



GRADO EN ADMINISTRACIÓN Y DIRECCIÓN DE EMPRESAS

CURSO ACADÉMICO 2016/2017

TRABAJO FIN DE GRADO

**VALORACIÓN DEL RIESGO FINANCIERO Y EVALUACIÓN DE
CARTERAS EFICIENTES**

**ASSESSMENT OF FINANCIAL RISK AND EVALUATION OF
EFFICIENT PORTFOLIOS**

AUTOR: CARLOS FERNÁNDEZ RIVAS

DIRECTORA: VANESA JORDÁ GIL

JUNIO 2017

RESUMEN:

En la actualidad, la incertidumbre y volatilidad en el mercado financiero ha ido en aumento, podemos observar como los instrumentos financieros que se utilizan son cada vez más complejos y para los inversores es cada vez más difícil tener claro cuál es el nivel de riesgo que están asumiendo en sus inversiones.

Cualquier inversor que invierta en el mercado bursátil busca minimizar el riesgo para un cierto nivel de rentabilidad, por ello en este trabajo se analizarán, por un lado, las distintas opciones de carteras eficientes mediante el modelo de Markovich y, por otro lado, el riesgo de dos carteras diferenciadas, ambas presentes en sus respectivas fronteras eficientes (frontera nacional y frontera internacional), una poco diversificada con activos nacionales, y otra diversificada con activos internacionales utilizando el método del VAR y TVAR como medida de riesgo.

Adicionalmente, se comprobará si los rendimientos diarios de dichas carteras se ajustan a una distribución normal y por lo tanto es correcto utilizar el método del VAR y TVAR paramétrico asumiendo dicha distribución, y en el caso de que existan diferencias entre la distribución obtenida de los datos históricos de rentabilidades diarias en el año 2016 y la distribución normal, se observará cómo afectan dichas diferencias a la VAR o al TVAR que obtenemos de manera paramétrica.

Todo ello nos ayudará a comprobar si una cartera diversificada internacionalmente reduce el riesgo no sistemático y ofrece mejores relaciones entre rentabilidad y riesgo que una cartera nacional poco diversificada.

ABSTRACT:

At present, the uncertainty and volatility in the financial market has been increasing, we can observe how the financial instruments that are used are increasingly complex and for investors it is increasingly difficult to be clear what level of risk they are assuming in their investments.

Any investor investing in the stock market seeks to minimize the risk for a certain level of profitability, so this work will analyze, on the one hand, the different options of efficient portfolios through the Markovich model and, on the other hand, the risk (National border and international border), a little diversified with national assets, and another diversified with international assets using the VAR and TVAR method as a risk measure.

In addition, it will be checked if the daily returns of these portfolios are adjusted to a normal distribution and therefore it is correct to use the parametric VAR and TVAR method assuming such distribution, and in case there are differences between the distribution obtained from the data Historical performance of daily returns in 2016 and the normal distribution, we will see how these differences affect the VAR or TVAR that we obtain in a parametric way.

All this will help us to see if an internationally diversified portfolio reduces non-systematic risk and offers better relationships between profitability and risk than a poorly diversified national portfolio.

Índice

1.- INTRODUCCIÓN	5
2.- METODOLOGÍA	7
2.1.- ELECCIÓN DE LA MUESTRA	7
2.2.- CALCULO DE RENTABILIDADES Y OUTLIERS	7
2.3.- FORMACIÓN DE FRONTERA EFICIENTE	8
2.5.- VAR Y TVAR	13
3.- ANÁLISIS DE DATOS	14
3.1.- CARTERA NACIONAL	14
3.1.1. Composición y análisis de la cartera nacional	14
3.1.2. VAR Y TVAR cartera nacional.....	17
3.1.3. Normalidad	18
3.2. CARTERA INTERNACIONAL	20
3.2.1. Composición y análisis de la cartera internacional.....	20
3.2.2. VAR Y TVAR cartera internacional	23
3.2.3. Normalidad	24
4.- CONCLUSIONES Y VALORACIÓN DE RESULTADOS	26
5.- BIBLIOGRAFÍA	27

1.- INTRODUCCIÓN

Según Carol Alexander (2008), *“En los últimos años, la volatilidad del mercado ha ido en aumento, ya que el comercio se centra en instrumentos cada vez más complejos cuyos riesgos son extremadamente difíciles de evaluar. Los orígenes de los valores financieros, los futuros y las opciones se remontan a varios siglos, pero apenas estamos empezando a comprender cómo cuantificar los riesgos de productos financieros complejos de manera realista”*, ante la creciente volatilidad en el mercado que menciona Carol Alexander, se hace necesaria la correcta gestión del riesgo, ya que la inestabilidad dentro de los sistemas financieros puede ocasionar catástrofes como las ya ocurridas en los últimos años que afectan a países de manera interna y global.

Tal y como indican Alonso y Berggrun (2008), existen tres tipos de riesgo; Riesgo de liquidez, riesgo de crédito y riesgo de mercado, nos centraremos en el estudio de este último.

En éste trabajo titulado “Valoración de riesgo financiero y evaluación de carteras eficientes” se tratará de evaluar el riesgo de mercado mediante indicadores como el VAR y el TVAR de dos carteras de activos, según el banco de México (2005), *“el concepto de riesgo está relacionado con la posibilidad de que ocurra un evento que se traduzca en pérdidas para los participantes en los mercados financieros”*, por lo tanto cualquier inversor tratará de minimizarlo para cada nivel de rentabilidad, en éste trabajo también se tratará de proponer relaciones eficientes entre rentabilidad y riesgo para la correcta elección de una cartera de activos.

En cuanto al cálculo del VAR existen varias metodologías según expone en su artículo Francisca Martínez (2014), entre las que destacan tres:

- Paramétrica o teórica, dónde se aplica un modelo de cálculo estadístico, asumiendo una forma en la función de distribución de los rendimientos, en el caso de este trabajo se asumirá una función de distribución normal.
- No paramétrica o histórica, donde partiendo de los datos de los rendimientos diarios se forma la función de distribución de dichas rentabilidades y se toman directamente los percentiles de dicha distribución como medida del VAR.
- Método de Montecarlo, se utiliza principalmente en los casos en los que las distribuciones de los rendimientos de los activos son muy diferentes a la distribución normal, analizando los factores que intervienen en la evolución de los precios diarios de los activos se realizan simulaciones por ordenador que mediante recorridos aleatorios de la rentabilidad de la cartera aproxima el comportamiento de la rentabilidad esperada.

Para este trabajo se utilizarán los dos primeros métodos mencionados anteriormente, descartando el método de Montecarlo por el fuerte soporte computacional necesario y debido a que las funciones de distribución de las rentabilidades diarias de los activos estudiados en este trabajo no se alejan en exceso de una distribución normal.

Se partirá de los precios de cierre de determinadas acciones que cotizan en el mercado continuo correspondientes al año 2016 al completo, donde tras un análisis descriptivo de la muestra se procederá al cálculo de los rendimientos diarios de dichos activos con los que teniendo en cuenta su volatilidad (riesgo) y rentabilidad podremos determinar las carteras que se encuentran dentro de la frontera eficiente de inversión, es decir que guardan una relación eficiente entre rentabilidad y riesgo.

Para ello se analizarán dos posibilidades diferentes, la primera será la de un inversor nacional que sólo atiende a acciones pertenecientes a empresas españolas, la segunda será la de un inversor internacional que también tiene en cuenta acciones de empresas de países extranjeros, determinándose dos carteras diferenciadas, una nacional y una internacional, que serán objeto de análisis.

Una vez obtenidas las dos carteras (nacional e internacional), se realizará un análisis descriptivo para valorar su comportamiento.

