

LA GESTIÓN DEL RIESGO DE MERCADO EN LAS ENTIDADES DE DEPÓSITO

MANUELA HERNÁNDEZ SÁNCHEZ

INTRODUCCIÓN

El proceso liberalizador que ha experimentado el sistema bancario a nivel mundial durante las últimas décadas ha ocasionado un incremento en la competencia entre las entidades financieras. Este proceso de intensificación de la competencia ha generado un aumento de la eficiencia del sistema pero, simultáneamente, ha provocado un incremento sustancial de los riesgos. La volatilidad en los mercados financieros y los procesos de liberalización tecnológica han colocado al negocio bancario ante nuevos desafíos. En un entorno de creciente competitividad y gradual reducción de los márgenes, las entidades están predispuestas a asumir más riesgos en un intento de recuperar la rentabilidad perdida.

Este nuevo entorno en el que se impone la economía de mercado frente a la economía especialmente regulada reinante en el sector financiero-

RESUMEN

El propósito de este papel es suministrar al lector los primeros pasos para la comprensión de la metodología Value at Risk (VaR). El acuerdo de Basilea y la Directiva sobre los requerimientos de capital impuesta por la Unión Europea proponen los métodos VaR para determinar el capital mínimo de los bancos comerciales en su operativa. El riesgo puede ser definido como la volatilidad de los resultados esperados. En particular, el riesgo financiero se refiere a la posibilidad de pérdidas en los mercados financieros. Movimientos en variables financieras como los tipos de interés los tipos de cambio hacen incrementar el riesgo. La función principal de las instituciones financieras es gestionar los riesgos financieros activamente. Esta es la utilidad que les proporciona la metodología VaR.

ABSTRACT

The purpose of this paper is to provide the first steps to understand the methodology Value at Risk (VaR). The Basle agreement and the Capital Adequacy Directive imposed by European Union propose the VaR methods to determine minimum capital requirements for commercial banks. What exactly is risk? Risk can be defined as the volatility of unexpected outcomes. In particular terms, the financial risks relative to possible losses in financial markets. Movements in financial variables such as interest rates and exchange rates create risk. In contrast to industrial corporations, the primary function of financial institutions is to manage financial risks actively. This is the usefulness that VaR represents.

ro hasta fechas recientes es propicio para el surrimiento de una serie de ventajas: se favorece la innovación, se genera progreso, se fomenta la eficiencia y constituye el mejor mecanismo para crear variedad de elección. Sin embargo, al generar novedades, la economía de mercado genera también mayor inestabilidad e inseguridad siendo, al mismo tiempo, implacable en lo que se refiere a eficiencia, rentabilidad y exigencia de resultados positivos.

Se llega así, a la conclusión de que el riesgo constituye un factor consustancial a un sistema competitivo y, por tanto, de la actividad bancaria actual. De este modo, ¿hasta qué punto es buena la reducción de riesgos?, es decir, ¿hasta qué punto la reducción de riesgos supone un aumento en el valor de la empresa para los accionistas? Se intuye que ha de haber un «nivel óptimo de riesgo» que los responsables de la gestión de los riesgos en la entidad financiera han de encontrar que sea acorde con los propósitos de la empresa. Será el mercado (altamente eficiente) el que recompense a quienes actúen de forma correcta, maximizando el valor de la empresa, o el que penalice tanto a quienes se excedan, como a quienes se queden cortos en la gestión de riesgos (Parker, 1996).

Si la gestión del riesgo es importante para cualquier empresa, para la banca es una necesidad que va creciendo con la innovación y complejidad de las operaciones. Prueba de ello es que algunos de los casos recientes de quiebras bancarias ilustran las nefastas consecuencias de una deficiente gestión del riesgo y/o de un inadecuado sistema de control del mismo.

