1. NUEVOS AVANCES EN LA METODOLOGÍA DE VALOR EN RIESGO: CONCEPTOS de VeRdelta y VeRbeta.[1]

1.1 Introducción

La técnica del Valor en Riesgo -Value at Risk-, popularizada por JP Morgan al hacer pública su metodología de gestión de riesgos Riskmetrics, está ganando aceptación generalizada a nivel internacional entre los gestores de riesgos como medición del riesgo de mercado de las carteras de inversión. La metodología del VeR analítico, basada en el análisis de varianzas-covarianzas tiene su origen en la Moderna Teoría de Carteras pero introduce un elemento básico en el análisis: La descomposición de los instrumentos componentes de la cartera en flujos de caja equivalentes para el análisis detallado de sus características de riesgo dentro del contexto de la cartera.

[1] Carlos Blanco, Universidad Complutense de Madrid y Financial Engineering Associates, Inc..
Mark Garman. Presidente de Financial Engineering Associates, Inc. Catedrático Emérito en Finanzas por la Universidad de California, Berkeley.
Para cualquier comentario diríjanse a carlos@fea.com o mark@fea.com. Para mayor información vea http://www.fea.com

Para comprender los conceptos de VeRdelta y VeRbeta, es necesario conocer, en primer lugar, la forma en que funcionan los métodos estándar para calcular el VeR de forma analítica. El análisis del VeR comienza con la sustitución de los instrumentos de una cartera por ciertos flujos de caja que representan el valor presente y las características de riesgo de dichos instrumentos. Este proceso es conocido como "Representación de los instrumentos originales de la cartera en flujos de caja" o "mapping", debido a que consiste de la descomposición de los instrumentos de la cartera en sus flujos de caja equivalentes, asegurándose que dichos flujos de caja se asignan a ciertos vencimientos ("vértices") para los cuales existen series estadísticas que nos permitan analizar su riesgo individual (volatilidad) y riesgo conjunto dentro de la cartera (covarianzas). A continuación, se aplica el análisis estándar de varianzas-covarianzas a los flujos de caja resultantes ("cashflow map") para estimar el riesgo global de la cartera tras tener en cuenta la reducción del riesgo derivado de la diversificación entre los distintos componentes de la cartera. El resultado del análisis es un único número, el VeR, que es una predicción de cuanto valor puede perder la cartera, bajo condiciones normales de mercado, para un horizonte temporal determinado, una probabilidad específica y una cierta moneda de referencia.

El principal problema que nos encontramos con la metodología tradicional de cálculo del VeR es que se trata de un análisis unidireccional, y en el proceso de agregación y simplificación de los riesgos de la cartera se pierde gran cantidad de información que puede ser muy útil para el gestor de riesgos a la hora de conocer cuales son las verdaderas fuentes de riesgo dentro de su cartera, y para poder determinar cuales son aquellos componentes que realmente están sirviendo como cobertura de dichos riesgos.

El objetivo de este artículo es presentar una nueva metodología que nos permite desagregar los componentes del VeR de la cartera, de forma que podamos determinar la contribución al riesgo de los distintos componentes o instrumentos de la cartera. Asimismo, a través de dicha metodología es posible llevar a cabo el análisis del VeR en tiempo real, debido a que es posible analizar el efecto marginal de llevar a cabo una serie de operaciones dentro de la cartera sin necesidad de tener que calcular el VeR de la cartera completa.

1.2 Valor en Riesgo

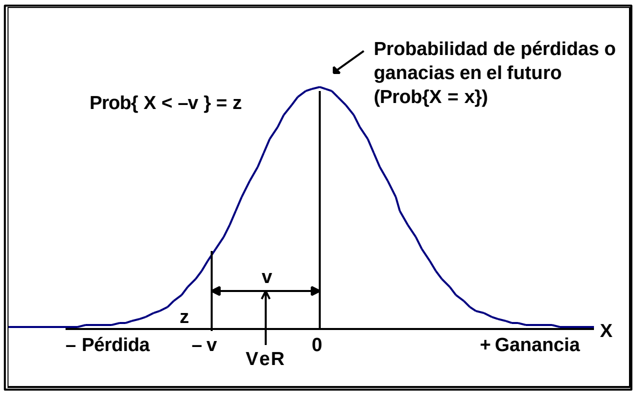
1.2.1 Concepto de VeR

El Valor en Riesgo o VeR es una técnica para medir la exposición al riesgo de mercado de una cartera. Podemos definir el VeR de una cartera de inversión como la mínima pérdida esperada para un horizonte temporal y nivel de confianza determinados, medido en una moneda de referencia específica[2]. Por ejemplo, si el VeR a un día de una cartera es de 10 millones de ptas. con un nivel de confianza del 95%, entonces existe una probabilidad del 5% que las pérdidas

[2] Para el cálculo del VeR se parte de la hipótesis que las rentabilidades logarítmicas de la cartera siguen una distribución normal multivariante y no presentan autocorrelación.

de la cartera en las próximas 24 horas sean superiores a los 10 millones de ptas. Es importante puntualizar que el VeR no representa el "peor escenario" que puede producirse, sino más bien un nivel de pérdidas que se produce con relativa frecuencia, la cual será función del nivel de confianza elegido para calcular el VeR.

Ilustración 1-1: Representación Gráfica del Concepto del Valor en Riesgo



1.2.2 DETERMINACIÓN DEL VeR DE UNA CARTERA DE INVERSIÓN

Para calcular el VeR de una cartera se deben seguir una serie de pasos intermedios los cuales se describen de forma breve a continuación:

1.2.2.1 Determinación de los vértices y estimación de la matriz de varianzas covarianzas

Los vértices, o factores de riesgo, son uno de los elementos básicos de la metodología de VeR analítico. Una cartera de inversión está expuesta a una serie de factores de riesgo los cuales dependerán de los componentes de la cartera. En principio, la lista de factores de riesgo puede ser interminable, y por ello es necesario simplificar la serie de riesgos que podemos medir y controlar para estimar el riesgo global de la cartera. En la metodología del VeR, para representar un factor de riesgo sobre el cual podemos obtener información respecto a su riesgo individual y su correlación con los otros factores de riesgo se introduce el concepto de vértice. Generalmente los vértices están compuestos de una divisa, una clase de activo y un vencimiento determinado (por ejemplo, deuda española a 10 años; renta variable japonesa al contado, etc.).

Por lo tanto, para llevar a cabo el análisis del VeR, en primer lugar debemos determinar los vértices adecuados y estimar la matriz de varianzas y covarianzas de dichos vértices. [3].

1.2.2.2 Representación de los instrumentos en la cartera original a través de flujos de caja equivalentes ("Cash Flow Mapping")

Este proceso tiene como finalidad resolver el siguiente problema: ¿Qué conjunto de flujos de caja proporciona la mejor representación de un instrumento financiero con el objetivo de medir el riesgo de dicho instrumento dentro de la cartera?

Un mapa de flujos de caja (*"cash flow map")* es la representación de un instrumento financiero como una serie de instrumentos cupón cero valorados a precios de mercado de acuerdo con los precios y tipos de interés vigentes en la actualidad. Para calcular el VeR analítico, todos los instrumentos deben ser descompuestos en flujos de caja y asignados a una serie de vértices predeterminados sobre los cuales contamos con estimaciones sobre su volatilidad y correlaciones esperadas.

1.2.2.3 Cálculo del Valor en Riesgo Analítico

El VeR se puede calcular a través de una simple multiplicación de matrices:

$$VeR = \sqrt{p'Qp} \qquad (1)$$

donde p es el vector de flujos de caja cupón cero expresados en valor presente y la moneda de referencia de cálculo del VeR. Dicho vector tiene dimensiones (n x 1) y cada elemento consiste de una cesta compuesta de la suma de flujos de caja correspondientes a cada vértice tras la descomposición de los elementos originales de la cartera.

