital, y además ha emitido bonos por valor de 800 millones de euros para la oferta pública de
----------	--------------	--

adquisición mencionada anteriormente. Analistas como Bankinter y Deutsche Bank recomiendan el valor para tener en cartera y destacan de la empresa que con la adquisición de Axire reducirá su exposición en Barcelona y París a favor de Madrid, minimizando la inestabilidad política que encontramos en Cataluña. Por otro lado se beneficiara de las subidas en los precios del alquiler (2017 fue el año que registro mayores subidas en 11 años según un estudio de Fotocasa), algo que repercutirá directamente en sus resultados.

ACS	Construcción	<p>La constructora presidida por Florentino Pérez, como la anterior empresa, está inmersa a principios de este año en la OPA sobre Abertis, la cual puede condicionar su trayectoria sobre el parqué a corto plazo. Los expertos no descartan que pueda desinvertir en sectores más maduros con el fin de afrontar la OPA. Más allá de la adquisición o no de la concesionaria, los analistas destacan de la empresa que en las últimas cuentas presentadas suben todas las divisiones, especialmente construcción donde la cartera tiene actividad para 23 meses según el diario Expansión. Además, la empresa puede beneficiarse de los planes de Donald Trump de impulsar en 2018 las infraestructuras, según apunta Deutsche Bank. Por ultimo también destaco de la empresa su alta rentabilidad por dividendo, superior al 3% y su PER (número de veces que el beneficio de la empresa está comprendido en el precio de la acción) que es de 12 veces mientras que sus empresas homologas en el IBEX 35, Ferrovial y Acciona, tienen un PER de 33.90 y 16 veces respectivamente, por lo que guiándonos de este indicador la empresa podría estar</p>
-----	--------------	---

infravalorada.

Endesa	Energía	<p>El 21 de noviembre de 2017, la empresa presento su nueva política de dividendos para los años 2018-2020, por la cual el consejo se comprometía a un 100% de pay-out, es decir, la parte del beneficio que se destina a remunerar al accionista, confirmándose así como una de las empresas que mayor rentabilidad por dividendo (superior 7%) ofrece del índice. Por otro lado Endesa pertenece a un sector defensivo, esto es, que el valor de la acción no depende del ciclo económico, por lo que podemos utilizarlo como un valor “comodín” en el caso de que no se cumplan las expectativas de crecimiento en España, además de ser una acción poco volátil, mitigando así el riesgo de la cartera.</p>
Acerinox	industrial	<p>La acerera es una empresa avalada por los expertos. Según el equipo de analistas de Bankinter, la empresa tiene su primer catalizador cuando presente los resultados de 2017, que anticipan que serán los mejores en una década. Además se beneficiará de la rebaja fiscal promovida por el presidente de Estados Unidos, ya que su filial NAS tiene sede en Kentucky, así como del auge del sector del automóvil, especialmente con el coche eléctrico donde el acero inoxidable se utiliza para proteger sus baterías. Por otra parte la empresa celebra la subida de precios del acero, algo que podría continuar si el ciclo económico acompaña, como así parece.</p>
Sol Meliá	Hotelero	<p>El grupo hotelero es un buen valor para tener en cartera gracias al momento dulce que está teniendo el sector turístico tanto en España como en el resto del mundo. Desde Gesconsult, Gonzalo Sánchez explica que espera un 2018 bueno para el turismo urbano</p>

tanto en España como en Europa y también el vacacional del Caribe, lugares donde Meliá está presente. Por otra parte ACF también respalda a la empresa otorgándole un precio objetivo de 13,10 euros la acción, destacando su plan de expansión (la empresa incorporará más de 30 hoteles en los próximos 3 años en Shanghái, Zhengzhou, Iguazú o Rio de Janeiro entre otros) así como el aumento de los márgenes a medio plazo gracias a las ventas por canal directo. Quizá la única pega que podemos ponerle a este valor es su valoración por fundamentales, donde cotiza a 19 veces y su rentabilidad por dividendo no es muy elevada.