La trascendencia de la definición del objetivo final que guía la gestión bancaria es determinante y condiciona el proceso de toma de decisiones de inversión y financiación. La rentabilidad es el objetivo principal de la estrategia bancaria. A este concepto se refieren implícitamente los gestores del sector cuando hablan de «crear valor para el accionista». Sólo una empresa rentable puede mantenerse en el tiempo y remunerar a su accionariado de forma creciente. Pero la rentabilidad por sí misma carece de significado, se ha de relacionar y ajustar con el riesgo asumido en su obtención. De tal forma, la entidad ha de determinar los niveles de riesgo asumibles según los recursos de los que dispone.

La rentabilidad es un concepto dinámico que se ha de gestionar con el objetivo de que se mantenga por encima de un valor determinado y sometido a un riesgo determinado. El riesgo varía en el tiempo aún considerando la estabilidad de los niveles de rentabilidad.

La seguridad es el principio básico que debe asumir cualquier miembro del sistema bancario

ya que de él depende su propia existencia. Ha de ser un principio sólido que estimule la confianza de todos aquellos que sean partícipes del sistema financiero. La mediación financiera se fundamenta en principios de seguridad y confianza para llevar a cabo sus funciones, imprescindibles para cualquier economía desarrollada. Por consiguiente, la actividad bancaria se ve sometida a unos límites rígidos de asunción de riesgos, que han constituido una verdadera obsesión de los profesionales de la banca. Estos riesgos son de toda índole y pueden producir situaciones de insolvencias con las consiguientes pérdidas para sus accionistas, bonistas y depositantes, causando efectos multiplicadores de importancia.

Los diferentes casos de pérdidas ocasionadas por la utilización de nuevos instrumentos financieros producto de la ingeniería financiera, la elevada morosidad de los últimos años y el gradual estrechamiento de los márgenes han demostrado a las entidades financieras que el control del riesgo va a ser el verdadero caballo de batalla de la nueva gestión bancaria.

La actividad bancaria ha ido aumentando su perfil de riesgo en estos últimos años «debido a la pérdida paulatina de capacidad de generación de beneficios en sus negocios básicos motivada por el incremento de la competencia. Las presiones en la cuenta de resultados y el exceso de capacidad en el sector pueden llegar a ser fuertes motivadores para tomar riesgos de forma consciente o no» (Casilda, Lamothe, Monjas, 1996)

El proceso de diversificación del negocio bancario en España, ha hecho que la mediación bancaria en los mercados financieros sea cada vez más relevante y que su incidencia en él sea cada vez mayor. La búsqueda de nuevos nichos de negocio con el propósito de evitar la disminución del beneficio en la actividad ha provocado la eclosión de riesgos que antes no repercutían en el negocio, salvo de una manera casi insignificante. La presencia, cada vez mayor, de las entidades en los mercados de capitales hace que aquellas y sus cuentas financieras sean cada vez más sensibles a los movimientos de sus precios surgiendo así el llamado riesgo de mercado.

EL RIESGO DE MERCADO EN LAS ENTIDADES DE CRÉDITO

El riesgo de mercado o de posición se puede definir, bajo un prisma bancario, como la probabilidad de incurrir en pérdidas motivadas por la evolución negativa de los precios en los mercados organizados en los que la entidad ha decidido invertir sus recursos. Este riesgo surge con la posibilidad de que las espec-

Actividad en valores de Bancos y Cajas 31-12-97
(Valores absolutos en miles de millones de pesetas y pesos relativos en porcentajes)

	BANCOS		CAJAS	
CARTERA DE VALORES		%		%
CARTERA DE VALORES	14.833	100	10.789	100
CBES	785	5	658	6
Deuda del Estado	9.071	61	6.986	65
Obligaciones y o. valores de RF	1.365	9	1.208	11
Sector Crediticio	111	8	356	29
O. Sectores Residentes	194	14	446	37
Sector Exterior	1.060	78	406	34
Renta Variable	3.612	25	1.937	18

tativas sobre la evolución futura de los tipos de interés y/o los tipos de cambio no coincida con la evolución real cuando se tiene una posición abierta en el mercado, lo que repercute negativamente en el valor de mercado de la cartera de activos negociables constituida, en la situación neta patrimonial y en la situación económico-financiera de la entidad. Concretamente, los mercados a los que nos referimos son los de renta fija, renta variable y de divisas, con lo que el riesgo de mercado incluye el riesgo de tipo de interés, el riesgo de tipo de cambio y el riesgo de renta variable.