Supongamos que Σ es la matriz de varianzas-covarianzas original de los vértices cuyos elementos están expresados en la frecuencia de las series originales (diarias, semanales, etc.). Q es la matriz de varianzas y covarianzas ajustada para el horizonte temporal y el intervalo de confianza deseado. Por ejemplo, si los elementos de la matriz de varianzas-covarianzas están inicialmente expresados en términos anualizados, y deseamos conocer el VeR a un día y con un

---

[3] Para mayor información sobre la metodología de representación de flujos de caja, véase Riskmetrics-Technical Document, Cuarta Edición, diciembre 1996 y Outlook, User's Guide, versión 1.7, Financial Engineering Associates, noviembre 1997

intervalo de confianza del 95%, deberíamos escalar la matriz por un coeficiente igual a 1.65 x 1.65 / 252 (donde 1.65 es el número de desviaciones estándar correspondiente al 5% y 252 el número de días en los que se divide el año).Una de las formas de calcular el VeR es ajustar la matriz de varianzas-covarianzas al horizonte temporal y nivel de confianza deseados para el cálculo del VeR:

$$\Sigma = \begin{bmatrix} s_{11}^{2} & s_{12} & \dots & s_{1m} \\ s_{21} & s_{22}^{2} & \dots & s_{2n} \\ \dots & & \dots & \\ s_{n1} & s_{n2} & \dots & s_{nn}^{2} \end{bmatrix} \longrightarrow Q = \begin{bmatrix} s^{*2}_{11} & s^{*}_{12} & \dots & s^{*}_{1m} \\ s^{*}_{21} & s^{*2}_{22} & \dots & s^{*}_{2n} \\ \dots & & \dots & \\ s^{*}_{n1} & s^{*}_{n2} & \dots & s^{*2}_{nn} \end{bmatrix}$$

Otra forma de llegar al VeR de la cartera, es calculando el VeR de las cestas de flujos de caja correspondientes a cada vértice y a continuación introducir la matriz de correlaciones para estimar los efectos de reducción de riesgo como resultado de la diversificación del mismo.

$$VeR_{CARTERA} = \sqrt{V^{T} * [r] * V} \qquad \textbf{(2)}$$

siendo:

$V = [VeR_X, VeR_Y]$ vector de VeR de los vértices de la cartera, de dimensiones (n x 1).[4]

$[r]$ = matriz de correlaciones, de dimensiones (n x n)

$$r = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{n1} & r_{n2} & \dots & r_{nn} \end{bmatrix}$$

V^T = vector transpuesto de V, de dimensiones (1 x n)

Independientemente de la forma utilizada para calcular el VeR analítico, el resultado es un número, expresado en unidades de la moneda de referencia del cálculo, que representa la mínima pérdida que puede producirse para un horizonte temporal y probabilidad determinados.

[4] Hay que tener en cuenta que hemos de respetar el signo original del flujo de caja, por lo que podemos tener VeR negativos en este paso preliminar para llegar al VeR. Técnicamente, los elementos del vector V son los flujos de caja originales multiplicados por la volatilidad del vértice correspondiente ajustada al nivel de confianza y horizonte temporal del cálculo del VeR pero conservando el signo original de dichos flujos de caja.

1.3 RIESGO MARGINAL DE LLEVAR A CABO UNA OPERACIÓN O “TRADE” DENTRO DEL CONTEXTO DE LA CARTERA: CONCEPTO DE VeRdelta

Introducción

Una vez se conoce el VeR de la cartera, nos podemos plantear una serie de preguntas: ¿Cómo podemos reducir dicho VeR?; ¿Cuales son las operaciones que nos permitirán una mayor reducción del riesgo de la cartera?; ¿Cuales son las principales fuentes de riesgo dentro de la cartera?

El principal problema que nos encontramos con la metodología tradicional de cálculo del VeR es que se trata de un análisis unidireccional, y en el proceso de agregación y simplificación de los riesgos de la cartera se pierde gran cantidad de información que puede ser muy útil para el gestor de riesgos para ayudarle a determinar cuales son las principales fuentes de riesgo dentro de su cartera, y cuales son aquellos componentes que realmente están sirviendo como cobertura de dichos riesgos.

Asimismo, la mayoría de instituciones de “trading” se han planteado seriamente el problema de cómo calcular el VeR de la institución en tiempo real. Tradicionalmente, la única forma de evaluar el efecto incremental en el VeR de una nueva operación era a través del cálculo del VeR de la nueva cartera potencial. Esto es debido a que el VeR es una medida no lineal que depende no únicamente de las características de riesgo individuales de la operación propuesta, sino de cómo se interacciona con el resto de los instrumentos de la cartera. Esta causalidad conjunta limita seriamente el “feedback potencial” a los operadores y gestores de riesgos, que de forma ideal deberían recibir una respuesta inmediata sobre si su operación propuesta mejora el VeR o no, y en qué cantidad. Es decir, sería muy útil calcular el VeR incremental o marginal para cada operación o grupo de operaciones propuestas por los operadores o gestores de carteras, sin necesidad de tener que volver a calcular la cartera global de la institución.

El objetivo de este artículo es presentar una nueva metodología para revertir el proceso de cálculo del VeR de forma que podamos determinar la contribución al riesgo de los distintos componentes o instrumentos de la cartera tomando en cuenta los efectos derivados de la diversificación entre los distintos componentes de la misma, y que al mismo tiempo nos permite analizar el efecto marginal en el VeR de llevar a cabo una nueva operación de compra o venta dentro del contexto de las posiciones existentes en la cartera. Dicha metodología está basada en el concepto VeRdelta, desarrollado por Garman (1996)[5] y posteriormente perfeccionado en Garman (1997)[6]

Respecto a sus orígenes, el nombre de VeRdelta fue creado como analogía al delta utilizado en la teoría de valoración de opciones, debido a que ambos juegan un papel similar. Antes de pasar a la explicación del cálculo del vector VeRdelta, es importante puntualizar que comprende una aproximación, y existen condiciones bajo las cuales esta aproximación es menos válida; sin embargo, en tales circunstancias, se puede corregir la situación llevando a cabo un nuevo cálculo del VeR.

Metodología VeRdelta y VeR en Tiempo-Real

El método VeRdelta nos permite estimar el efecto incremental de añadir una operación en la cartera a través del cálculo previo de un vector, el vector VeRdelta o Del-Ver, que representa el gradiente del VeR, es decir, la dirección de flujos de caja ("cashflow direction") en la cual el VeR aumenta a una mayor velocidad. Para calcular el riesgo adicional de incluir un activo u operación dentro de la cartera existen dos métodos:

El primero consiste en calcular el VeR de la cartera antes y después de incluir dicho operación o activo. Si el VeR es menor tras incluirlo, se dice que dicha operación tiene un VeR marginal o incremental negativo. Si por el contrario, el VeR de la cartera después de incluir dicha operación es superior, dicha operación tiene un VeR marginal positivo.

El segundo método consiste en medir el efecto marginal de una nueva operación en la cartera a través de una aproximación denominada VeRdelta[7]. EL VeRdelta o, delta del VeR, es similar al concepto de la delta de una opción financiera, es decir, nos permite conocer, de forma aproximada, la tasa de cambio del VeR ante cambios en uno o varios de los flujos de caja de los instrumentos que componen la cartera.

La principal ventaja de este segundo método, tal y como señala Garman (1996) , es que nos permite calcular el VeR marginal sin necesidad de tener que volver a estimar el VeR de la

[5] Una explicación más detallada de la metodología VeRdelta se puede encontrar en Garman, Mark (1996) “Improving on VAR”. Risk, vol. 9, Núm. 5, mayo

[6] Para mayor información sobre el concepto VeR-Beta y el método de “Componentes del VeR”, véase Garman, Mark (1997) “Component VAR”. Derivatives Strategy, julio/agosto

[7] Para mayor información véase Garman (1996a) “Making VaR Proactive”, Financial Engineering Associates, mayo.

cartera completa. A pesar de tratarse de una aproximación, este método puede utilizarse por la mayoría de instituciones financieras con carteras ampliamente diversificadas.

Concepto de gradiente

Supongamos que la función f( ) depende del vector x, es decir, f = f(x). El gradiente es el vector de derivadas de f( ) con respecto a cada elemento de x. Por tanto,

$$\nabla f = \begin{bmatrix} \dfrac{\partial f}{\partial x_1} \\ \dfrac{\partial f}{\partial x_2} \\ \vdots \\ \dfrac{\partial f}{\partial x_n} \end{bmatrix}$$

, donde ∇f es el gradiente.

La nomenclatura empleada para referirse a este vector es “Del f”.

Cada elemento del vector “Del f” es la derivada de la función f con respecto al elemento correspondiente vector x.

Ahora supongamos que f( ) es la función del VeR, debido a que el VeR depende del vector de flujos de caja p, definido anteriormente. Podemos deducir el vector Del VeR tomando derivadas, y viene dado por:

$$VeRdelta = \nabla VeR(p) = \nabla\sqrt{p'Qp} = \frac{Qp}{\sqrt{p'Qp}} \qquad \textbf{(3)}$$

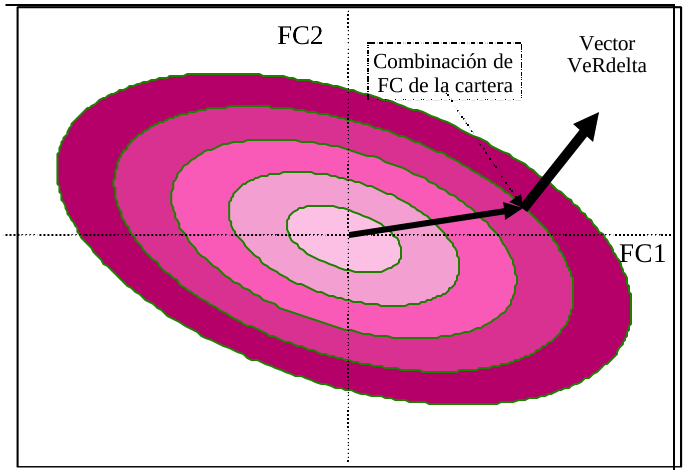
Q es la matriz de varianzas y covarianzas ajustada para el horizonte temporal y el intervalo de confianza deseado. Las dimensiones de Q son (n x n), siendo n el número de vértices predeterminados.

p es el vector de dimensiones (n x 1) de cestas de flujos de cajas expresadas en la moneda de referencia de cálculo del VeR y en valor presente, para cada vértice.