Grifols	Farmacéutico	<p>La empresa dedicada al sector de los hemoderivados (fármacos cuyo principio activo procede de la sangre de donantes sanos) y hospitalario es una de las cotizadas que más se puede beneficiar de la reforma tributaria americana aprobada por Donald Trump, ya que la mayor parte de su actividad procede del país (75%)⁴, además esta presencia la intensifico a principios de 2017 con la adquisición de la unidad de diagnóstico NAT a la norteamericana Hologic que, como cuenta expansión, impulsara la mejora de su resultado operativo. También se espera que durante este año la empresa presente los resultados de la fase 3 de su tratamiento contra el Alzheimer, lo que puede ser toda una revolución médica, por lo que su cotización puede estar vinculada al corto plazo a estos. El año pasado fue uno de los grandes protagonistas del IBEX con una revalorización del 31% incluyendo el dividendo y este año aunque se espera un repunte menor HSBC y Goldman Sachs</p>
---------	--------------	---

⁴ Bolsa de Madrid, ficha de Grifols.

que sitúan el precio en los 25 euros por acción.

Finalmente destacar que la cartera está diversificada, ya que ninguna de las empresas pertenecen al mismo sector, además presentan coeficientes de correlación bajos.

6. Aplicación del modelo de Markowitz

Una vez seleccionados los valores del Ibex que van a conformar la cartera, se va a proceder a la aplicación práctica del modelo de Markowitz, explicando su desarrollo para llegar a calcular la frontera eficiente, cartera que finalmente será comparada con el índice español, así como con 3 carteras más que formaré yo mismo, comprobando si la aplicación del modelo es realmente útil a la hora de invertir.

6.1 Cálculo de la rentabilidad y riesgo esperado de los valores

Como se ha explicado en la parte teórica del presente trabajo, el modelo de Markowitz utiliza tanto la rentabilidad como el riesgo esperado, que serán calculados como la media de la rentabilidad trimestral de los títulos de la cartera durante los últimos 5 años, es decir, desde el 1 de enero del 2013 hasta el 31 de diciembre de 2017 tal y como se muestra en la tabla 1. Estos datos, han sido recogidos de la página web Yahoo Finanzas, utilizando las cotizaciones de cierre del último día de cada trimestre.

No hay un consenso claro entre los expertos sobre cuánto tiempo utilizar para el cálculo de las rentabilidades esperadas de los títulos. En este sentido, Francisco García Paramés en su libro *Invirtiendo a Largo Plazo* (2016), explica que las acciones siempre tienden a la media de su cotización, por lo que cuantos más años, más significativa sería esta, aunque viene contradicha por otros muchos ilustres inversores, que afirman que el comportamiento de las acciones en el pasado, no tienen por qué repetirse en el futuro. Teniendo en cuenta esta última frase, para el cálculo de las rentabilidades esperadas, no tiene sentido tomar las rentabilidades que obtuvieron las acciones durante los años 2008-2012 cuando la crisis afectó a prácticamente todo el mundo, y el Ibex-35 cayó desde sus máximos históricos de 16.040 puntos en noviembre de 2007 a 6.852 en mayo de 2012, por eso en el trabajo se toman datos de los últimos años donde el crecimiento de las economías ha sido parecido al que se espera durante este año 2018.

Una vez que se tiene todos los datos necesarios para el cálculo de las rentabilidades, se procede al mismo. Para ello se utilizará la fórmula que muestro a continuación:

$$\text{Rentabilidad Acción} = \frac{\text{PRECIO FINAL} + \text{DIVIDENDOS} - \text{PRECIO INICIAL}}{\text{PRECIO INICIAL}}$$

Una vez que se tienen todas las rentabilidades trimestrales de los títulos, se calcula la media, obteniendo así la rentabilidad esperada que se utilizara para la aplicación del modelo.

Posteriormente, se tiene que calcular la otra variable que tiene en cuenta el modelo de Markowitz que es la varianza, o la desviación estándar que sirve como medida del riesgo del título. Originalmente Markowitz siempre utiliza la varianza, aunque en este estudio se trabajará con la desviación típica.

En la tabla que se muestra a continuación se pueden observar los resultados para todas las empresas que se han tomado para la realización del estudio.