Una aproximación al peso e importancia que la operativa en los mercados de valores está adquiriendo en el quehacer diario de estas instituciones la podemos obtener a partir de los datos del cuadro núm. 1 (actividad en valores de bancos y cajas a 31-12-97, en valores absolutos en miles de millones de pesetas y pesos relativos en porcentajes, fuente Boletín Estadístico del Banco de España). En este cuadro quedan contenidas el importe de las operaciones activas y pasivas relacionadas con esa actividad, así como los compromisos en los mercados de derivados que por su naturaleza aparecen fuera de balance.

Se trata de operaciones que incluyen tanto operaciones de negociación o trading como las realizadas con carácter permanente o a largo plazo.

«De acuerdo con los últimos datos publicados por la OCDE para diciembre de 1995, el peso que la cartera de valores tiene en las entidades españolas es similar al de sus principales competidoras europeas» (Arguedas y Cuesta, 1998)

Por lo que se refiere a las operaciones pasivas, hemos incluido las colocaciones que estas instituciones hacen de los activos en cartera a través de las cesiones temporales de activos, parte de las cuales sirven para financiar sus operaciones de trading en los mercados, lo que obliga a los departamentos de tesorería a tener que actuar activamente en los mercados para renovar los activos al vencimiento. Se trata de operaciones cada

vez más utilizadas por las instituciones bancarias para captar recursos ajenos y que se hacen mayoritariamente con valores de deuda pública. De ahí el elevado volumen de valores públicos en sus carteras de activos. En total, el volumen que representaban estas operaciones de valores fue del 12% del total del pasivo en los bancos y del 15% en las cajas.

Así pues, es en las cajas de ahorro donde la actividad de balance relacionada con valores tiene

mayor peso. Sin embargo, no ocurre lo mismo con las operaciones de futuros recogidas fuera de balance, ya que son los bancos, con bastante diferencia, quienes realizan más contratos en estos mercados, llegando a alcanzar un volumen 2,5 veces superior a sus activos totales (no obstante, hay que aclarar que en las operaciones de futuro se alcanzan cifras tan elevadas debido a que la operativa habitual en estos mercados es cubrir los riesgos contratando la operación inversa, es decir, cerrando posiciones, por lo que muchas de ellas aparecen duplicadas). Esta actividad se ha desarrollado espectacularmente en los últimos años ya que en 1990 tan sólo suponía 17.763 m.m. en los bancos y 2.298 m.m. en las cajas. De hecho, ambos grupos de instituciones son los principales operadores en los mercados de productos derivados españoles donde el volumen de fondos manejado diariamente es importantísimo. Según el informe anual de la CNMV, en 1996, bancos y cajas concentraron el 23,9% de la contratación en MEFF Renta Variable y el 36,4% en MEFF Renta Fija.

EL PROCESO DE MEDICIÓN DE LOS RIESGOS DE MERCADO

La determinación de la importancia y repercusión del riesgo de mercado en el negocio bancario pasa por el análisis de su exposición a él y el de la sensibilidad de la rentabilidad de las inversiones realizadas ante variaciones en los precios, en otros términos, se ha de concretar el perfil de riesgo de su cartera. Para definir el perfil de riesgo de la cartera de valores se ha de prestar especial atención a la detección de los factores que más habitualmente ocasionan la variabilidad de su valor, que podrán ser comunes o no a los distintos tipos de activos -renta fija, renta variable, divisas- que la integran pero ante todo es necesario la determinación de una medida de riesgo indicadora de la efectividad o no de las acciones que se llevan a cabo en la búsqueda del nivel óptimo de riesgo.