$\sqrt{p'Qp}$, es el VeR total de la cartera en la moneda de referencia dada.

El vector VeRdelta tiene dimensiones (n x 1), siendo n el número de vértices en la matriz de varianzas y covarianzas.

Ilustración 1-2: Representación gráfica del vector VeRdelta

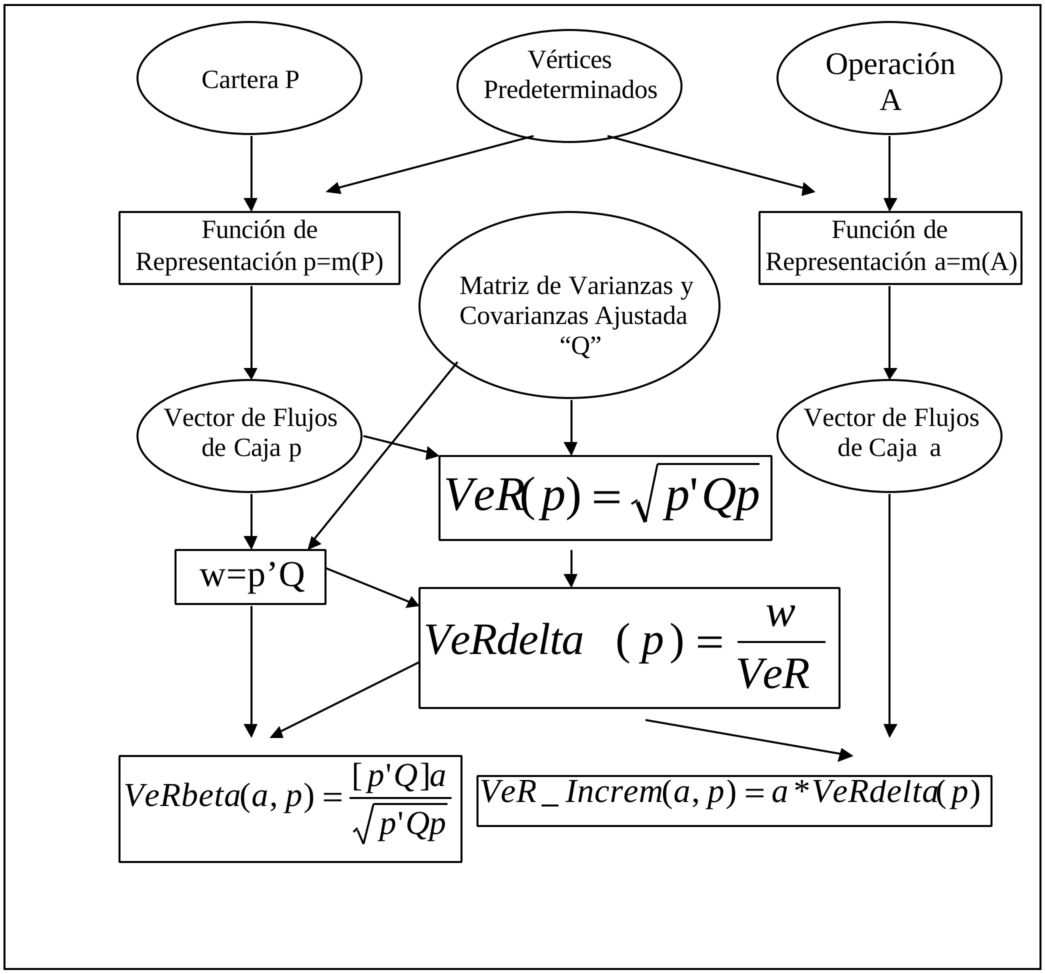


Gráficamente, podemos ver cómo el vector VeRdelta es en realidad una dirección,la cual nos indica cómo podemos incrementar/disminuir el VeR de la cartera de forma más rápida añadiendo el mínimo número de unidades en los flujos de caja

<u>Propiedades del vector VeRdelta</u>:

- Homogéneo de grado cero en p, el vector de cestas de flujos de caja. Si multiplicáramos todos los componentes del vector de flujos de caja por una constante, el VeRdelta permanecería constante.
- Homogéneo de grado 1/2 respecto al horizonte temporal. (Si multiplicáramos el número de días por 4, cada elemento del vector VeRdelta se duplicaría. Se comporta de acuerdo a la regla de la raíz cuadrada del tiempo.)
- Homogéneo de grado 1 respecto al factor de nivel de confianza k. (Si aumentamos k de 1.645 (equivalente a un nivel de confianza del 95%) a 2.326 (equivalente a un nivel de confianza del 99%) , cada elemento del vector VeRdelta aumentaría un 2.326/1.645 = 1.414.
- Frecuentemente (dependiendo de las correlaciones), apunta en la misma dirección que el vector de flujos de caja.

Ilustración 1-3: Proceso de cálculo del vector VeR, VeR-delta y VeR-Beta



Cada componente del vector VeRdelta nos indica cómo reaccionará el VeR de la cartera antes cambios en los flujos de caja correspondientes a dicho vértice, es decir, nos proporcionará una estimación del impacto en el VeR derivado de añadir una unidad en las cestas de flujos de cajas correspondientes. Por lo tanto, contamos con un mecanismo a través del cual cualquier operación propuesta puede ser examinada rápidamente a través del vector VeRdelta, sin necesidad de tener que analizar otra vez la cartera de la institución al completo.

Por ejemplo, supongamos que una institución de trading tiene 250.000 operaciones o "trades" en su cartera y que se necesitan 15 minutos para llevar a cabo el cálculo completo del VeR de dicha cartera. Utilizando el método tradicional de análisis, para calcular el VeR incremental o marginal de una serie de operaciones concretas tardaríamos al menos dicho período (debido a que tenemos que calcular el VeR para la cartera en la que se incluye cada operación potencial). Por el contrario, a través del método VeRdelta se puede calcular una muy buena aproximación en tan solo unos microsegundos. Esto permite que los cálculos del VeR incremental o marginal se puedan llevar a cabo en tiempo real, para poder seguir el ritmo de otras actividades de trading de la institución que pueden ocurrir cada pocos minutos e incluso segundos. De hecho, la tecnología VeRdelta permite el establecimiento de límites de "trading" en tiempo real, mientras que con anterioridad a su desarrollo, esto era impensable en la práctica.

Uso del vector VeRdelta para evaluar el impacto de una operación en el VeR de la cartera.

Digamos que cada operación o "trade" A tiene una representación en términos de flujos de caja a = m(A); cada uno de los flujos de caja componentes del instrumento A tendrá un efecto proporcional a su elemento correspondiente en el vector VeRdelta, debido a que VeRdelta mide precisamente la reacción del VeR de la cartera ante cambios en el vector de flujos de caja.

Por lo tanto, el producto del vector de cestas de flujos de caja, p, (1 x n) por el vector VeRdelta (n x 1) nos dará el VeR incremental de añadir dicho instrumento a la cartera.

Cada elemento del vector VeRdelta, representa la "delta" del VeR global de la cartera respecto a cada vértice o cesta de flujos de caja, es decir, mide la sensibilidad del VeR global de la cartera a una unidad de cambio en el flujo de caja correspondiente.

Usos del vector VeRdelta

Con el método VeRdelta, es posible:

- Llevar a cabo un análisis marginal de las operaciones propuestas por los operadores, sin necesidad de volver a examinar el VeR de la cartera completa de la institución.
- Asignar límites de "trading" en tiempo real basados en el VeR.
- Comparar el coste de cubrir una posición con la reducción en el VeR que se consigue tras dicha cobertura.
- Clasificar cada vértice o factor de riesgo en términos de su impacto en el VeR diversificado de la cartera.

1.3.1 EJEMPLO PRÁCTICO DE CALCULO DEL VER Y VERDELTA DE UNA CARTERA DE INVERSIÓN.

Supongamos que somos una institución estadounidense con una cartera compuesta de una posición larga, o compradora, de 12 millones de marcos alemanes (DEM) y una posición corta, o vendedora, de 400 millones de yenes japoneses (JPY), ambos al contado. Los tipos de cambio respectivos contra el dólar son de 1.5 DEM/$ y 100 JPY/$, y vamos a asumir que no existe riesgo de tipos de interés.