Tras ello, se procederá a analizar el riesgo de cada una de las carteras mediante el VAR, valor que nos permitirá conocer la máxima pérdida con un nivel de confianza del 95%, y el TVAR que nos permitirá conocer el nivel medio de pérdidas en el caso de que ocurran, éstos indicadores se calcularán de manera empírica utilizando los datos de los rendimientos diarios de las carteras y de manera teórica suponiendo una distribución normal de dichos rendimientos.

Los principales objetivos de este estudio radican en adquirir mayores conocimientos sobre la gestión del riesgo, proponiendo alternativas eficientes a las que se puede enfrentar un inversor y comprobar cómo una diversificación internacional en la cartera de inversión ayuda a reducir el riesgo de la misma, de manera adicional, se tratará de comprobar si los rendimientos de las carteras de inversión se comportan de acuerdo con la distribución normal.

2.- METODOLOGÍA

En este punto se expondrán los procesos utilizados para llegar a los resultados obtenidos y se explicarán los pasos que se han seguido a lo largo del éste trabajo.

2.1.- ELECCIÓN DE LA MUESTRA

En primer lugar, se ha partido de las cotizaciones históricas¹ de veintiún valores de varios países (España, Francia, Alemania e Italia) correspondientes al periodo entre el 1 de enero de 2016 y el 31 de diciembre de 2016.

Se ha tratado de hacer una elección lo más diversificada posible, quedándonos con los siguientes valores por países, pertenecientes a España BBVA, banco Santander, banco Sabadell, ACS, Iberdrola, Repsol, Mapfre e Inditex, pertenecientes a Francia se encuentran Renault, Carrefour, Danone, Axa y Airbus, pertenecientes a Alemania se encuentran BMW, Adidas, Deutsche Bank, SAP y Siemens y pertenecientes a Italia tenemos Enel, Intesa San Paolo y Unicredit.

2.2.- CALCULO DE RENTABILIDADES Y OUTLIERS

Una vez obtenidos todos los precios de cierre de los valores de nuestra muestra se ha calculado la rentabilidad de los mismos de manera logarítmica como muestra la siguiente fórmula:

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

Donde R_t es la rentabilidad diaria, P_t es el precio de cierre del día y P_{t-1} es el precio de cierre del día anterior.

Una vez calculadas las rentabilidades diarias se ha valorado la posibilidad de extraer de manera estadística los valores extremos o outliers, debido a que éstos podrían desvirtuar nuestro estudio, y más teniendo en cuenta que durante el año en el que se están analizando los datos nos hemos encontrado en un contexto político convulso con la amenaza constante del brexit, situación que ha afectado con valores extremos e inusuales a las rentabilidades diarias y que de no extraer de la muestra podrían dar lugar a conclusiones erróneas.

La manera de extraer los valores extremos de la muestra ha sido utilizando el rango intercuartílico, de la siguiente manera:

$$Q_1 - (Q_3 - Q_1) * 1.5$$
$$Q_3 + (Q_3 - Q_1) * 1.5$$

Calculando alguna de las medidas más relevantes de nuestra distribución de rendimientos diarios tales como, la media, la varianza, la curtosis y el coeficiente de asimetría estudiaremos de que manera se distribuyen dichos rendimientos.

En cuanto a la media es obtenida como la suma de las rentabilidades dividido entre el número de datos, en nuestro caso disponemos de 183 datos.

¹ Cotizaciones históricas obtenidas en: <http://www.infomercados.com/buscador/index.aspx?B=intesa>

Por otro lado, la varianza es una medida de dispersión que se obtiene de la suma de las desviaciones de cada valor respecto de su media elevado al cuadrado, la varianza nos muestra la volatilidad de los activos a analizar, y en muchos casos se usa como una medida de riesgo, pero hay que tener en cuenta que dicha medida analiza cómo de volátil es un activo y se verá afectada por valores tanto positivos como negativos.

En cuanto al coeficiente de asimetría, nos indica la uniformidad en la distribución de los datos respecto de la media, teniendo en cuenta que una distribución normal (totalmente simétrica) tendría un coeficiente de asimetría 0, podemos decir que valores positivos en el coeficiente de asimetría nos indican una mayor concentración de los datos hacia la derecha de su media y por el contrario, un coeficiente de asimetría negativo nos indica una mayor concentración de los datos hacia la izquierda de su media.

Por último, la curtosis nos indica el apuntalamiento de nuestra distribución, pudiendo clasificarla en leptocúrtica o platicúrtica, teniendo en cuenta que para ajustarse a la distribución normal debería ser cero, valores positivos nos indicarán que estamos ante una distribución leptocúrtica, con una forma más apuntalada que la distribución normal, y valores negativos nos indicarán que nos encontramos ante una distribución platicúrtica, menos apuntalada y más plana que la distribución normal.

El coeficiente de asimetría nos ayudará a identificar si nuestra muestra se ajusta más o menos a una distribución normal, distribución totalmente simétrica respecto a su media μ , también nos apoyaremos en el análisis de la curtosis y en la realización de un histograma, dónde podremos comparar la forma de la distribución con la forma de la distribución normal que corresponde a una campana de gauss.

Por último, se ha analizado la correlación existente entre los valores mediante la matriz de varianzas y covarianzas, para comprobar la relación que guardan entre sí los valores y cómo influyen unos a otros.

2.3.- FORMACIÓN DE FRONTERA EFICIENTE

Harry Max Markowitz (1952), estudia el proceso de selección de una cartera de inversión, y propone la primera formulación matemática destinada a la composición de la cartera que maximice la rentabilidad para un determinado nivel de riesgo, o bien, minimice el riesgo para un determinado nivel de rentabilidad.

Markowitz en su teoría de formación de carteras eficientes asume las siguientes hipótesis:

- Las inversiones transcurren en el mismo periodo T de tiempo.
- Los activos que forman las carteras son conocidos.
- Cualquier activo lleva un riesgo, que es medido como la volatilidad del activo utilizando la varianza, o desviación típica.
- El inversor invertirá la totalidad de su presupuesto, M , en la cartera.
- Los inversores presentan una aversión al riesgo.
- Se conocen las variables aleatorias de las rentabilidades de los activos y se distribuyen según las leyes normales.
- Los activos son infinitamente divisibles.

Una vez conocidas las hipótesis sobre las que Markowitz construye su modelo de formación de carteras eficientes, pasaremos a su formulación matemática:

$$\text{Minimizar: } \sigma_p^2 = x' * V * x$$

$$\text{Maximizar: } E_p = \sum_{k=1}^n x_k * E_k$$

$$\text{Sujeto a: } \sum_{k=1}^n x_k = 1$$

$$\forall k \in \{1, 2, \dots, n\}, \quad x_k > 0$$

Donde:

σ_p^2 = Varianza de la cartera p.

x' = Vector columna de la proporción de cada activo x_k

x = Vector fila de la proporción de cada activo x_k

V = Matriz de varianzas y covarianzas de las rentabilidades anualizadas.

E_p = Rentabilidad esperada de la cartera p.

E_k = Rentabilidad esperada de cada título.

x_k = Proporción del presupuesto del inversor destinado al activo k.

Obtendremos que el conjunto de pares $[E_p, \sigma_p^2]$ que corresponden a rentabilidad-riesgo de todas las carteras eficientes formarán lo que denominaremos «frontera eficiente».

El objetivo en este punto es obtener de todas las rentabilidades diarias las combinaciones más eficientes en cuanto a rentabilidad y riesgo posibles, teniendo en cuenta que a mayor rentabilidad mayor riesgo, de esta manera obtener dos fronteras eficientes, una nacional y otra internacional con el objetivo de comprobar como la frontera internacional será más eficiente que la nacional por su mayor diversificación.