El riesgo puede ser generalmente definido como la incertidumbre en la obtención de un resultado. Se explica de mejor forma su significado en términos de probabilidad. Cuando el valor que puede adoptar la variable de interés - por ejemplo, valor de mercado de la cartera- no es único surge el riesgo, se trata de una variable aleatoria. A los distintos valores se les asigna una probabilidad de ocurrencia. Al trabajar con expectativas se debe hacer uso de la Teoría de la Probabilidad.

En la práctica, para comenzar con el proceso formal de gestión del riesgo, se ha de definir primero la variable de interés que podría ser el valor de mercado de la cartera, la rentabilidad, los flujos de caja obtenidos, etc. Los riesgos financieros surgen por los efectos de factores financieros sobre la variable de interés que pueden hacer que tome diversos valores con distintas probabilidades de ocurrencia (Jorion,1997). La variable de interés puede ser discreta o continua, pero independientemente de esto, la suma de las probabilidades de ocurrencia de los distintos valores que puede adoptar la variable de interés ha de ser igual a la unidad.

Con el proceso de medición del riesgo de mercado se pretende, en definitiva, encontrar el valor mínimo que podría alcanzar nuestra cartera (en otras palabras las máximas pérdidas en las que se puede incurrir), en circunstancias normales, por un movimiento adverso de los precios de los activos que forman parte de la cartera con un determinado nivel de probabilidad. Este valor guiará las acciones que se realicen.

La función de distribución de probabilidad $f(x)$ describe el número de veces del total que un valor concreto puede darse en un experimento imaginario. Esta distribución puede ser caracterizada generalmente por dos variables: su media y su dispersión.

El valor esperado $E(X)$ o la media puede ser estimada como la suma ponderada de todos los posibles valores x_i , cada uno por su probabilidad de ocurrencia p_i .

$$E(X) = \sum_{i=1}^N p_i x_i$$

Para acortar la anotación la $E(X)$ se escribe también como μ . Nos da el valor con mayor frecuencia de ocurrencia, definido como la moda de la distribución.

A continuación nos gustaría caracterizar la variación-dispersión de la media con una simple medida. Esto es equivalente a calcular su varianza $V(X)$, definida como la suma ponderada de las desviaciones al cuadrado con respecto a la media.

$$V(X) = \sum_{i=1}^N p_i [x_i - E(X)]^2$$

El que las desviaciones estén al cuadrado, tanto las positivas como las negativas, hace que sean tratadas simétricamente. La varianza es medida en unidades de x al cuadrado y de este modo no es directamente comparable con la media, por lo que es usual el uso de la desviación típica como variable indicadora de variabilidad, de riesgo. La desviación estándar, o volatilidad, es definida como la raíz cuadrada de la varianza.

$$DT(X) = \sqrt{V(X)}$$

Para acortar de nuevo la nomenclatura, $DT(X)$ es escrita como σ .

Hasta aquí hemos aducido a funciones de distribución de probabilidad de variables discretas con determinados valores probables. No obstante, para muchas variables, como la rentabilidad de una inversión, el rango de posibles valores es continuo. Por tanto, es necesario redefinir las expresiones de la media y la varianza de la variable como:

$$E(X) = \int_{-\infty}^{+\infty} x f(x) dx$$

$$V(X) = \int_{-\infty}^{+\infty} [x - E(X)]^2 f(x) dx$$

Si se realiza una transformación lineal de la variable aleatoria X y definimos una nueva variable aleatoria como $Y = a + b.X$, siendo a y b parámetros fijos y se inserta ésta en las expresiones (4) y (5).

$$E(a + bX) = \int (a + bX)f(x)dx = a \int f(x)dx + b \int xf(x)dx = a + bE(X)$$

$$\begin{aligned} V(a + bX) &= \int [a + bX - E(a + bX)]^2 f(x)dx = \\ &= \int [a + bX - a - bE(X)]^2 f(x)dx = \\ &= \int b^2 [x - E(X)]^2 f(x)dx = b^2 V(X) \end{aligned}$$

Por tanto, la volatilidad de Y es $\sigma(a+b.X) = b.\sigma(X)$.