Deseamos conocer el VeR a un día para un nivel de confianza del 95% en dólares estadounidenses.

Por motivos de simplicidad hemos elegido una cartera cuyos instrumentos pueden ser representados en términos de únicamente dos vértices; recordemos que el análisis del VeR se lleva a cabo sobre los flujos de caja, no sobre los instrumentos originales. En este caso podemos determinar dichos vértices o factores de riesgo de la cartera como el tipo de cambio DEM/$ y el tipo de cambio JPY/$. Si se tratara de un inversor español, dichos factores de riesgo serían el tipo de cambio DEM/ESP y JPY/ESP.

El VeR es una función de p, el vector de cestas de flujos de caja, es decir, VeR = VeR(p). La forma de dicha función vendrá determinada por la matriz de varianzas-covarianzas.

Para calcular el VeR de la cartera, deberemos llevar a cabo la operación matricial propuesta en la ecuación 1:

$$VaR(p) = \sqrt{p'Q\ p}$$

> ,donde p es el vector de cestas de flujos de cajas asignadas a cada vértice, y Q es la matriz de varianzas-covarianzas ajustada al horizonte temporal y nivel de confianza deseados.

Por lo tanto, en primer lugar debemos definir los vértices de la matriz de varianzas-covarianzas. En nuestro caso, dicha decisión es bastante sencilla, debido a que únicamente tenemos dos instrumentos que se corresponden directamente con dos variables sobre las que podemos conseguir información de forma relativamente sencilla, es decir, los tipos de cambio DEM/$ y JPY/$. Una vez definidos los vértices, debemos conseguir información sobre la covarianza entre ambos tipos de cambio y sus respectivas volatilidades. Existen multitud de métodos para calcular dichos parámetros, y vamos a suponer que hemos determinado que la covarianza es 0.024 y las varianzas son 0.04 para el DEM/$ y 0.16 para el JPY/$, ambas anualizadas.

A continuación debemos definir la representación de los componentes de la cartera en flujos de caja equivalentes en función de los vértices de la matriz de varianzas-covarianzas. En nuestro ejemplo, dicho paso sería muy sencillo debido a que no es necesario descomponer los distintos instrumentos de la cartera (por regla general, será necesario desglosar los componentes de un instrumento u operación en flujos de caja equivalentes.)

Los elementos del vector de flujos de caja p = m(P), representan los instrumentos de la cartera original. Dichos flujos de caja deben estar expresados en valor presente y en la misma moneda de referencia para que puedan ser agregados posteriormente. Como estamos analizando la cartera desde la perspectiva de un inversor estadounidense, dicha moneda sería el dólar estadounidense. Por tanto, los elementos del vector p son los flujos de caja en dólares expresados en valor presente, es decir, una posición larga en DEM equivalente a 8 millones de dólares, y una posición corta en yenes japoneses equivalente a 4 millones de dólares.

También podríamos calcular el VeR a través de la matriz de correlaciones, aunque en este caso utilizaremos la matriz de covarianzas. Sustituyendo la información provista sobre la cartera, tendríamos:

$$p = \begin{bmatrix} 8 \\ -4 \end{bmatrix}, \text{ k = 0.1016, } \Sigma = \begin{bmatrix} 0{,}040 & 0{,}024 \\ 0{,}024 & 0{,}160 \end{bmatrix}$$

Podemos ver como p es el vector de flujos de caja expresado en la moneda de referencia, , es decir, dólares estadounidenses. También tenemos la matriz de varianzas-covarianzas original, Σ. Debido a que sus elementos están expresados en términos anualizados, tendremos que aplicar un factor de escala a sus componentes para que queden expresados en términos del nivel de confianza y horizonte temporal deseados, es decir, 95% y un día respectivamente.

Factor de escala de la matriz de varianzas-covarianzas: $k = \dfrac{1.645}{262} = 0{,}1016$

Aplicando el factor de escala a la matriz original, obtendremos la matriz ajustada Q.

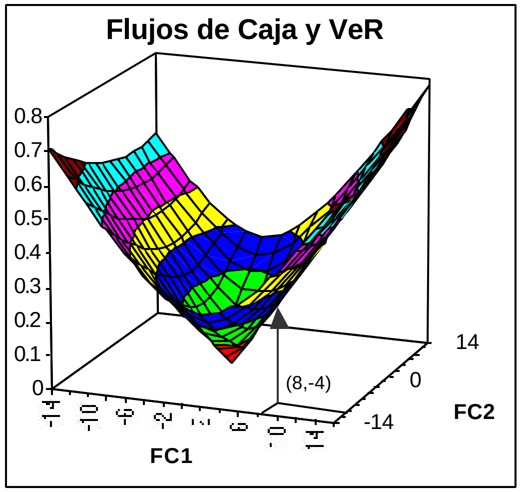
$$Q = k^2 \ x\, \Sigma = \begin{bmatrix} 4{,}13 & 2{,}48 \\ 2{,}48 & 16{,}52 \end{bmatrix} x\ 10^{-4}$$

Podemos calcular el VeR simplemente sustituyendo los valores en (1).

$$VeR = \sqrt{\begin{bmatrix} 8 & -4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 4.13 & 2.48 \\ 2.48 & 16.52 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 8 \\ -4 \end{bmatrix} 10^{-4}} = 0{,}1924$$

Por ejemplo, si las cantidades están expresadas en millones, el VeR a un día al 95% sería de \$192.400. Por lo tanto, en condiciones normales de mercado, esperaríamos que las pérdidas diarias de la cartera fueran inferiores a 192.400 dólares el 95% de las veces.

Ilustración 1-4: Superficie del VeR en el espacio de flujos de caja



En el gráfico podemos ver cómo evolucionaría el VeR de la cartera para distintas combinaciones de flujos de caja, manteniendo la correlación constante. Al representarlo en función de los flujos de caja, el VeR forma una superficie cónica, mientras las distintas secciones horizontales de esta superficie forman elipses, tal y como podemos en la

Ilustración 1-2.

Continuando con el ejemplo anterior que consistía de una posición larga en DEM equivalente a 8 millones de dólares y una posición corta en yenes japoneses equivalente a 4 millones de dólares, el vector VeRdelta vendrá dado por la fórmula:

$$\nabla VeR = VeRdelta = \frac{Qp}{\sqrt{p'Qp}} = \begin{bmatrix} 0.01203 \\ -0.02405 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 120 \\ -240 \end{bmatrix} p.b.$$

VeRdelta es un vector de cantidades expresadas en porcentajes que representan el cambio en el VeR por unidad de cambio en los flujos de caja componentes.

El VeRdelta nos indica el incremento (o disminución) marginal en el VeR que resulta tras añadir una unidad (en la moneda de referencia) en la cesta de flujos de caja del vértice correspondiente

Utilización del concepto VeRdelta en informes de Gestión de Riesgo

Exposición Marginal

Vértice	*Flujo de caja*	*VeRdelta*
DEM	*US$ 8MM*	*120p.b.*
JPY	*US$ -4MM*	*-240p.b.*

En este ejemplo, los elementos del vector VeRdelta se pueden interpretar de la siguiente forma: si añadimos el equivalente a un dólar en DEM en dicho vértice, el VeR de la cartera aumentaría aproximadamente 0.012 dólares. Por el contrario, si añadimos el equivalente a un dólar en el vértice correspondiente a los yenes (JPY), nuestro VeR decrecería en 0.024 dólares, o 240 p.b.

El vector VeRdelta nos muestra el riesgo marginal de añadir un nuevo flujo de caja. Podemos pensar sobre el VaRdelta en términos de la exposición marginal de cada flujo de caja después de tomar en consideración las interrelaciones entre los instrumentos existentes en la cartera.

Normalmente, los elementos del vector VeRdelta se miden en puntos básicos (o tantos por ciento), y no tienen dimensión. (Tiene dimensión cero ya que mide las unidades de la moneda de referencia en que variará el VeR por cada unidad añadida denominada en la moneda de referencia a una de las cestas de flujos de caja (o vértices)).

1.4 DESAGREGACIÓN DE LOS COMPONENTES DEL RIESGO DE UNA CARTERA: METODO DE COMPONENTES DEL VeR Y CONCEPTO DE VeR-BETA

Como analizamos anteriormente, para llegar al VeR de la cartera, hay que llevar a cabo una serie de pasos intermedios: partiendo de los instrumentos componentes de la cartera original, estos se descomponen en flujos de caja equivalentes y a través de dichos flujos de caja y la matriz de varianzas-covarianzas se calcula el VeR.

Resolviendo las ecuaciones 1 y 2, se pueden obtener dos medidas básicas del Valor en Riesgo, o VeR, de una cartera:

1. El VeR total o diversificado de una cartera.
2. El VeR no diversificado para un subgrupo o serie de componentes de la cartera.