Utilizando el modelo de Markowitch, nos apoyamos en la herramienta de Excel “Solver” para minimizar el riesgo y obtener una cartera 0, en la cual el inversor asumiría el menor riesgo posible a un determinado nivel de rentabilidad, a partir de ahí se proponen niveles mayores de rentabilidad, donde minimizando el riesgo podemos obtener 5 carteras nacionales y 5 internacionales que sean totalmente eficientes, es decir que minimicen el riesgo para cada nivel de rentabilidad, el resultado es el siguiente:

Tabla 1.-Carteras nacionales

País	Empresa	cartera 0	cartera 1	cartera 2	cartera 3	cartera 4
España	Santander	0%	0%	0%	0%	0%
España	BBVA	0%	0%	0%	0%	0%
España	B. Sabadell	0%	0%	0%	0%	0%
España	ACS	17%	18%	7%	0%	0%
España	Repsol	56%	64%	48%	27%	0%
España	Mapfre	3%	0%	0%	0%	0%
España	Iberdrola	0%	17%	45%	73%	100%
España	Inditex	23%	1%	0%	0%	0%
	SUMA	100%	100%	100%	100%	100%
	RIESGO	0,00796240	0,00861422	0,01039982	0,01316579	0,01649734
	RENTABILIDAD	0,02280%	0,05409%	0,08538%	0,11667%	0,14796%

Como vemos en la tabla, se nos indica el porcentaje de inversión para cada activo que forme la cartera. En cada caso que, es el que minimiza el riesgo para cada nivel de rentabilidad dado, así podemos asegurar que cualquiera de estas carteras es una cartera eficiente y que no existe ninguna combinación de activos que formen una cartera con mayor rentabilidad a menor riesgo.

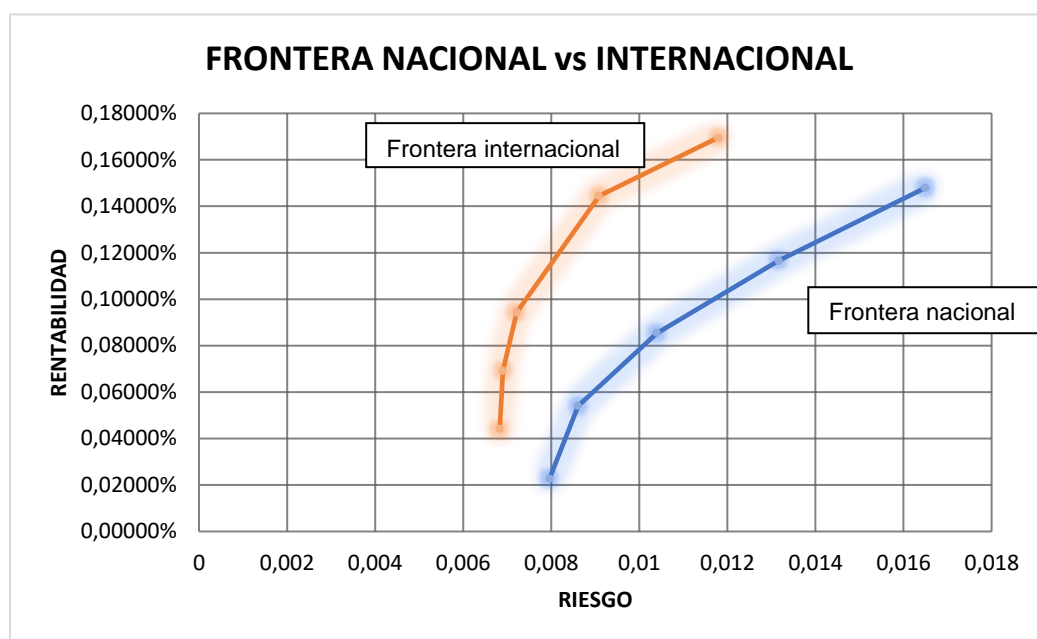
De la misma manera, en la siguiente tabla podemos ver las ponderaciones que forman las carteras internacionales:

Tabla 2.- Carteras internacionales

Pais	Empresa	cartera 0	cartera 1	cartera 2	cartera 3	cartera 4
España	Santander	0%	0%	0%	0%	0%
España	BBVA	0%	0%	0%	0%	0%
España	B. Sabadell	0%	0%	0%	0%	0%
España	ACS	8%	9%	11%	9%	0%
España	Iberdrola	31%	31%	19%	0%	0%
España	Repsol	1%	1%	0%	0%	0%
España	Mapfre	0%	0%	0%	0%	0%
España	Inditex	0%	0%	0%	0%	0%
Francia	Renault	0%	0%	0%	0%	0%
Francia	Carrefour	0%	0%	0%	0%	0%
Francia	Danone	16%	5%	0%	0%	0%
Francia	Axa	0%	0%	0%	0%	0%
Francia	Airbus	2%	0%	0%	0%	0%
Alemania	BMW	0%	0%	0%	0%	0%
Alemania	Adidas	11%	16%	26%	42%	100%
Alemania	Deutsche Bank	0%	0%	0%	0%	0%
Alemania	SAP	20%	28%	34%	36%	0%
Alemania	Siemens	11%	11%	6%	0%	0%
Italia	Enel	0%	0%	5%	12%	0%
Italia	Intesa S. Paolo	0%	0%	0%	0%	0%
Italia	Unicredit	0%	0%	0%	0%	0%
SUMA		100%	100%	100%	100%	100%
RIESGO		0,00683014	0,00690516	0,00721303	0,00797644	0,01179226
RENTABILIDAD		0,04414%	0,06923%	0,09432%	0,11941%	0,16958%

Diversificando internacionalmente los activos que formarán las carteras, obtenemos siempre una mejor relación entre rentabilidad y riesgo, debido a una mayor diversificación, a continuación, se muestra el gráfico que representa la rentabilidad y el riesgo de cada de estas carteras:

Gráfico 1.- Frontera nacional vs internacional



En el “gráfico 1”, podemos observar como mediante una diversificación internacional con activos de diferentes países podemos encontrar siempre mejores relaciones rentabilidad-riesgo en nuestras carteras, desplazando la frontera eficiente hacia arriba y hacia la izquierda del gráfico.

2.4.- ELECCIÓN DE LAS CARTERAS

Para la comparativa y el análisis del riesgo mediante los indicadores VAR y TVAR, se han elegido dos carteras, una nacional y otra internacional, cada una de ellas perteneciente a su frontera eficiente, con el objetivo de corroborar que una diversificación internacional ayuda a reducir el riesgo para cada nivel de rentabilidad encontrando mejores relaciones entre rentabilidad y riesgo.

La cartera nacional corresponde a la cartera 2 de la frontera eficiente, los activos y los pesos de cada uno en la cartera se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 3.- Activos y pesos en cartera nacional

Empresa	Peso en la cartera
Iberdrola	48%
Repsol	45%
ACS	7%
Total	100%

La cartera internacional corresponde a la cartera 3 de la frontera eficiente internacional, los activos y el peso de cada uno de ellos en la cartera se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 4.- Activos y pesos en cartera internacional

Empresa	Peso en la cartera
Mapfre	17%
Adidas	56%
SAP	23%
Enel	4%
total	100%

2.5.- VAR Y TVAR

Una vez tengamos nuestras carteras seleccionadas, utilizaremos el VAR y el TVAR como medidas adicionales de riesgo a la varianza, que como hemos visto anteriormente ha sido utilizada en el modelo de Markowitz para localizar el riesgo de nuestros activos a la hora de definir las fronteras eficientes, pero que debemos utilizar con cuidado ya que mide la volatilidad de las rentabilidades diarias tanto hacia arriba como hacia abajo.