Por otro lado, si hacemos una combinación lineal de variables aleatorias, tal que $Y = X_1 + X_2$, como pueden ser los ingresos de dos activos de la cartera. En este caso la incertidumbre está descrita por una función de distribución de dos variables, $f(x_1, x_2)$. Si separamos una de las variables del conjunto, la distribución de ésta individualmente considerada es conocida como distribución marginal.

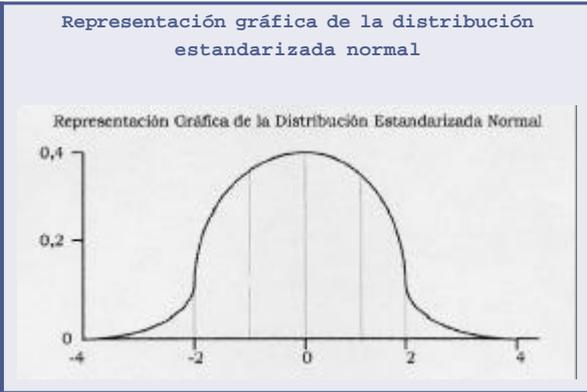
$$\int_2 f(x_1, x_2) dx_2 = f(x_1)$$

El valor medio esperado de la suma de estas dos variables aleatorias es, por extensión de la expresión (4) y (8):

$$\begin{aligned} E(X^1 + X^2) &= \int \int (x^1 + x^2) f(x^1, x^2) dx^1 dx^2 = \int \int x^1 f(x^1, x^2) dx^1 dx^2 + \\ &+ \int \int x^2 f(x^1, x^2) dx^1 dx^2 = \int x^1 \int f(x^1, x^2) dx^2 dx^1 + \\ &+ \int x^2 \int f(x^1, x^2) dx^1 dx^2 = \int x^1 f(x^1) dx^1 + \int x^2 f(x^2) dx^2 = \end{aligned}$$

Como vemos el valor esperado de la suma de dos variables aleatorias es un operador lineal. El

FIGURA 1



valor esperado de una suma de variables aleatorias es igual a la suma de los valores esperados de las variables aleatorias.

Desarrollando la expresión de la varianza de esta combinación lineal tenemos:

$$V(X_1 + X_2) = \int_1 \int_2 \{x_1 + x_2 - E(X_1 + X_2)\}^2 f(x_1, x_2) dx_1 dx_2 = V(X_1) + V(X_2) + 2 Cov(X_1, X_2)$$

donde el último término es definido como la covarianza entre X_1 y X_2 .

La varianza es un operador no lineal de tal forma que la varianza de una suma de variables aleatorias no es igual a la suma de varianzas de cada una de las variables –salvo en el caso de que las variables sean independientes entre sí–. Esto tiene importantes repercusiones porque es precisamente lo que permite la diversificación y disminución del riesgo de la cartera al aumentar el número de activos en la misma.

El comportamiento de muchas variables, entre ellas las financieras, queda descrito adecuadamente a través de la distribución «Normal o Gaussiana» -Karl F. Gauss (1777-1855)- por lo que juega un papel central en la gestión del riesgo de mercado al ser los precios de los activos que forman parte de la cartera variables con estas características. La distribución normal proporciona importantes ventajas. En particular toda la distribución puede ser caracterizada por sus dos primeros momentos, la media y la varianza: $N(\mathbf{m}, \mathbf{s}^2)$. El primero informa sobre la localización, el segundo sobre la dispersión de los valores de la variable de interés. La distribución Gaussiana tiene la siguiente expresión:

$$f(x) = \Phi(x) = \frac{1}{\sqrt{2 \cdot \mathbf{ps}^2}} \cdot e^{\left[\frac{-1}{2 \cdot \mathbf{s}^2} (x - \mathbf{m})^2 \right]}$$

Los valores de esta distribución podrían ser tabulados según las cuantías de \mathbf{m} y \mathbf{s} . No obstante, puede ser simplificada si la distribución tiene media cero y como varianza la unidad, a lo que se llama distribución normal estandarizada.