Tabla 1: Rentabilidad y riesgo

BANCO SANTADER		GRIFOLS	
Rentabilidad	2,19%	Rentabilidad	4,16%
Varianza	1,70%	Varianza	1,01%
Desviación típica	13,04%	Desviación típica	10,05%
INMOBILIARIA COLONIAL		REPSOL	
Rentabilidad	5,00%	Rentabilidad	1,84%
Varianza	4,91%	Varianza	1,31%
Desviación típica	22,16%	Desviación típica	11,45%
ENDESA		MELIA HOTELES	
Rentabilidad	5,11%	Rentabilidad	4,36%
Varianza	3,60%	Varianza	1,57%
Desviación típica	18,97%	Desviación típica	12,53%
ACERINOX		ACS	
Rentabilidad	3,97%	Rentabilidad	5,59%
Varianza	2,08%	Varianza	0,99%
Desviación típica	14,42%	Desviación típica	9,95%

Fuente: Elaboración propia. Datos de Yahoo Finanzas

6.2 Calculo de la rentabilidad y volatilidad esperada de la cartera

Una vez calculados todas las rentabilidades y riesgos esperados de los títulos, el siguiente paso para proceder a la resolución del problema de Markowitz es obtener la rentabilidad esperada y la volatilidad de la cartera.

En este caso, para facilitar su cálculo se le dará a cada empresa el mismo peso en la cartera, siendo este 12.50%, así la suma será 100% cumpliendo con la restricción del modelo. A la hora de aplicar el modelo, minimizaremos el riesgo por lo que estos valores cambiarán. La rentabilidad esperada de la cartera es por tanto la multiplicación de la rentabilidad esperada de cada título por su peso en esta, siendo para mi cartera igual a 1.35%.

Para calcular el riesgo esperado de la cartera, primero tenemos que obtener la matriz de covarianzas de los títulos que forman la misma. Una vez que tenemos esta matriz procedemos a su cálculo utilizando la siguiente fórmula:

$$\sigma_p^2 = (x_1 \ x_2 \ \dots \ x_n) \cdot \begin{pmatrix} \sigma_1^2 & \sigma_{12} & \dots & \sigma_{1n} \\ \sigma_{12} & \sigma_2^2 & \dots & \sigma_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \sigma_{1n} & \sigma_{2n} & \dots & \sigma_n^2 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \dots \\ x_n \end{pmatrix} = x \cdot V \cdot x'$$

Donde $X_1 \dots X_n$ es el peso que tiene cada acción en la cartera y la matriz central es nuestra matriz de covarianzas. Calculada esta fórmula mediante el programa Microsoft Excel el resultado de la volatilidad esperada de la cartera es de 0.01663 siendo su desviación típica de 12.8944%.

6.3 Resolución del problema de minimización del riesgo

A partir de aquí, el objetivo es calcular la frontera eficiente. Para la resolución del problema podemos utilizar dos vías como se ha mencionado anteriormente en la parte teórica del trabajo, siendo estas o la maximización de la rentabilidad para un riesgo dado, o minimizar el riesgo para una rentabilidad dada. Yo aplicaré esta segunda opción. Para ello he utilizado la aplicación Solver de Microsoft Excel.

Este complemento nos permite plantear el problema de optimización y a través de una celda objetivo, la cual es la que se quiere minimizar, busca el valor mínimo sujeto a las restricciones que previamente hemos introducido, en nuestro caso la restricción presupuestaria, la restricción de no negatividad de las variables que intervienen en el problema y por último la rentabilidad deseada. Esta rentabilidad es un valor aleatorio, seleccionando primero la mayor rentabilidad esperada de los títulos que tenemos, ya que es imposible obtener una rentabilidad mayor y disminuyéndola hasta llegar al punto en el que a menor rentabilidad más riesgo. Este método es conocido como el cálculo de

carteras esquina, siendo la primera cartera aquella formada por el 100% del título que mayor rentabilidad tiene y menor riesgo, en mi caso ACS.