Como dice Silvia Mayoral (2009), el VAR es una medida que sirve para medir el riesgo de forma homogénea desde todas las posiciones, para asignar límites al riesgo asumido, para informar a la alta dirección en el ámbito empresarial, y para informar a las instituciones reguladoras del riesgo que existe en el mercado.

Según Carol Alexander (2008), el VAR o “Value At Risk” *“es una pérdida que estamos bastante seguros de que no se excederá si mantenemos la inversión en la cartera en el tiempo.”*

El VAR o “Value At Risk” es una medida de riesgo muy utilizada dentro de los mercados financieros que, bajo condiciones normales de mercado, nos muestra la máxima pérdida de una inversión con un nivel de confianza, los niveles de confianza más utilizados son del 90%, 95% y 99%, nuestro estudio se centrará en un nivel de confianza de del 95%, y según Juan Mascareñas (2008), cuenta con tres componentes principales, un periodo de tiempo, un nivel de confianza y una pérdida máxima expresada en porcentaje.

Según Rafael Romero (2004), *“hay una gran variedad de formas en que puede ser calculado VaR. Si las empresas usan distintos métodos de cálculo para el mismo portafolio pueden llegar a distintos números de VaR. Hay ventajas y desventajas en cada método de cálculo y no hay la mejor forma de hacerlo”*, aunque tal y como indica Beder (1995), ni existe un método para calcular el VAR que sea superior a otro.

En nuestro caso, el cálculo del VAR se realizará con dos métodos diferentes, el primer método será un método no paramétrico en el que nos serviremos de los datos históricos obtenidos de rentabilidades diarias de nuestros activos, utilizando la función “percentil” en Excel calcularemos el percentil 95 para obtener la máxima pérdida en un nivel de confianza del 95%.

Por otro lado, calcularemos el VAR de manera paramétrica asumiendo una distribución normal de los rendimientos de nuestros activos, estudiaremos a su vez como afectan distribuciones con colas de diferentes pesos a la medida VAR, debido a que tal y como nos muestran Felipe Claro, Sebastián Contador y Cristóbal Quiroga (2006), el cálculo

del VAR se centra en valores extremos y el grosor de las colas de nuestra distribución puede afectar sustancialmente a dicha medida.

En cuanto a la formulación matemática en el cálculo del VAR paramétrico asumiendo una distribución normal de los rendimientos, podría expresarse como:

$$VAR_{\alpha} = \Phi^{-1}(1 - \alpha) * \sigma - \mu$$

Donde,

Φ = Función de distribución normal.

α = Nivel de significación.

σ = Desviación típica de los rendimientos.

μ = Media de los rendimientos.

En cuanto al TVAR, se utilizará para observar el comportamiento de las pérdidas en el caso de que se incurra en ellas, calculando la media de las mismas.

3.- ANÁLISIS DE DATOS

3.1.- CARTERA NACIONAL

3.1.1. Composición y análisis de la cartera nacional

Tal y como hemos visto anteriormente, la cartera nacional elegida para el análisis será la que en la ya calculada frontera eficiente de inversión corresponde con la cartera número 2 compuesta por tres acciones de empresas españolas, Iberdrola en un 45%, Repsol en un 48% y ACS en un 7%, tal y como se ve en la tabla 3 del apartado 2.4.

Tras calcular los rendimientos diarios en el año 2016 de los tres activos que componen la cartera nacional, se ha realizado con ayuda de Excel, un análisis descriptivo de dichos rendimientos para comprender mejor cuál ha sido su comportamiento de los valores que componen la cartera nacional durante el año, el resultado se muestra en las siguientes tablas (tabla 5).

Tabla 5- Análisis descriptivo rentabilidades diarias

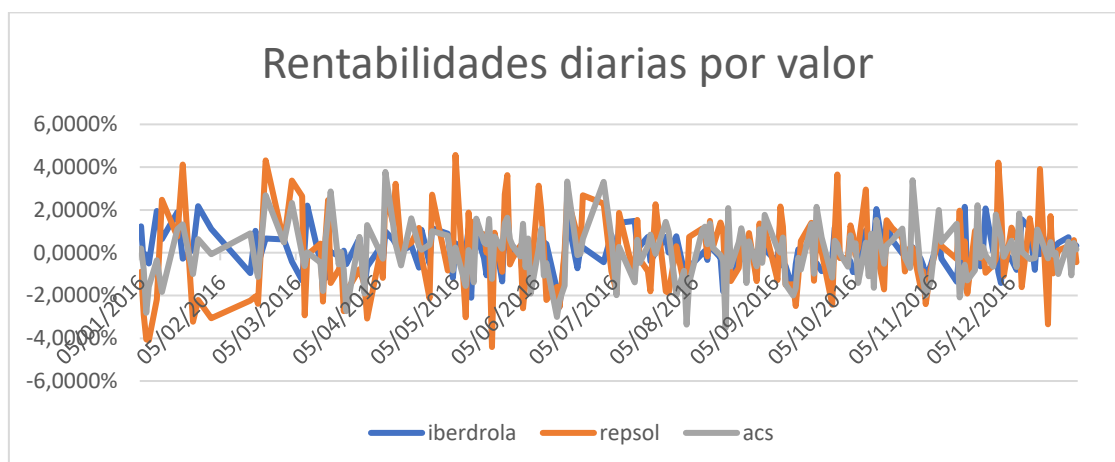
Iberdrola		Repsol		ACS	
Media	0,000312873	Media	0,000053927	Media	0,000509592
Error típico	0,000656046	Error típico	0,001309672	Error típico	0,00094408
Mediana	0,000329652	Mediana	0,000757863	Mediana	0,001384512
Moda	0	Moda	0	Moda	0
Desviación estándar	0,008874829	Desviación estándar	0,017716908	Desviación estándar	0,012771281
Varianza muestral	0,00007876	Varianza muestral	0,000313889	Varianza muestral	0,000163106
Curtosis	0,116385566	Curtosis	-0,05489629	Curtosis	0,465455462
Coefficiente de asimetría	0,103774369	Coefficiente de asimetría	0,156105695	Coefficiente de asimetría	0,023460805
Rango	0,047428411	Rango	0,089820563	Rango	0,072948427
Mínimo	-0,02539318	Mínimo	-0,04412159	Mínimo	-0,03517359
Máximo	0,022035224	Máximo	0,045698972	Máximo	0,037774833
Suma	0,057255812	Suma	0,009868672	Suma	0,09325536

En cuanto a los rendimientos obtenidos durante el año, podemos observar que ACS se sitúa como la que ha conseguido mayor rentabilidad con un total de un 9,32%, seguida de Iberdrola con un 5,72% y por último de Repsol con un 0,98%.

Atendiendo a la forma en la que se distribuyen los datos, en los tres casos observamos una curtosis ligeramente mayor que cero, lo que quiere decir que estamos ante distribuciones ligeramente apuntaladas (leptocúrticas), por otro lado, el coeficiente de asimetría nos indica que la existe un mayor peso de los rendimientos en la parte derecha de la distribución si lo comparamos con una distribución normal.

Podemos observar las rentabilidades diarias de los tres valores en el siguiente gráfico.

Gráfico 2- Rentabilidades diarias por valor



Una vez hemos analizado los tres activos que forman la cartera nacional, analizaremos el comportamiento de los rendimientos de la cartera en conjunto de la misma manera (tabla 6).