Estos subgrupos dentro de la cartera pueden estar compuestos de aquellos instrumentos u operaciones o "trades" con ciertas características similares tales como una divisa de denominación común, pertenencia a la misma clase de activos, etc.

Tradicionalmente, para analizar el riesgo de las distintas partes de la cartera lo que se hacía era descomponer la cartera en subgrupos y analizar el VeR de cada grupo. Sin embargo, en dicho análisis no se tomaba en consideración la interrelación entre los distintos subgrupos de la cartera y en la gran mayoría de los casos, el resultado de la suma del VeR no diversificado de las distintas partes componentes de una cartera es distinta al VeR de la cartera completa diversificada.

Este problema que se presenta al intentar desagregar los componentes del VeR nos lleva a la búsqueda de un método que nos permita identificar la contribución de los distintos elementos de la cartera al Valor en Riesgo diversificado de la misma. En Garman (1997)[8] se proponen una serie de requisitos básicos que dicho método debe cumplir:

(1) Si la suma de los elementos componentes representa la cartera completa, entonces la suma del VeR de todos los componentes debería ser igual al VeR de la cartera diversificada.
(2) Si retiráramos un componente de la cartera, el método de "Componentes del VeR" debería indicarnos en cuanto se va a reducir el valor de la cartera aproximadamente.
(3) El valor asignado por el método de componentes del VeR será negativo para aquellos componentes que funcionan como cobertura para el resto de la cartera.

---

[8] Garman, Mark (1997) “Component VaR”, Derivatives Strategy, julio/agosto

El método de “componentes determinantes del VeR”, basado en el concepto de VeRdelta, nos permite medir la contribución al riesgo de un subgrupo o componente dentro de la cartera al VeR total de la cartera, es decir, identifica la parte del VeR que se debe a la presencia de dicho subgrupo o componente. Es importante puntualizar que dicho análisis no se va a realizar de forma individual, sino que se va a llevar a cabo introduciendo la información contenida en la matriz de varianzas-covarianzas.

CALCULO DE LOS “COMPONENTES DEL VER” Y CONCEPTO DE VERBETA.

Vamos a definir la contribución absoluta de un instrumento X al riesgo de una cartera como la parte del VeR total de la cartera que se debe a la presencia de dicho instrumento en la cartera.

De la misma forma, podemos calcular el tanto por ciento del VeR que se debe a un determinado componente de la cartera. Siguiendo la terminología de Garman (1997)[9], vamos a denominar a este concepto VeRbeta, en referencia al concepto de beta del CAPM. En este sentido, el VeRbeta de un componente de la cartera nos indica la sensibilidad del VeR ante cambios en dicho elemento.

Por ejemplo, si la contribución de los títulos de renta variable española dentro del VeR total es del 34%, ello quiere decir el 34% del VeR de la cartera se debe a la presencia de dichos títulos dentro de la cartera; si dobláramos nuestra posición en renta variable española, nuestro VeR aumentaría aproximadamente un 34%.

De la misma forma, un activo correlacionado negativamente con el resto de la cartera en conjunto, contribuirá de forma negativa al riesgo total de la cartera. Si la contribución al riesgo de un componente de la cartera fuera del –5% de ello significaría que la presencia de dichos activos reducen el VeR de la cartera en un 5%.

Cálculo de la contribución de un componente de la cartera al VeR total (en porcentaje)

La contribución de cada componente de la cartera al VeR total expresado en la moneda de referencia de cálculo se conoce como “Contribución al Riesgo”.

$$Contribucion\_Riesgo(a,p) = [p'Q]a$$

[9] Garman, Mark (1997) “Component VAR”, Derivatives Strategy, julio/agosto

Si dividimos dicha cantidad por el VeR de la cartera, obtenemos un porcentaje que representa el porcentaje del VeR causado por el componente j de la cartera, también denominado VeRBeta[10] , y es igual a:

$$VeRBeta(a,p) = \frac{[p'Q]a}{\sqrt{p'Qp}}$$

Donde:

Q es la matriz de varianzas y covarianzas ajustada para el horizonte temporal y el intervalo de confianza deseado.

p es el vector de dimensiones (n x 1) de cestas de flujos de cajas de la cartera expresadas en la moneda de referencia de cálculo del VeR y en valor presente, para cada vértice.

a es el vector de flujos de caja de un componente de la cartera, y está compuesto de la cesta de flujos de caja correspondientes a una serie de vértices.

$[p'Q]$ es el vector que resulta del producto del vector de flujos de caja correspondientes a los vértices en los que se representan los riesgos de la cartera (p') multiplicado por la matriz de varianzas-covarianzas ajustada al horizonte temporal y el intervalo de confianza deseado.

$\sqrt{p'Qp}$, es el VeR total de la cartera en la moneda de referencia dada.

USOS E INTERPRETACION

El VeRBeta tiene una serie de propiedades que facilitan su uso e interpretación:

VeRBeta es aditivo, es decir, si tenemos dos posiciones dentro de la cartera, X e Y, el VerBeta de (X + Y) es igual al VeRBeta (X) más el VeRBeta (Y). Ello nos permite conocer la contribución al riesgo de distintos subcomponentes de la cartera simplemente sumando sus respectivas VeRbetas.

La suma de las VeRBetas de todos los componentes de la cartera sobre la que se calculan es igual a uno (100%).

Aplicación del método VeR-Beta en la gestión de riesgos de mercado

---

[10] Garman, Mark B. (1997a) "Ending the Search for Component VaR", Financial Engineering Associates, 13 de marzo.

Es importante puntualizar que la medida de VeR-Beta se refiere a la cartera de referencia del cálculo del VeR, no la cartera de mercado. Por lo tanto, si el gestor está interesado, puede conocer la VeR-Beta de los componentes de un subgrupo de la cartera respecto a un subtotal de la cartera; por ejemplo el VeR-Beta de cada posición en distintos sectores industriales españoles respecto a la posición total en renta variable española (en este caso la cartera de referencia estaría compuesta únicamente de las posiciones en renta variable española). Dicho VeR-Beta puede ser muy distinto al VeR-Beta respecto a la cartera total y por tanto una comparación entre ambas puede ofrecer información al gestor sobre el papel de dicho componente de la cartera en determinar el riesgo total y ciertos riesgos de subgrupos dentro de la cartera

De la misma forma, para una cartera de renta fija internacional podemos calcular cómo distintos bloques de la cartera contribuyen al riesgo total (por ejemplo por regiones), y como los distintos mercados dentro de la misma región contribuyen al VeR de dicha región. Dicho análisis nos permite conocer el grado de diversificación de la cartera a distintos niveles. Para ello, simplemente tenemos que calcular el VeR de la parte de la cartera compuesta por títulos pertenecientes a una región concreta respecto a la posición total en dicha región y a continuación llevar a cabo un análisis similar al efectuado sobre la cartera completa.

De la misma forma, podemos medir la contribución al riesgo de la cartera de operaciones concretas utilizando el método de “Componentes del VeR”.

Tabla 1-1: Contribución al riesgo de la cartera y VeR-Beta

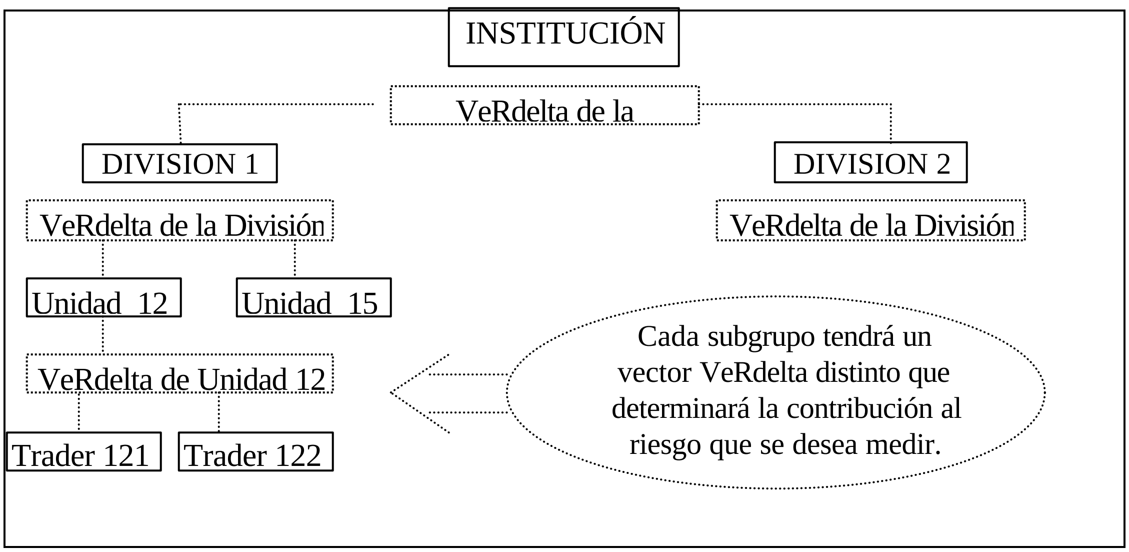
Operación	Descripción	Valor de Mercado (pts.)	Contribución al VeR total (pts.)	VeR-Beta
Op. # 231	Acciones Telefónica	975.765.764	23.443.212	2,25%
Op. # 564	Opción sobre divisas	45.993.566	5.765.689	0,55%
Op. # 784	Swap de tipos de interés	142.111.224	21.332.456	2,04%
....	...	...	...	...
Op. # 877	Futuro bono nocional	432.333.800	-45.433.441	-4,35%
TOTALES		89.988.543.321	1.043.456.442	100%

Por ejemplo, la operación 877 tiene un VeR-Beta negativo, lo cual quiere decir que está actuando como cobertura dentro del contexto de la cartera existente. Si retiráramos dicha operación de la cartera, el VeR aumentaría aproximadamente en 45,4 millones, que el la contribución al VeR medida en pesetas correspondiente a la operación # 877.