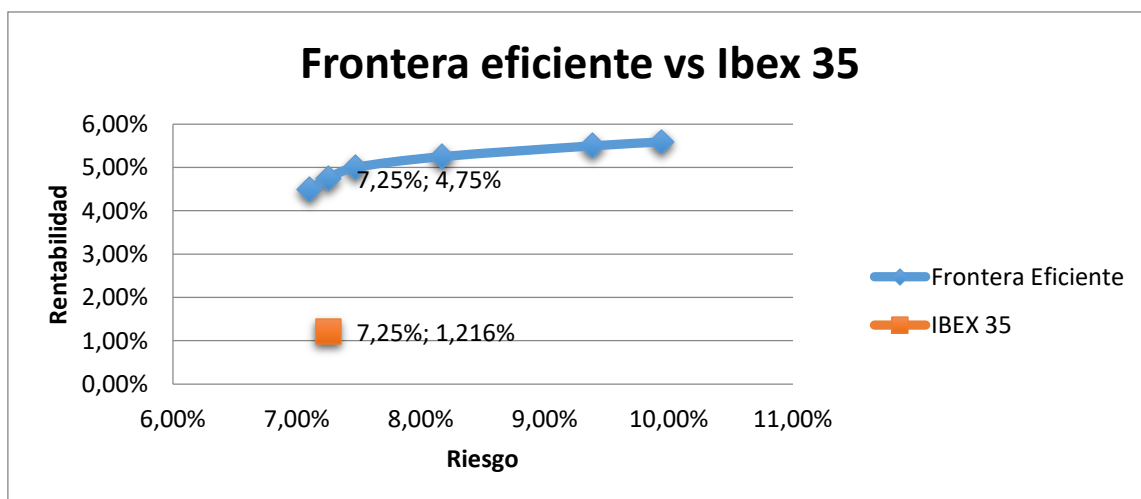
Una vez ejecutado el problema en Solver, se obtiene, como se observa en la tabla de abajo, un conjunto de carteras, donde se muestra como deben estar distribuidos los pesos de cada empresa en esta para minimizar el riesgo para una rentabilidad dada.

Tabla 2: Carteras eficientes

RENTABILIDAD	RIESGO MÍNIMO	ACS	ACX	COL	ELE	GRF	MEL	SAN	REP
5,59%	9,94%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
5,50%	9,39%	93,51%	0,00%	0,09%	0,00%	6,40%	0,00%	0,00%	0,00%
5,25%	8,17%	76,35%	0,00%	0,00%	0,00%	23,65%	0,00%	0,00%	0,00%
5,00%	7,47%	56,96%	0,00%	0,09%	2,16%	40,79%	0,00%	0,00%	0,00%
4,75%	7,25%	45,57%	0,00%	0,00%	4,84%	44,76%	0,00%	0,00%	4,83%
4,50%	7,10%	34,49%	0,00%	0,00%	4,89%	49,35%	1,61%	4,58%	5,08%

Estas carteras, por tanto, son las que conforman la cartera eficiente. Gráficamente en el eje de abscisas situamos la volatilidad y en de ordenadas ponemos la rentabilidad media esperada de la cartera con el resultado que se ofrece a continuación:

Fig. 2: Grafica frontera eficiente



Ofreciendo una pequeña explicación, vemos que la línea tiene forma de parábola, por lo que habrá un punto en el que a menor rentabilidad mayor riesgo, así como que a mayor riesgo menor rentabilidad, por tanto, todas las carteras por debajo de la línea marcada en el gráfico son ineficientes, es decir, hay una cartera que con igual riesgo ofrece mayor rentabilidad y viceversa.

Para finalizar con el trabajo y poder hacer una comparación sobre lo que ha hecho el Ibex 35, se seleccionará aquella cartera de la frontera eficiente que tiene el mismo riesgo esperado que el índice. Para calcularlo se ha tomado la misma información histórica que para el cálculo de los diferentes valores que conforman la cartera, siendo el resultado del riesgo de 7,50% para una rentabilidad esperada del 1,216%. Por lo tanto la cartera seleccionada es aquella formada por un 45,57% de ACS , un 4,83% de Repsol, un 4,84% de Endesa y un 44,76% de Grifols.

7. Resultados del Ibex 35 y de la cartera eficiente

Una vez seleccionados los títulos de la cartera y a través del modelo de Markowitz calculados como deben distribuirse estos en la misma, la última parte sería comprobar cómo se ha comportado la cartera eficiente. Para ello se presentarán los resultados desde el 1 de enero de 2018 hasta en 31 de marzo del mismo año comparándola con la evolución del Ibex 35 en el mismo periodo, ya que el trabajo se ha realizado durante este mismo espacio temporal.

Figura 3: Grafico evolución del Ibex 35



Fuente: El Economista, 2018.