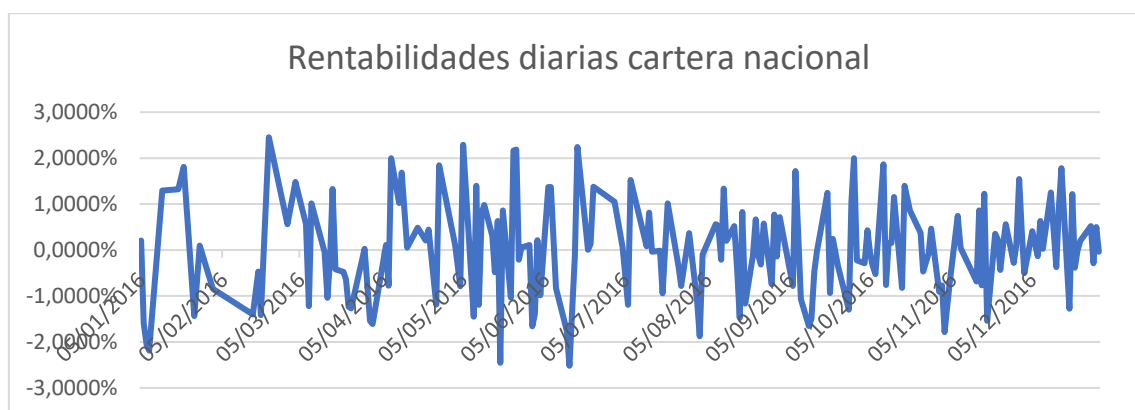
Tabla 6.- Análisis descriptivo rentabilidades diarias cartera Nacional

Cartera Nacional	
Media	0,000292131
Error típico	0,000579886
Mediana	0,000524797
Moda	0
Desviación estándar	0,013587168
Varianza muestral	0,000184611
Curtosis	0,869353971
Coeficiente de asimetría	0,115044283
Rango	0,089820563
Mínimo	-0,044121592
Máximo	0,045698972
Suma	0,160379844

Podemos observar como la cartera nacional en su conjunto obtendría un rendimiento de un 16,03% durante todo el año 2016, asimismo, en cuanto a la distribución de los rendimientos diarios de la cartera podemos decir que tendría una forma leptocúrtica, es decir, un apuntalamiento hacia arriba en la distribución, por otra parte, el coeficiente de asimetría de la cartera, positivo y mayor que cero, nos indica una ligera concentración de los rendimientos hacia la derecha de la media en la distribución.

Los rendimientos diarios de la cartera nacional podemos verlos representados en el siguiente gráfico.

Gráfico 3- Rentabilidades diarias cartera nacional



3.1.2. VAR Y TVAR cartera nacional

Se han calculado el VAR y TVAR históricos y el VAR y TVAR teóricos asumiendo una distribución normal de los datos, en primer lugar, para los activos que conforman la cartera nacional por separado para después ponderar por el peso de cada activo en la cartera y obtener dichos indicadores de riesgo para la cartera nacional en su conjunto.

El cálculo de dichos indicadores para los activos por separado quedaría de la siguiente manera.

Tabla 7.- Valores del VAR y TVAR empírico y teórico valores c. nacional

NACIONAL (alfa= 0,95)			
	IBERDROLA	REPSOL	ACS
VAR EMPÍRICO	-1,3557%	-2,8826%	-1,9880%
VAR TEÓRICO (NORMAL)	-1,4285%	-2,9088%	-2,0497%
TVAR EMPÍRICO	-1,7382%	-3,4116%	-2,5725%
TVAR (NORMAL)	-1,7993%	-3,6491%	-2,5834%

Los resultados en el análisis del VAR a nivel empírico o no paramétrico usando los datos históricos de las rentabilidades diarias de nuestros activos, nos indican que en un 5% de los casos las pérdidas en Iberdrola superarán el 1,35%, un 2,88% en Repsol y un 1,98% en ACS, una vez calculado el VAR en un nivel de confianza del 95%, debemos atender a TVAR empírico o no paramétrico que nos indicará la media de las pérdidas en ese 5% de los casos, en cuanto a éste valor nos indica que las pérdidas medias más altas las encontramos en Repsol con un 3,64%, seguido de ACS con un 2,5% y por último Iberdrola con un 1,35% siendo ésta última la que mejor comportamiento tendría en éste sentido.

En el estudio realizado a nivel teórico o paramétrico asumiendo una distribución normal, se ha podido comprobar que los resultados son ligeramente diferentes, pero podemos concluir lo mismo que en el estudio no paramétrico con datos históricos, es decir, Iberdrola sigue siendo la que mejor comportamiento presenta con unas pérdidas superiores al 1,42% en el 5% de los casos, seguida de ACS con pérdidas superiores a 2,04% en el 5% de los casos y por último Repsol cuyas pérdidas superarían el 2,88% en el 5% de los casos.

En cuanto al comportamiento de las pérdidas en ese 5% de probabilidad, podemos llegar a la misma conclusión, siendo Iberdrola la que mejor comportamiento tendría con un 1,79% de media en las pérdidas, seguida de ACS con un 2,58% y por último de Repsol con un 3,64%.

Por último, repetiremos el mismo análisis con la misma metodología, pero esta vez ponderando cada valor por su peso en la cartera y de esta manera poder analizar y hacernos una idea del riesgo de la cartera en su conjunto.

Tabla 8.- Valores VAR y TVAR empírico y teórico cartera nacional

CARTERA NACIONAL ($\alpha=0,95$)	
VAR EMPÍRICO	-2,1329%
VAR TEÓRICO (NORMAL)	-2,1825%
TVAR EMPÍRICO	-2,5998%
TVAR TEÓRICO (NORMAL)	-2,7421%

De la misma manera que con los valores por separado, en la cartera nacional nos encontramos con unas pérdidas superiores al 2,13% en el 5% de los casos utilizando el método no paramétrico y a un 2,18% utilizando un método paramétrico asumiendo una distribución normal de los datos, en cuanto al comportamiento de dichas pérdidas el TVAR nos indica que la media en el análisis de datos histórico será de 2,59% y de manera paramétrica de un 2,74%.

Los resultados a nivel paramétrico y no paramétrico presentan gran similitud, lo que puede significar que nuestros datos se modelizan bastante bien, aunque no de manera exacta, con la distribución normal, en adelante pasaremos a realizar otras comprobaciones con el fin de estudiar la normalidad de nuestra cartera.

3.1.3. Normalidad

En este apartado estudiaremos la normalidad y comprobaremos si nuestros datos de rentabilidades diarias de la cartera se ajustan a una distribución normal, para ello nos serviremos por un lado, del análisis un análisis descriptivo de nuestra cartera al igual que se hizo anteriormente y mediante el análisis de la curtosis, el coeficiente de asimetría y los valores máximos y mínimos de nuestra muestra para compararlos con los de una distribución normal y por otro lado, realizaremos un histograma de las rentabilidades diarias de la cartera y lo compararemos con la forma descrita por una distribución normal.

Como nos muestran Ángel A. Juan, Máximo Sedano y Alicia Vila (n.d.), la distribución normal, así como la curva que representa presentan las siguientes características:

- Tiene forma de campana de gauss, coincidiendo su media, su mediana y su moda.
- Es simétrica respecto de su media.
- Es asintótica, es decir sus colas se acercan cada vez más a su eje, pero jamás llegan a tocarlo.

Para empezar, conocemos que en una distribución normal la curtosis y el coeficiente de asimetría es igual a cero, la curtosis nos indica como de apuntalada es la distribución, mientras que el coeficiente de asimetría nos indica cómo se reparten los datos en torno a su mediana, es decir si estamos ante una distribución simétrica o si los datos tienden a estar más representados hacia la derecha o izquierda de la media.