Por el contrario, el resto de las operaciones presentadas en la tabla contribuyen de forma positiva al riesgo total de la cartera. Podemos ver cómo la operación 231, que corresponde con la posición de 975 millones de pesetas en acciones de Telefónica, tiene un VeR-Beta de 2.25%, y una contribución al riesgo de 23,4 millones de pesetas. Si vendiéramos dicha posición en Telefónica, el VeR de nuestra cartera se reduciría aproximadamente un 2,25%. Al tratarse de una aproximación, el VeR-Beta proporciona una mejor estimación de los efectos que tendría el retirar la operación #564 de la cartera, debido a que supone únicamente el 0,55% del VeR .

De la misma forma, una institución financiera puede estar interesada en conocer la contribución al riesgo de las distintas divisiones, e incluso desglosar el riesgo asumido por las distintas unidades dentro de cada división:

Jerarquía en la organización



Como ejemplo, la contribución al riesgo, o VeR-Beta, del “Trader” 121, variará en función de la cartera de referencia sobre la que expresemos dicha contribución. La contribución de las posiciones del trader 121 al riesgo total de la unidad 12 será distinta a la contribución a la División o la contribución al riesgo total de la institución. Se puede dar el caso que las posiciones de dicho trader aumenten el riesgo de la unidad 12, pero sin embargo reduzcan el riesgo global de su división o incluso de la institución dependiendo de la correlación existente con el resto de carteras de referencia.

El método de “Componentes del VeR” nos permite determinar que proporción del riesgo (de la unidad, sección o institución) es causada por un componente determinado.

1.5 CÁLCULO DEL VALOR EN RIESGO Y DE LOS VECTORES VeRDELTA Y VeRBETA PARA UNA CARTERA MODELO

Supongamos que estamos a 10 de diciembre de 1997. Un gestor de carteras de una institución española desea conocer el Valor en Riesgo de una cartera con las siguientes posiciones:

- 50.000 millones de pesetas invertidos en un fondo de inversión que trata de replicar el comportamiento del IBEX-35.
- 300 millones de dólares invertidos en un fondo de inversión que trata de replicar el comportamiento del índice S&P 100.
- Bono del Estado con vencimiento el 8 de diciembre del año 2007, de 100.000 millones de pesetas de nominal, que paga cupones del 7.5% sobre el nominal con una periodicidad anual.

Se utilizan las correlaciones y volatilidades diarias para el día anterior facilitadas por JP Morgan y calculadas siguiendo la metodología propuesta en Riskmetrics.

1. Determinación de los vértices de la matriz de varianzas-covarianzas.

JP Morgan publica diariamente una matriz de correlaciones para más de 400 series. Para el mercado español, se publican estadísticas sobre precios, tipos de interés, volatilidades y correlaciones sobre las siguientes series:

Serie	Descripción	Serie	Descripción
ESP.XS*	Tipo de cambio ESP/USD	ESP.Z02*	Rentabilidad bono a 2 años
ESP.R030	Tipos de interés a 30 días	ESP.Z03*	Rentabilidad bono a 3 años
ESP.090	Tipos de interés a 90 días	ESP.Z04*	Rentabilidad bono a 4 años
ESP.180*	Tipos de interés a 180 días	ESP.Z05*	Rentabilidad bono a 5 años
ESP.360*	Tipos de interés a 360 días	ESP.Z07*	Rentabilidad bono a 7 años
ESP.SO2	Tipos swap a 2 años	ESP.Z09*	Rentabilidad bono a 9 años
ESP.S03	Tipos swap a 3 años	ESP.Z10*	Rentabilidad bono a 10 años
ESP.SO4	Tipos swap a 4 años	ESP.Z15*	Rentabilidad bono a 15 años
ESP.S05	Tipos swap a 5 años	ESP.SE*	Índice IBEX-35
ESP.SO7	Tipos swap a 7 años	USD.SE*	Índice S&P 100
ESP.S10	Tipos swap a 10 años		

Nota: Z(Deuda pública) y S (swap) se refieren a la calificación crediticia del instrumento. Todas las series se basan en instrumentos cupón cero. Para el análisis vamos a utilizar únicamente las series acompañadas del simbolo de la estrella. El índice S&P 100 se utiliza para calcular el riesgo de la posición en renta variable estadounidense.

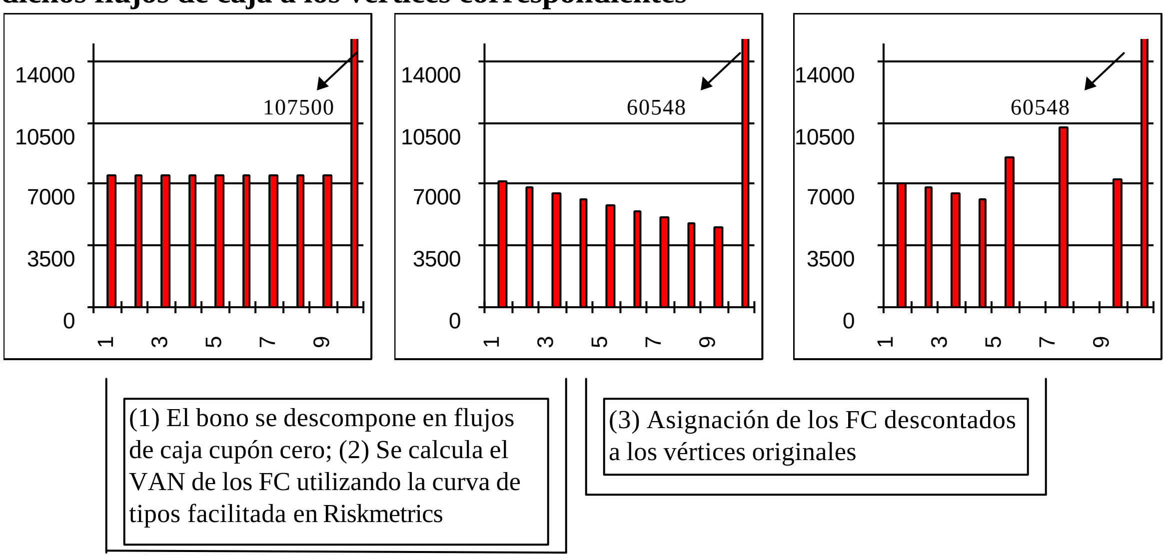
2. Descomposición de los instrumentos originales de la cartera en cestas de flujos de caja equivalentes.

Bono del Estado de Valor Nominal de 100.000 millones de pesetas, con cupones del 7.5% anuales y con vencimiento el 8 de diciembre del año 2007

El bono puede ser representado como una serie de flujos de caja cupón cero con vencimiento en las fechas en que se pagan los cupones del bono. En el primer gráfico de la figura tenemos representados los distintos flujos de caja cupón cero correspondientes a los cupones que pagará el bono. El segundo paso es calcular el valor presente de cada uno de los flujos de caja utilizando la curva de rentabilidades cupón cero proporcionada por JP Morgan para el 8 de diciembre de 1997.

Como no existen vértices para 6 y 8 años, tendremos que desplazar dichos flujos de caja hacia los vértices adyacentes. Los resultados se pueden ver en el tercer gráfico de la figura ... (paso 3)

Figura 1: Descomposición de un bono en flujos de caja equivalentes y asignación de dichos flujos de caja a los vértices correspondientes



b. Representación de las posiciones en renta variable. La posición en renta variable española puede ser representada directamente en función del vértice del IBEX-35 (ESP.SE). Para la posición en renta variable estadounidense, debemos tener en cuenta también el riesgo de tipo de cambio. Por lo tanto, tendremos dos flujos de caja equivalentes denominados en pesetas. El tipo de cambio se puede obtener a través de las series proporcionadas por Riskmetrics y se expresa en pesetas por dólar (0,00662).