El primer trimestre del año no fue bueno para las principales bolsas mundiales, tampoco para el Ibex 35, el cual perdió un 4,4% desde el comienzo de 2018. Este ha sido el peor inicio de año para el índice desde 2016. El primer mes de 2018 fue muy bueno y el Ibex alcanzó los 10643,40 puntos, apoyado en los buenos fundamentales que mostraban las empresas cotizadas, un ciclo económico expansivo (el gobernador del Banco de España anunció que el PIB del país creció en 2017 en torno al 3,1%, sumando así tres años

seguidos de expansiones superiores al 3%) y la mejora del rating de España por parte de Fitch (El Economista).

Todo cambió en febrero cuando el Ibex cayó un 5,8% marcando así su peor mes desde el Brexit. El índice cayó lastrado por la corrección en las bolsas americanas propiciadas por la comparecencia de Jerome Powel. En ella abría la puerta a más subidas de tipos de interés, debido al sobrecalentamiento de su economía que marco un crecimiento del 2,5% y una tasa de desempleo de en torno al 4%, lo que propició que el bono a 10 años alcanzara el 2,9% de interés y el dólar se cambiara por 1,22 euros.

Finalmente el Ibex continuó con su racha bajista durante el último mes del trimestre. Principalmente dos acontecimientos fueron los que provocaron estas caídas. Por una parte la fiebre proteccionista de Donald Trump con la disposición de EEUU a iniciar una guerra comercial con China, con la imposición de aranceles al acero y aluminio. Por otra parte, el escándalo de Facebook provocó un descenso en su cotización que arrastró al resto de valores tecnológicos, y a las grandes bolsas llevándose consigo al índice español.

En este contexto, el Ibex como se ha mencionado anteriormente cayó un 4,4% en el trimestre y presentó una desviación típica del 4,19%. Bastante similar fue la evolución de la cartera, la cual tampoco se ha librado de las caídas, perdiendo en el trimestre un 3,40% frente a un riesgo del 5,13%.

Los valores seleccionados (ACS, Repsol, Endesa y Grifols) han tenido rentabilidades negativas salvo Endesa con una revalorización del 0.2%. La mayor caída la presentó Grifols con un 5.77%, la cual ha pagado en bolsa la apreciación del dólar frente al euro. ACS minimizó caídas al final del trimestre cuando llegó a un acuerdo con Atlantia, empresa italiana, para repartirse la concesionaria Abertis, evitando así una OPA que podría haber endeudado excesivamente el grupo. Su pérdida fue de un 2.9%.

Finalmente destacar que la cartera ha batido al Ibex 35, puesto que estaba obtenido una rentabilidad un 1% superior a la alcanzada por el *benchmark*. Pese a ello, si el modelo hubiera tomado todos los valores seleccionados en el apartado anterior, la cartera hubiera obtenido una rentabilidad mayor, ya que valores como Colonial se han registrado mejores resultados (13% en el caso de la Inmobiliaria)

8. Conclusión

Concluyendo con este trabajo final de grado, cabe recordar que el objetivo del mismo era crear una cartera formada por acciones del Ibex 35, con la finalidad de batir a este índice durante el primer trimestre del año 2018 aplicando el modelo de Markowitz estudiado en la asignatura de dirección financiera.

Para llevarlo a cabo se ha realizado un pequeño análisis de las perspectivas macroeconómicas para el año 2018. A partir de este análisis, se seleccionaron aquellos sectores que más se podían beneficiar de la coyuntura económica, eligiendo de entre estos las empresas que mayor potencial de subida presentaban. Finalmente se aplicó el modelo de Markowitz para construir la cartera, siendo esta una cartera que se mueve sobre la frontera eficiente que se ha calculado a lo largo del estudio y que tenía el mismo riesgo esperado que el Ibex 35.

Con todo ello, se puede observar que con la aplicación práctica del modelo de Markowitz se ha logrado construir una cartera con un riesgo muy similar al Ibex y una rentabilidad, que pese a ser negativa, ha sido mejor que la del índice. También el trabajo muestra otra evidencia y es que las rentabilidades pasadas no garantizan las futuras, como podemos observar, por ejemplo, en el caso de Grifols, la cual perdió un 5,77% mientras que la rentabilidad esperada era de un 4% positivo.