Comenzando por una variable normal estandarizada

tal que $\epsilon \approx N(0,1)$ - $E(\epsilon)=0, V(\epsilon)=1$ -. Definiendo la variable X como

$$X = \mathbf{m} + \epsilon \cdot \mathbf{s}$$

Aplicando las expresiones (6) y (7), X tiene una media de $E(X) = \mathbf{m} + E(\epsilon) \cdot \mathbf{s} = \mathbf{m}$, y una varianza de $V(X) = V(\epsilon) \cdot \mathbf{s}^2 = \mathbf{s}^2$.

La distribución normal estandarizada está representada en la figura 1. La representación es perfectamente simétrica, su media es la misma que su moda. Sobre el 95% de los valores de la distribución están contenidos entre $\epsilon = -2$ y $\epsilon = +2$. Y un 66% de la distribución está contenida entre $\epsilon = -1$ y $\epsilon = +1$.

En la medición del riesgo de la inversión financiera se ha de tener muy en cuenta el tiempo. Cuanto mayor sea el hábitat de la inversión mayor será el riesgo de mercado que se asume. Implícitamente, se entiende que los precios de cada uno de los activos que forman la cartera no están correlacionados y que están idénticamente distribuidos. Esto hace que los valores medios y la volatilidad esperados aumenten linealmente con el tiempo - es decir, se espera, por ejemplo que la volatilidad anual sea 12 veces la volatilidad mensual-, de tal forma que

$$\mathbf{m}_{anual} = \mathbf{m} \cdot t$$

$$\mathbf{s}_{anual}^2 = \mathbf{s}_t^2 \cdot t \Rightarrow \mathbf{s}_{anual} = \mathbf{s}_t \cdot \sqrt{t}$$

siendo t el número de veces que el año contiene al período en cuestión (12 en el caso de meses, 4 en el caso de trimestres, etc.) en el que no se varían las posiciones.

Representación Gráfica de la Distribución Estandarizada Normal

Obsérvese que la volatilidad, crece con la raíz cuadrada del tiempo y la media, crece con el tiempo. Esto hace que la media dominará a la volatilidad a largo plazo. Sin embargo, en horizontes cortos de inversión, tal como un día, es la volatilidad la dominante. Ésta es la razón principal que justifica el que fijemos nuestra atención en la estimación de la volatilidad de la inversiones de cartera que son generalmente a corto plazo.

MODELOS DE MEDICIÓN DEL RIESGO DE MERCADO BASADOS EN LA TEORÍA DE GESTIÓN DE CARTERAS. INTRODUCCIÓN A LA METODOLOGÍA VAR

Estas técnicas de medición de riesgos de mercado se han popularizado en los últimos años y han sido a su vez fomentadas por la enmienda al Tratado de Basilea de 1988 sobre Requerimientos de capital, que ha

avalado el uso de modelos internos para la evaluación de riesgos, así como por la disponibilidad en el mercado de productos como el Riskmetrics, el sistema Risk\$ o el RAROC2000 desarrollados por J.P. Morgan, Chase Manhattan Bank y Bankers Trust respectivamente.

El Método de Valor en Riesgo (VaR)

El concepto de Valor en Riesgo, o riesgo de la cartera, no es nuevo, surge con la Teoría de Cartera de Harry Markowitz en 1959. Lo que es realmente innovador es la aplicación sistemática del VaR a muchas fuentes de riesgo financiero, incluyendo el que surge con la operativa con derivados, que se resume en un único número de gran utilidad para los que han de determinar el nivel de riesgo asumido por la organización.