Si observamos la tabla 6, obtenida en el apartado 3.1.1. sobre el análisis descriptivo de la cartera nacional, podemos observar una curtosis ligeramente positiva, lo que indica un mayor apuntalamiento de nuestra distribución respecto a la distribución normal, lo mismo pasa con el coeficiente de asimetría, lo que nos indica una mayor presencia de los datos hacia la derecha de la media, si bien éstos dos estadísticos no son exactamente cero, se acercan bastante al cero, por otro lado analizaremos los valores

máximos y mínimos teniendo en cuenta que para una distribución normal el 99,7% de los datos se encuentran en el intervalo de su media ± 3 veces la desviación estándar, en la siguiente tabla se pueden observar dichos valores.

Tabla 9.- Valores entre los que se comprende el intervalo

media+3*desv. Estándar	0,041053634
media-3*desv. Estándar	-0,040469373

Cómo podemos observar los valores de nuestra cartera se acercan bastante a los que esperaríamos encontrar en una distribución normal, por último, vamos a comparar el histograma de los rendimientos diarios de nuestra cartera con una distribución normal.

Gráfico 4.- Histograma cartera nacional



Podemos observar un mayor apuntalamiento tal y cómo nos indicaba la curtosis de nuestra cartera, así como un mayor peso de la cola derecha como indicaba el coeficiente de asimetría positivo.

3.2. CARTERA INTERNACIONAL

3.2.1. Composición y análisis de la cartera internacional

La cartera internacional elegida para el análisis será la que en la ya calculada frontera eficiente de inversión corresponde con la cartera número 3, compuesta por cuatro acciones de empresas españolas, alemanas e italianas, donde las empresas alemanas contarán con mayor peso dentro de la cartera ya que Adidas y SAP contarán con un 56% y un 23% respectivamente, seguidas de la española Mapfre con un peso de 17% y por último la italiana Enel con un 4% de peso sobre la cartera internacional tal y como se muestra en la tabla 4 del apartado 2.4.

Tras calcular los rendimientos diarios en el año 2016 de los tres activos que componen la cartera internacional, se ha realizado con ayuda de Excel, un análisis descriptivo de dichos rendimientos para comprender mejor cuál ha sido su comportamiento de los valores que componen la cartera internacional durante el año, el resultado se muestra en las siguientes tablas (tabla 10).

Tabla 10.- Análisis descriptivo por valores

MAPFRE		ADIDAS	
Media	0,001479594	Media	0,001695849
Error típico	0,001222865	Error típico	0,000874101
Mediana	0,002078283	Mediana	0,000882223
Moda	0	Moda	0
Desviación estándar	0,016542607	Desviación estándar	0,011824616
Varianza de la muestra	0,000273658	Varianza de la muestra	0,000139822
Curtosis	-0,000187972	Curtosis	0,377662914
Coefficiente de asimetría	-0,222760995	Coefficiente de asimetría	0,093658331
Rango	0,095052592	Rango	0,067459244
Mínimo	-0,043646966	Mínimo	-0,031807415
Máximo	0,051405626	Máximo	0,035651829
Suma	0,270765731	Suma	0,310340342

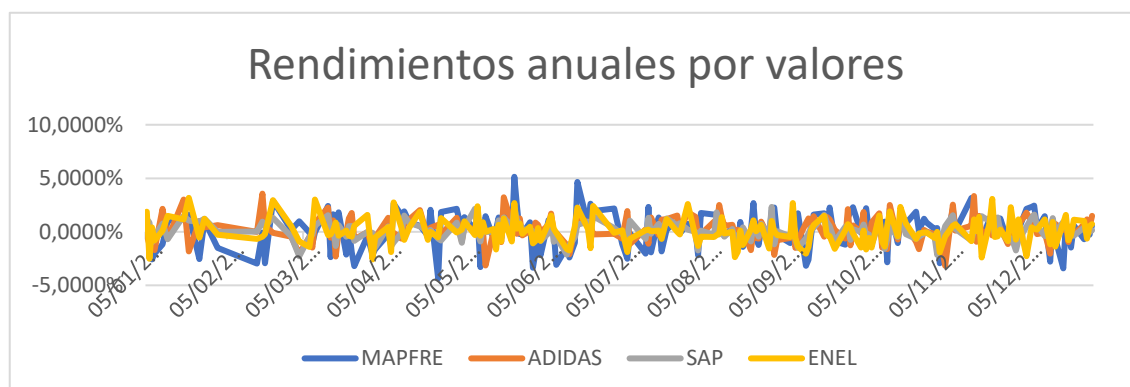
SAP		ENEL	
Media	0,000917249	Media	0,000786056
Error típico	0,000648569	Error típico	0,000874091
Mediana	0,000297841	Mediana	0,000501128
Moda	0	Moda	0
Desviación estándar	0,008773681	Desviación estándar	0,011824477
Varianza de la muestra	7,69775E-05	Varianza de la muestra	0,000139818
Curtosis	-0,065982849	Curtosis	0,188888001
Coefficiente de asimetría	-0,048941825	Coefficiente de asimetría	0,316912533
Rango	0,046116407	Rango	0,057561783
Mínimo	-0,022881692	Mínimo	-0,02583076
Máximo	0,023234715	Máximo	0,031731023
Suma	0,16785662	Suma	0,143848323

En cuanto a los rendimientos obtenidos durante el año podemos observar que Adidas se sitúa como la que ha conseguido mayor rentabilidad con un total de un 31,03%, seguida de Mapfre con un 27,02%, SAP con un 16,78% y por último de Enel con un 14,38% anual.

Atendiendo a la forma en la que se distribuyen los datos, en los dos de los casos (Adidas y Enel) observamos una curtosis ligeramente mayor que cero, lo que quiere decir que estamos ante distribuciones ligeramente apuntaladas (leptocúrticas), mientras que en los rendimientos diarios de Mapfre y Enel su curtosis menor que cero nos indica distribuciones platicúrticas por otro lado, el coeficiente de asimetría nos indica que los rendimientos de Adidas y Enel existe un mayor peso en la parte derecha de la distribución si lo comparamos con una distribución normal, con colas totalmente simétricas, mientras que en Mapfre y SAP nos indica que los datos se centran en la cola izquierda hacia la izquierda de la media.

Podemos observar las rentabilidades diarias de los cuatro valores en el siguiente gráfico.

Gráfico 5.- Rendimientos anuales por valores cartera internacional



Una vez hemos analizado los tres activos que forman la cartera nacional, analizaremos el comportamiento de los rendimientos de la cartera en conjunto de la misma manera.

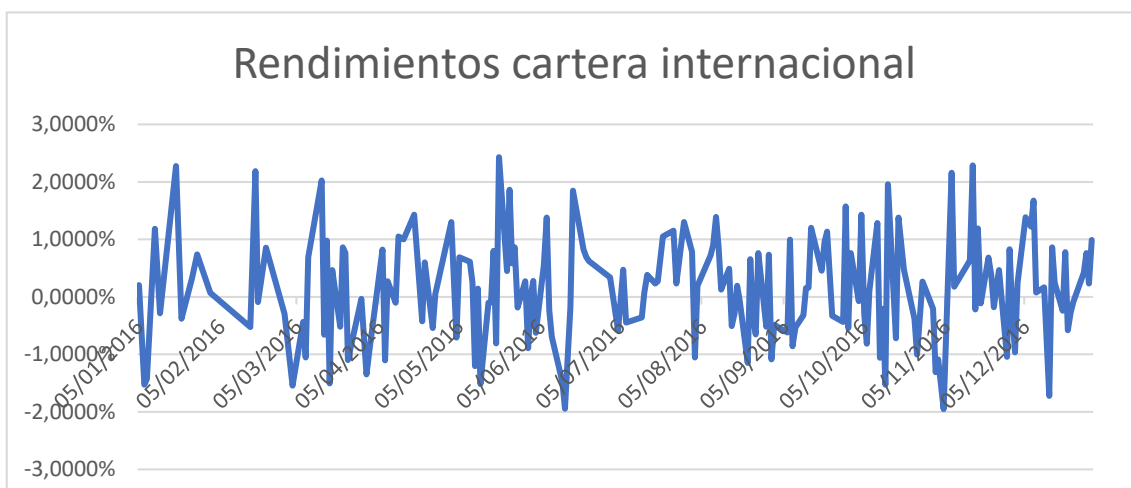
Tabla 11.- Análisis descriptivo rentabilidades diarias cartera Interacional