Cabe comentar también que el trabajo presenta un conjunto de limitaciones. Destacan entre estas, la limitación a la hora de acceder a los datos históricos, además de la variación entre una base de datos u otra dependiendo del método que utilicen para calcular tanto el riesgo como la rentabilidad. Tampoco se han tenido en cuenta todas las variables que pueden afectar al precio de las acciones como pueden ser el efecto estacionalidad de la rentabilidad, así como otras ya que existe mucha dificultad a la hora de acceder a la información tanto de la empresa como del mercado. Y por último es el propio modelo de Markowitz el que limita el trabajo ya que muchas hipótesis no se dan en la realidad, además este no coge todos los valores que se han seleccionado para formar parte de nuestra cartera, lo que provoca que se creen carteras muy concentradas en pocos valores y por lo tanto poco diversificadas.

Finalmente mencionar que los resultados de este trabajo pueden resultar de utilidad para todo aquel público interesado en el sector financiero, especialmente a aquellas personas que quieran crear una cartera de inversión en el futuro, ya que pueden ver en este estudio una posible forma de hacerlo a través de la aplicación de un modelo teórico.

También puede ser útil para estudiantes de asignaturas de finanzas, ya que es una aplicación práctica de la teoría que se estudia en los libros de texto y de la que muchas veces no se ve aplicada a la realidad.

Bibliografía

EDUARDO QUIROGA. (2017). Eficiencia de los mercados financieros y predicción de precios de activos. Ciencias administrativas, N° 10, 47-53. Recuperado de: <https://revistas.unlp.edu.ar/CADM/article/download/2736/3459>

MENDIZABAL ZUBELTIA, A. et al. El modelo de Markowitz en la gestión de carteras. Cuadernos de gestión. [Internet] Vol. 2, N°1; 2002. Recuperado de: <https://addi.ehu.es/bitstream/handle/10810/7000/?sequence=1>

MARIA GRAZIA BRIGANTI. (2001). ¿Gestión activa o gestión pasiva? 12 de enero de 2018, de Morningstar Sitio web: <http://www.morningstar.es/es/news/23618/%C2%BFgesti%C3%B3n-activa-o-gesti%C3%B3n-pasiva.aspx>

HARRY MARKOWITZ (1952). The Portfolio Selection. Journal of Finance, Vol. 7, No. 1, pp 77-91

BANKINTER. (2018) Previsión tipos de interés: <https://blog.bankinter.com/economia/-/noticia/2016/8/31/prevision-tipos-interes-europa>

BANKINTER. (2018) Estrategia de Inversión Perspectivas 1er trimestre 2018: <https://www.bankinter.com/banca/ahorro-inversion/inversion/analisis>

BANCO SANTANDER ASSET MANAGEMENT. (2017) Perspectivas económicas 2018: <https://www.santanderassetmanagement.es>

BBVA. Curso de Introducción al Análisis Fundamental.

EUGENE FAMA, et RICHARD H. THALER. (2016). Are markets efficient?

WILLIAM F. SHARPE (1976). Portfolio Theory and Capital Markets.

BOLSAS Y MERCADOS ESPAÑOLES: <https://www.bolsasymercados.es/esp/Home>

YAHOO FINANZAS: <https://es.finance.yahoo.com/>

FRANCISCO GARCÍA PARAMÉS. (2016). Invirtiendo a largo plazo. Madrid: Deusto.

ANDRÉS DE PABLO LÓPEZ Y LUIS FERRAZ (1996). Finanzas de empresa. Madrid. Centro de Estudios Ramón Areces.

BANCO DE ESPAÑA. Proyecciones macroeconómicas: https://www.bde.es/bde/es/areas/analisis-economi/analisis-economi/proyecciones-mac/Proyecciones_macroeconomicas.html

EXPANSIÓN. (2017). Guía de Valores de la Bolsa 2018. Expansión, páginas 2 a 15.

BOLSA DE MADRID. 10 pregunta clave sobre el Ibex 35: <http://www.bolsamadrid.es/esp/indices/ibex/PreguntasClaveIbex35.aspx>

BOLSA DE MADRID. Normas Técnicas para la Composición y Cálculo de los Índices de Sociedad de Bolsas, S.A.: <http://www.bolsamadrid.es/esp/Indices/Ibex/Normas-Calculo-Ibex.aspx>