El VaR es un método de valoración del riesgo que usa las técnicas estadísticas estándar generalmente utilizadas en otros campos de conocimiento. Formalmente, el VaR mide la peor de las pérdidas esperadas en el valor de la cartera para un período de tiempo determinado y para un nivel de confianza específico en condiciones normales de mercado. Basado en sólidos fundamentos científicos, el VaR suministra a sus usuarios una medida resumen del riesgo de mercado. Un simple número resume - y es esto lo que constituye realmente el avance- la exposición total de la entidad a este tipo de riesgo. Igualmente importante es el hecho de que este método da la medición del riesgo asumido expresado como un montante de unidades monetarias. Los grupos de interés y los directivos tendrán una medida de riesgo fácil de entender con la que podrán decidir si se sienten o no cómodos con el nivel de riesgo asumido. Si el nivel de riesgo no es satisfactorio entonces el mismo proceso para el cálculo del bar ayudará en el ajuste del nivel de riesgo deseado.

No hay duda de que cada vez más los reguladores y las empresas tanto financieras como no financieras se verán motivadas al uso de los sistemas VaR, como medida del riesgo de mercado al que cada vez más se espera se verán sometidos al incrementar su actividad en los distintos mercados financieros. El VaR tiene diversas utilidades, entre ellas el que puede ser usado para informar a la alta dirección de la tendencia del riesgo de las inversiones realizadas. El VaR comunica sobre determinados tipos de riesgos financieros de la empresa a sus grupos de interés en términos claros y comprensibles, no técnicos.

El VaR se usa para situar los límites en la operativa con valores y decidir dónde localizar la inversión y cuántos serán los requerimientos de capital necesarios para garantizar la solvencia del operador (Market Risk Capital). El avance del VaR

es que ha proporcionado un común denominador para la comparativa de actividades con riesgo realizadas en diferentes mercados. El riesgo total puede descomponerse según el tipo de operaciones de inversión realizadas. Sirve, además, para evaluar la evolución del rendimiento de la cartera y ajustarlo al riesgo al que se ve sometida.

La técnica VaR puede ser utilizada por cualquier agente interesado en la gestión activa del riesgo de mercado por estar sus carteras sometidas a él o por estar interesado en el control de los niveles de riesgo al que están expuestos sus supervisados. Por lo tanto, los usuarios pueden ser desde instituciones financieras, reguladores con ánimo de supervisión, hasta cualquier empresa de carácter no específicamente financiero, etc. (Jorion,1997)

Fundamentos del VaR

El primer paso hacia el cálculo del VaR es la determinación de la variable de interés, y que suele ser el valor de mercado de la cartera. El siguiente paso es la elección de dos factores cuantitativos: la longitud del hábitat de la inversión (horizonte temporal de la inversión) y el nivel de confianza c (probabilidad de ocurrencia). Esta elección dependerá por un lado de la aversión al riesgo del sujeto decisor (Jorion 1997:86) y condicionará el proceso de validación y verificación de las estimaciones que se realicen.

Para el cálculo del VaR de la cartera, en principio se define W_0 como la inversión inicial en cartera, y R como su rentabilidad. El valor de la cartera al final del horizonte objetivo (t) es $W_t = W_0 (1 + R_t)$. El valor esperado y la volatilidad de R_t son m_t y s_t , $E(W_t) = W_0 \cdot (1 + m_t)$. Se define el valor probable más bajo de la cartera para un intervalo de confianza c como $W_t^* = W_0 (1 + R_t^*)$. VaR se define como la pérdida en unidades monetarias, con respecto al valor esperado o medio de la cartera:

$$VaR (media)_t = E(W_t) - W_t^* = W_0(1 + m) - W_0(1 + R_t^*) = -W_0(R_t^* - m) > 0$$