Tabla 1-2: **Vector de flujos de caja equivalentes a la cartera original**

Mapa de Flujos de Caja de la Cartera

(Millones de pts.)

		Manteniendo el Valor en Riesgo			Manteniendo la Duración		
Exposición	**Series**	**ESP**	**USD**	**Total**	**ESP**	**USD**	**Total**
Divisas al contado	**XS**		45317	45317		45317	45317
Mercado Monetario	**R180**	98		98	105		105
	R360	7102		7102	7751		7751
Deuda del Estado	**Z02**	6836		6836	7365		7365
	Z03	6495		6495	6880		6880
	Z04	6134		6134	6285		6285
	Z05	8522		8522	8884		8884
	Z07	10256		10256	10732		10732
	Z09	7311		7311	46911		46911
	Z10	60458		60458	18299		18299
Índice Bursátil	**SE**	50000	45317	95317	50000	45317	95317
	Total	163212	90634	253846	163212	90634	253846

A la hora de asignar los flujos de caja a los vértices adyacentes, se mantiene el valor actual neto de los mismos y bien la duración o el VeR de los flujos de caja desplazados.[11]

[11] Para mayor información sobre el proceso de asignación de flujos de caja a los vértices adyacentes véase Outlook, Guía del Usuario, versión 1.7, Financial Engineering Associates, diciembre 1997

2. Cálculo del VeR de la cartera para horizonte temporal de un día y nivel de confianza del 95%.

Recordemos que el VeR podía calcularse a través de la ecuación 2.

$$VeR_{CARTERA} = \sqrt{V^T * [r] * V}$$

siendo:

$V = [VeR_X, VeR_Y]$ vector VeR de cada elementos del vector de flujos de caja de la cartera, de dimensiones (n x 1).

$[r] =$ matriz de correlaciones, de dimensiones (n x n)

Para calcular el VeR de cada elemento del mapa de flujos de caja de la cartera, únicamente tenemos que multiplicar el valor de los flujos de caja expresados en la moneda de referencia y en valor presente por su volatilidad respectiva ajustada al nivel de confianza deseado. Riskmetrics publica las volatilidades diarias ajustadas al nivel de confianza del 95%, por lo que en nuestro caso no tenemos que hacer ningún ajuste.

Valor en Riesgo de la Cartera (95%, 1día)

Valor en Riesgo Diversificado (Millones de pts.)

2086,331238 — 0,82% del total de flujos de caja.

Valor en Riesgo No Diversificado (Millones de pts.)

2725,148282 — 1,07% del total de flujos de caja.

Flujos de Caja de la Cartera (Equivalente en Millones de ESP)

Exposición	Series	ESP	USD	Total
Divisas al contado	XS		414.51	414,51
Mercado Monetario	R180	0,02		0,02
	R360	2,97		2,97
Deuda del Estado	Z02	7,99		7,99
	Z03	11,38		11,38
	Z04	13,97		13,97
	Z05	25,43		25,43
	Z07	43,53		43,53
	Z09	253,63		253,63
	Z10	110,69		110,69
Índice Bursátil	SE	1118,28	722,75	1841,03
	Total	1587,89	1137,26	2725,15

Componentes del Vector VeR

Los valores bajo las columnas ESP y USD representan el VeR de los elementos, o vértices, del vector de cestas de flujos de caja que representan la cartera original. Si sumamos el VeR de todos los vértices obtendríamos el VeR no diversificado de la cartera, debido a que aún no hemos introducido las correlaciones entre los distintos vértices en el análisis.

Para conocer el VeR diversificado de la cartera, simplemente se lleva a cabo la multiplicación $VeR_{CARTERA} = \sqrt{V^T * [r] * V}$. El resultado es 2.086.331.238 pesetas, lo cual significa que con un 95% de posibilidades, esperamos que las pérdidas diarias de la cartera sean superiores a los 2.086 millones aproximadamente un 5% de las veces.(recordemos que el valor de mercado de la cartera es superior a los 100.000 millones de pesetas)

3. Cálculo de los vectores VeRdelta y VeRbeta

Una vez conocido el VeR diversificado y no diversificado de la cartera, para determinar las principales fuentes de riesgo de la cartera, podemos hacer uso de la metodología VeRdelta y del concepto VeR-Beta.

Recordemos que para conocer la contribución al VeR diversificado de uno de los vértices debemos estimar en primer lugar el vector VeRdelta. El número de elementos del vector VeRdelta vendrá determinado por el número de vértices de la matriz de correlaciones. Los elementos de VeRdelta miden el riesgo marginal de añadir una unidad de flujo de caja en cualquiera de los vértices, independientemente del hecho que la cartera cuente con una posición en un vértice determinado o no. Al calcular los elementos del vector VeRdelta, se incorpora la información contenida en la matriz de correlaciones y la información sobre la cartera existente a la hora de realizar el análisis.

Ilustración 1-5: Valores de los elementos de los vectores VeRdelta y VeRbeta para la cartera analizada.

Cartera Inicial (Representación en Flujos de Caja)	Valor de Mercado (Millones pts.)	VeRdelta (Puntos básicos)	Contribución al VeR (mill. pts.)	VeRbeta
DOLARES EE.UU.	45.317,22	58.71 p.b.	266,07	12,693%
RENTA VARIABLE EE.UU.	45.137,22	13,28 p.b.	602,2	28,727%
TIPOS A 6 MESES	97,92	0,52 p.b.	0,01	0,000%
TIPOS A 12 MESES	7.102,26	0,75 p.b.	0,53	0,025%
TIPOS A 2 AÑOS ESP	6.835,81	2,7 p.b.	1,9	0,090%
TIPOS A 3 AÑOS ESP	6.495,19	2,79 p.b.	1,81	0,086%
TIPOS A 4 AÑOS ESP	6.134,06	4,71 p.b.	2,89	0,138%
TIPOS A 5 AÑOS ESP	8.521,50	6,06 p.b.	5,16	0,246%
TIPOS A 7 AÑOS ESP	10.256,28	13,32 p.b.	13,66	0,652%
TIPOS A 9 AÑOS ESP	7.311,08	19,23 p.b.	14,06	0,671%
TIPOS A 10 AÑOS ESP	60.457,71	20,72 p.b.	125,27	5,976%
RENTA VARIABLE ESPAÑA	50.000	212,55 p.b.	1.062,74	50,696%
		VeR Diversificado	**2.096,31**	**100%**

En la Tabla 1-2 presentamos los valores VeRdelta para los vértices a los que está expuesta la cartera en el momento de los cálculos. Los valores VeR-Beta se obtienen dividiendo los valores en la columna de “contribución al VeR” entre el VeR diversificado de la cartera. En la

Ilustración 1-7 se presentan los valores del vector VeRdelta para el resto de una serie de vértices predeterminados , cada uno de ellos compuesto de una combinación de activo y clase de activo/vencimiento.

A través de los valores VeRdelta podemos ver cuales son los factores de riesgo más significativos dentro de la cartera modelo. Por ejemplo, la posición en renta variable española contribuye en 1.062 millones de pesetas al VeR diversificado, lo cual supone más del 50% del VeR total diversificado de la cartera. La posición en renta variable estadounidense tiene un riesgo agregado menor dentro del contexto de la cartera, debido a que la posición en dólares contribuye al riesgo total en un 12,7% mientras la posición en el índice S&P 100 contribuye en un 28,7%, lo cual representa un 41,4% de forma conjunta. Por último, las posiciones en renta fija española representan de forma conjunta un riesgo inferior al 10% del total.

<u>Aplicación del método VERDELTA para evaluar el VeR incremental de llevar a cabo una operacion dentro de la cartera</u>

<u>Operación A. Compra de 1.000 millones en renta variable española.</u>

Para calcular el VeR incremental de la operación a través del método VeRdelta, únicamente tenemos que multiplicar 1.000.000 pts x 21,254854 p.b. = 21.255.500 . Por lo tanto, el nuevo VeR sería aproximadamente 2.107.586.093 pts, el cual resulta de sumar el VeR Incremental calculado anteriormente al VeR diversificado de la cartera calculado al principio del período.

La otra forma de analizar el impacto de dicha operación en la cartera es volviendo a calcular de nuevo el VeR de la nueva cartera incluyendo la compra de 1.000 millones de pts. en renta variable española. El nuevo VeR es de 2.107.597.587 pts. La diferencia entre ambos valores es únicamente de 11.494 pts., lo cual representa una cantidad prácticamente insignificante en relación al tamaño de la cartera.

Análisis VERDELTA - Operación A	
VARINC - VeR Incremental de la operación(es) propuesta(s)	21.254.854 pts.
VARANL - VeR en la actualidad	2.086.331.238 pts.
Nuevo VeR si se ejecuta la operación propuesta	2.107.586.093 pts.
Porcentaje de cambio en el VeR	1,02%
VeR de la cartera recalculando el VeR	2.107.597.587 pts.
Difererencia entre aproximación VeRdelta y el calculo del VeR	11.494 pts.