Cartera Internacional	
Media	0,001443616
Error típico	0,000673126
Mediana	0,001625662
Moda	0
Desviación estándar	0,009105878
Varianza de la muestra	8,2917E-05
Curtosis	-0,246423588
Coeficiente de asimetría	0,093063074
Rango	0,043812957
Mínimo	-0,0195116
Máximo	0,024301357
Suma	0,264181721

Podemos observar como la cartera internacional en su conjunto obtendría un rendimiento de un 26,41% durante todo el año 2016, asimismo, en cuanto a la distribución de los rendimientos diarios de la cartera podemos decir que tendría una forma platicúrtica, es decir, una disminución apuntalamiento en la distribución con respecto de la distribución normal, por otra parte, el coeficiente de asimetría de la cartera, positivo y mayor que cero, nos indica una ligera concentración de los rendimientos hacia la derecha de la media en la distribución.

Los rendimientos diarios de la cartera internacional podemos verlos representados en el siguiente gráfico.

Gráfico 6.- Rendimientos diarios cartera internacional



3.2.2. VAR Y TVAR cartera internacional

Utilizando Excel tal y como se ha realizado en la cartera nacional, se ha calculado el VAR y TVAR históricos y el VAR y TVAR teóricos asumiendo una distribución normal de los datos, en primer lugar, para los activos que conforman la cartera internacional por separado para después ponderar por el peso de cada activo en la cartera y obtener dichos indicadores de riesgo para la cartera internacional en su conjunto.

El cálculo de dichos indicadores para los activos por separado quedaría de la siguiente manera.

Tabla 12.- Valores del VAR y TVAR empírico y teórico valores c. internacional

INTERNACIONAL (alfa= 0,95)				
	MAPFRE	ADIDAS	SAP	ENEL
VAR EMPÍRICO	-2,9331%	-1,6989%	-1,3215%	-1,8523%
VAR TEÓRICO (NORMAL)	-2,5731%	-1,7754%	-1,3514%	-1,8663%
TVAR EMPÍRICO	-3,2749%	-2,2226%	-1,7303%	-2,1747%
TVAR (NORMAL)	-3,2643%	-2,2695%	-1,7180%	-2,3604%

Los resultados en el análisis del VAR a nivel empírico o no paramétrico usando los datos históricos de las rentabilidades diarias de nuestros activos, nos indican que en un 5% de los casos las pérdidas en Mapfre superarán el 2,93%, un 1,69% en Adidas, un 1,32% en SAP y un 1,85% en Enel, una vez calculado el VAR en un intervalo de confianza del 95%, debemos atender al TVAR empírico o no paramétrico que nos indicará cómo se comportan dichas pérdidas analizando la media de las mismas en ese 5% de los casos, en cuanto a éste valor nos indica que las pérdidas medias más altas las encontramos en Mapfre con un 3,27%, seguido de Adidas con un 2,22%, Enel con un 2,17% y por último SAP con un 1,73% siendo ésta última la que mejor comportamiento tendría en éste sentido.

En el estudio realizado a nivel teórico o paramétrico asumiendo una distribución normal, dicha distribución es simétrica por lo que es indiferente utilizar el 5% para la cola izquierda o la cola derecha de la distribución, se ha podido comprobar que los resultados son ligeramente diferentes, SAP sigue siendo la que mejor comportamiento presenta con unas pérdidas superiores al 1,35% en el 5% de los casos, seguida de Adidas con pérdidas superiores a 1,77% en el 5% de los casos, Enel con 1,86% y por último Mapfre cuyas pérdidas superarían el 2,57% en el 5% de los casos.

En cuanto al comportamiento de las pérdidas en ese 5% de probabilidad, podemos observar cómo al igual que para el VAR en el TVAR los resultados son ligeramente diferentes, siendo SAP la que mejor comportamiento tendría con un 1,71% de media en las pérdidas, seguida de Adidas con un 2,26%, la siguiente sería Enel con un 2,36% y por último de Mapfre con un 3,26%.

Por último, repetiremos el mismo análisis con la misma metodología, pero esta vez ponderando cada valor por su peso en la cartera y de esta manera poder analizar y hacernos una idea del riesgo de la cartera en su conjunto.

Tabla 13.- Valores del VAR y TVAR empírico y teórico cartera internacional

CARTERA INTERNACIONAL (alfa=0.95)	
VAR EMPÍRICO	-1,8280%
VAR TEÓRICO (NORMAL)	-1,8171%
TVAR EMPÍRICO	-2,2863%
TVAR TEÓRICO (NORMA)	-2,3154%

De la misma manera que con los valores por separado, en la cartera internacional nos encontramos con unas pérdidas superiores al 1,82% en el 5% de los casos utilizando el método no paramétrico y a un 1,81% utilizando un método paramétrico asumiendo una distribución normal de los datos, en cuanto al comportamiento de dichas pérdidas el TVAR nos indica que la media en el análisis de datos histórico será de 2,28% y de manera paramétrica de un 2,31%.

De la misma manera que ocurría en la cartera nacional los resultados a nivel paramétrico y no paramétrico presentan gran similitud, lo que puede significar que nuestros datos se modelizan bastante bien, aunque no de manera exacta, con la distribución normal, en adelante pasaremos a realizar otras comprobaciones con el fin de estudiar la normalidad de nuestra cartera.

3.2.3. Normalidad

En este apartado estudiaremos la normalidad y comprobaremos si nuestros datos de rentabilidades diarias de la cartera internacional se ajustan a una distribución normal, al igual que para la cartera nacional nos serviremos por un lado, del análisis un análisis descriptivo de nuestra cartera al igual que se hizo anteriormente y mediante el análisis de la curtosis, el coeficiente de asimetría y los valores máximos y mínimos de nuestra muestra para compararlos con los de una distribución normal y por otro lado, realizaremos un histograma de las rentabilidades diarias de la cartera y lo compararemos con la forma descrita por una distribución normal.

Para empezar, conocemos que en una distribución normal la curtosis y el coeficiente de asimetría es igual a cero, la curtosis nos indica como de apuntalada es la distribución, mientras que el coeficiente de asimetría nos indica cómo se reparten los datos en torno a su media, es decir si estamos ante una distribución simétrica o si los datos tienden a estar más representados hacia la derecha o izquierda de la media.