<u>Operación B. Compra de 10 millones de dólares en renta variable estadounidense</u>

Para calcular el VeR incremental de la operación B a través del método VeRdelta, tendríamos que calcular en primer lugar los flujos de caja equivalentes de la posición. Al igual que en el cálculo del VeR deberemos tener en cuenta el riesgo de tipo de cambio y el riesgo del índice S&P 100.Los flujos de caja en pesetas de la operación potencial de compra de 10 millones de dólares en el índice S&P 100 serían 10.000.000 x 1,510574 1.510.574.018 pts. para el vértice del tipo de cambio ESP.XS y la misma cantidad para el vértice representante de renta variable estadounidense USD.SE . Para calcular el VeR Incremental a través del método VeRdelta, tendríamos que multiplicar los flujos de caja en cada vértice por su valor correspondiente en el vector VeRdelta. El VeR Incremental sería aproximadamente 28.942.411 pts. De la misma forma, el nuevo VeR sería aproximadamente de 2.115.273.649 pts., el cual resulta de sumar el VeR Incremental calculado anteriormente al VeR diversificado de la cartera calculado al principio del período.

La otra forma de analizar el impacto de dicha operación en la cartera es volviendo a calcular de nuevo el VeR de la nueva cartera incluyendo la compra de 10 millones de dólares en el índice bursátil estadounidense. El nuevo VeR sería exactamente 2.115.330.083 pts. La diferencia entre ambos valores es únicamente de 56.433 pts., lo cual representa una cantidad prácticamente insignificante en relación al tamaño de la cartera.

Análisis VERDELTA - Operación B	
VARINC - VeR Incremental de la operación(es) propuesta(s)	28.942.411 pts.
VARANL - VeR en la actualidad	2.086.331.238 pts.
Nuevo VeR si se ejecuta la operación propuesta	2.115.273.649 pts.
Porcentaje de cambio en el VeR	1,39%
VeR de la cartera volviendo a calcular el VeR completo	2.115.330.083 pts.
Difererencia entre aproximación VeRdelta y el calculo del VeR	56.433 pts

1.6 CONCLUSION

En este artículo se ha expuesto que el Valor en Riesgo no es únicamente una cifra que engloba el riesgo de la cartera. A través de la metodología expuesta en este artículo es posible desglosar el riesgo de los activos dentro del contexto de la cartera y analizar la contribución al riesgo de los distintos componentes de una cartera de inversión. Asimismo, a través del método VeRdelta es posible implantar límites de riesgo en tiempo real, sin necesidad de tener que recalcular el VeR de la cartera completa cada vez que se introduce un nuevo instrumento. El VeR como herramienta de medición de riesgos está siendo utilizado de forma activa por las principales instituciones financieras mundiales, y debido a la presión impuesta por los organismos reguladores de los mercados internacionales de capitales, es muy probable que tenga que ser adoptada en los próximos años por la mayoría de instituciones financieras españolas.

1.7 BIBLIOGRAFÍA

Fehily, Chris (1997) “Outlook: User’s Guide”, versión 1.7, Financial Engineering Associates, inc. noviembre
Garman, Mark (1996) "Improving on VAR". Risk, vol. 9, Núm. 5, mayo
Garman (1996a) "Making VaR Proactive", Financial Engineering Associates, mayo.
Garman, Mark (1997) "Component VAR", Derivatives Strategy, julio/agosto
Garman, Mark B. (1997a) "Ending the Search for Component VaR", Financial Engineering Associates, 13 de marzo.
Riskmetrics-Technical Document, Cuarta Edición, diciembre 1996

INFORMACIÓN SOBRE LAS SERIES UTILIZADAS EN EL ANÁLISIS

Tabla 1-3: Correlaciones diarias entre los vértices utilizados en el análisis.

	USD.SE	R180	R360	Z02	Z03	Z04	Z05	Z07	Z09	Z10	ESP.SE	ESP.XS
USD.SE	1,000	0,134	-0,066	-0,015	-0,093	-0,056	-0,083	-0,002	0,018	0,006	0,737	-0,458
ESP.R180	0,134	1,000	0,886	0,650	0,634	0,622	0,606	0,575	0,551	0,552	0,255	-0,150
ESP.R360	-0,066	0,886	1,000	0,761	0,771	0,756	0,744	0,697	0,663	0,661	0,110	-0,030
ESP.Z02	-0,015	0,650	0,761	1,000	0,954	0,942	0,898	0,859	0,814	0,805	0,157	0,051
ESP.Z03	-0,093	0,634	0,771	0,954	1,000	0,982	0,949	0,883	0,843	0,848	0,069	0.153
ESP.Z04	-0,056	0,622	0,756	0,942	0,982	1,000	0,984	0,920	0,878	0,882	0,102	0,124
ESP.Z05	-0,083	0,606	0,744	0,898	0,949	0,984	1,000	0,949	0,915	0,921	0,104	0,120
ESP.Z07	-0,002	0,575	0,697	0,859	0,883	0,920	0,949	1,000	0,992	0,983	0,215	0.032
ESP.Z09	0,018	0,551	0,663	0,814	0,843	0,878	0,915	0,992	1,000	0,996	0,247	0,020
ESP.Z10	0,006	0,552	0,661	0,805	0,848	0,882	0,921	0,983	0,996	1,000	0,238	0,039
ESP.SE	0,737	0,255	0,110	0,157	0,069	0,102	0,104	0,215	0,247	0,238	1,000	-0,546
ESP.XS	-0,458	-0,150	-0,030	0,051	0,153	0,124	0,120	0,032	0,020	0,039	-0,546	1,000

Fuente: Datos obtenidos del archivo de correlaciones publicado por JP Morgan para el 8 de diciembre de 1997.

Tabla 1-4: Parámetros de las series utilizadas en el análisis

VÉRTICE	Serie del Archivo Riskmetrics	Precio/ Tipo de Interés	Factor de Cadencia Exponencial [12]	Volatilidad diaria precio (1,65*s)	Volatilidad diaria Rentabilidad. (1,65*s)
ESP.XS	ESP.XS.VOLD	0,00662 pts./$	0,94	0,91754 %	ND
USD.SE	USD.SE.VOLD	NM	0,94	1,599862 %	ND
ESP.R180	ESP.R180.VOLD	4,954793 %	0,94	0,015454 %	0,654708 %
ESP.R360	ESP.R360.VOLD	4,878727 %	0,94	0,038451 %	0,826587 %
ESP.Z02	ESP.Z02.VOLD	4,743424 %	0,94	0,108847 %	1,11745 %
ESP.Z03	ESP.Z03.VOLD	4,910823 %	0,94	0,165886 %	1,101291 %
ESP.Z04	ESP.Z04.VOLD	5,155348 %	0,94	0,222937 %	1,059165 %
ESP.Z05	ESP.Z05.VOLD	5,297447 %	0,94	0,287143 %	1,062378 %
ESP.Z07	ESP.Z07.VOLD	5,600411 %	0,94	0,406866 %	1,016607 %
ESP.Z09	ESP.Z09.VOLD	5,797325 %	0,94	0,542362 %	1,018245 %
ESP.Z10	ESP.Z10.VOLD	5,56118 %	0,94	0,606804 %	1,015149 %
ESP.SE	ESP.SE.VOLD	NM	0,94	2,243555 %	ND

Fuente: Datos obtenidos del archivo de voaltilidades diarias publicado por JP Morgan para el 8 de diciembre de 1997.

[12] Para la estimación de las correlaciones diarias entre las series representadas en los vértices, JP Morgan utiliza una media móvil exponencial ponderada con factor de cadencia exponencial igual a 0,94 para todas las series por motivos de uniformidad y asegurar que la matriz sea definida positiva. Para mayor información, véase Riskmetrics-Technical Document, cuarta edición, diciembre 1996

Ilustración 1-6: Curva de rentabilidades cupón cero para deuda pública y swaps (8-12-97)

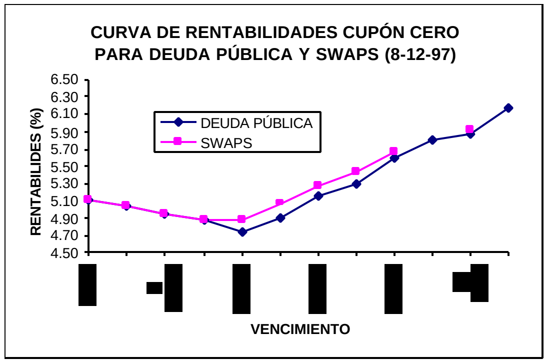


Ilustración 1-7: Representación gráfica del vector VeRdelta para la cartera del ejemplo 2 y una serie de vértices de referencia