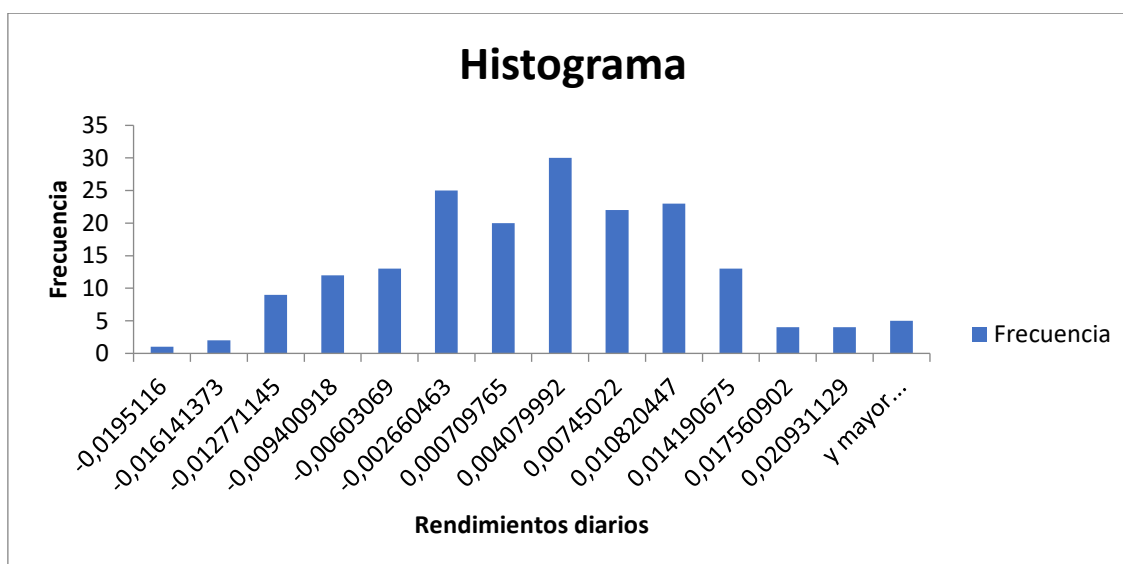
En la tabla 11 del apartado 3.2.1., que recoge el análisis descriptivo de la cartera Internacional, podemos observar una curtosis ligeramente negativa, lo que indica una distribución más plana de lo que cabe esperar en una distribución normal, por el contrario el coeficiente de asimetría es positivo, lo que nos indica una mayor presencia de los datos hacia la derecha de la media, si bien éstos dos estadísticos no son exactamente cero, se acercan bastante al cero, por otro lado y al igual que realizamos con la cartera nacional analizaremos los valores máximos y mínimos teniendo en cuenta que para una distribución normal el 99,7% de los datos se encuentran en el intervalo de su media ± 3 veces la desviación estándar, en la siguiente tabla se pueden observar dichos valores.

Tabla 14.- Valores entre los que se comprende el intervalo

media+3*desv. Estándar	0,028761249
media-3*desv. Estándar	-0,025874017

En este caso y a diferencia de la cartera nacional podemos observar como los valores difieren algo más del máximo y mínimo de nuestra distribución, a priori parece que la distribución de rentabilidades diarias tiene colas algo menos pesadas que las que cabría esperar en una distribución normal, por último, vamos a comparar el histograma de los rendimientos diarios de nuestra cartera con una distribución normal.

Gráfico 7.- Histograma cartera internacional



Cómo nos indicaba la curtosis negativa estamos ante una distribución más plana que la distribución normal y con una concentración mayor de los datos hacia la parte derecha de su media tal y cómo nos indicaba también si coeficiente de asimetría positivo, parece ser que, en el caso de la cartera internacional, modeliza peor la distribución normal que la cartera internacional.

4.- CONCLUSIONES Y VALORACIÓN DE RESULTADOS

Tal y como podemos observar en la tabla 9 y en la tabla 16, que presentan los datos de VAR y TVAR tanto paramétrico como no paramétrico para las carteras nacionales e internacionales respectivamente, vemos que la cartera internacional presenta menor VAR tanto empírico o no paramétrico como teórico o paramétrico que la cartera nacional.

Por otro lado, si observamos el TVAR tanto paramétrico como no paramétrico en ambas carteras la situación es la misma que para el VAR, las pérdidas, en caso de producirse, se comportan mejor, es decir, existe una menor pérdida media para el caso de la cartera internacional que para el caso de la cartera nacional.

Adicionalmente, disponemos de la varianza y desviación estándar de ambas carteras (tabla 1 y tabla 2), calculadas para la realización de modelo de Markowitch para obtener las fronteras eficientes, y podemos observar como existe una mayor volatilidad de los datos en la cartera nacional respecto de la internacional, lo que nos indica una mayor incertidumbre en los rendimientos de sus activos, y por ello nos hace intuir un mayor riesgo.

Por todo ello, es correcto afirmar que la cartera nacional presenta un mayor riesgo que la cartera internacional, y esto se debe a la mayor diversificación de la cartera internacional. En cuanto a dicha diversificación es importante destacar que mediante la misma podemos reducir, como hemos comprobado, el riesgo no sistemático de la cartera, pero nunca podremos eliminarlo por completo debido al riesgo sistemático, una parte del riesgo común a todo el mercado y que por ello no es posible diversificar.

Otro de los objetivos planteados en este trabajo trata sobre la comprobación de que los rendimientos diarios de las carteras siguen una distribución normal, se ha comprobado la normalidad de ambas carteras y se puede afirmar que aunque no se comportan exactamente como una distribución normal, si que podemos observar una aproximación a dicha distribución, aunque las diferencias entre los valores obtenidos en el VAR y TVAR paramétricos y no paramétricos no son excesivamente grandes, debemos tener en cuenta, que una curtosis positiva, como la que existe en la cartera nacional, hace que la distribución presente colas más pesadas que la distribución normal y por lo tanto el VAR paramétrico subestima el riesgo de la cartera. Por el contrario, una curtosis negativa, como la que existe en la cartera internacional, hace que la distribución presente colas más ligeras que la distribución normal y el VAR paramétrico sobrestime el riesgo de la cartera.

En resumen, tras la realización de este trabajo se ha podido comprobar como una diversificación internacional en los activos de una cartera de inversión reduce el riesgo no sistemático y ofrece mejores pares de rentabilidad-riesgo, y por otro lado tras el estudio del VAR forma paramétrica y no paramétrica podemos afirmar que el VAR paramétrico (asumiendo una distribución normal de rendimientos) subestima el riesgo cuando estamos ante una distribución de los rendimientos de una cartera con colas más pesadas que la distribución normal, mientras que sobrestima el riesgo en el caso de colas más ligeras.

5.- BIBLIOGRAFÍA

- Alexander, Carol (2008): *"Market Risk Analysis IV". Value at risk models.*
- Ángel A. Juan; Sedano, Máximo; Vila, Alicia (2006). *"La distribución normal". Universidad abierta de Cataluña.*
- Banco de México (Noviembre 2005). *"Definiciones básicas de Riesgos"..*
- Beder, T.S. (1995): VAR: *"Seductive but dangerous". Journal Financial Analysts.*
- J. Alonso y L. Berggrun. *Introducción al análisis de riesgo financiero. Colección Discernir. Serie Ciencias Administrativas y Económicas, Universidad Icesi, 2008.*
- Markowitz, Harry (1952): *"Portfolio Selection". The Journal of Finance, marzo.*
- Martínez, Francisca (2014): *"Las diferentes metodologías para medir el VAR y cómo utilizar esta herramienta de cuantificación de riesgo".*
- Mascareñas, Juan. (2008). *"Introducción al VAR".*
- Mayoral, Silvia (2009). *"Riesgo de Mercado: Valor en Riesgo"*
- Romero, Rafael (2005). Sigifredo Laengle. *"Implementación del Value at Risk Condicional".*
- Romero, Rafael (2005) *"Medidas De Riesgo Financiero" Revista Economía & Administración N°149, U de Chile, Marzo/Abril.*
- Ángel A. Juan; Sedano, Máximo; Vila, Alicia (2006). *"La distribución normal". Universidad abierta de Cataluña.*

PÁGINAS WEB UTILIZADAS:

- Cotizaciones históricas obtenidas en:
<http://www.infomercados.com/buscador/index.aspx?B=intesa>