$$VaR(media)_t = -W_0(R_t^* - m) = W_0(m - R_t^*)$$

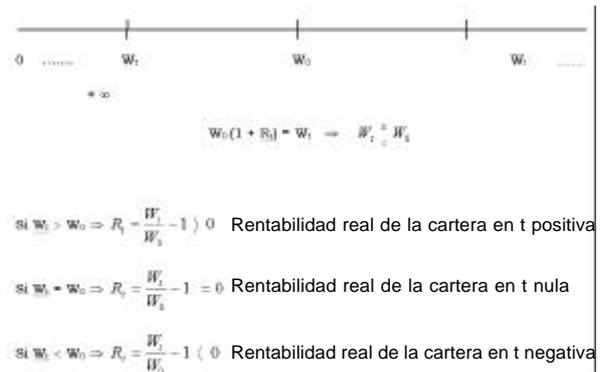
En ocasiones el VaR es definido como la mayor pérdida en términos absolutos, es decir, con respecto al valor inicial de la cartera (pérdida de valor de la cartera):

$$VaR (cero) = W_0 - W_t^* = W_0 - W_0(1 + R_t^*) = -W_0 \cdot R_t^* > 0$$

En este punto cabe plantearse las siguientes cuestiones. ¿Se considera una pérdida el que el valor esperado sea superior al valor real en t aunque ambos sean superior al valor inicial de la cartera?. ¿Qué nos importa realmente, el incremento del valor de la cartera (rentabilidad positiva) o cumplir un objetivo de rentabilidad de la cartera (valor objetivo, esperado).

Por tanto, se puede considerar como pérdida tanto el que el valor alcanzado no haya superado al esperado - aún siendo superior al inicial- como la situación que consideramos tradicionalmente como pérdida, en la que se da un menoscabo del valor inicial de la cartera.

Utilizando un diagrama podemos representar los valores de la cartera como sigue - el valor mínimo que puede alcanzar la cartera es cero-



La desviación del valor real de la cartera en t con respecto al valor esperado será:

$$\text{Desviación real} = E(W_t) - W_t$$

$$W_0 \geq E(W_t) \geq W_t \geq W_t^*$$

El cálculo del VaR consiste en fijar la atención en la relación existente entre $E(W_t)$ y W_t^* . La mayor y peor desviación negativa esperada entre el valor de la cartera en t con respecto al valor medio esperado de la cartera para el mismo horizonte temporal es el VaR. Se plantea la posibilidad de que la cartera sufra la mayor pérdida de valor probable, cuyo valor puede ser incluso inferior al valor inicial de la cartera. Podemos efectivamente esperar una pérdida de valor de la cartera, pero lo que realmente nos importa es el hecho de que la pérdida sea superior a la esperada. Cuando exista la posibilidad de que las expectativas que hayamos formado sean más positivas que el peor de los valores probables persiste el riesgo. El peor valor de la cartera - el mínimo posible- que se puede alcanzar en t es el de 0.

$$W_0 \geq E(W_t) > W_t^*$$

$$W_0(1 + m) > W_0(1 + R_t^*)$$

$$W_t^* = W_0(1 + R_t^*) \text{ si } W_t^* < E(W_t) \wedge W_t, W_0 \geq 0 \text{ si } -1 \leq R_t^* < m \leq +\infty$$

El método VaR se centra en la búsqueda de , es decir del peor valor esperado que puede alcanzar la cartera en t. En su forma más general, el VaR se deriva de la función de probabilidad del valor futuro de la cartera $f(W_t)$. Se desea encontrar el valor que con una probabilidad de c (v.g. 95%) sea el peor de los valores que se espera alcanzar, de tal forma que:

$$c = \int_{-\infty}^{W_t^*} f(W) dW = P(W > W_t^*)$$

que es lo mismo que decir que la probabilidad de que el valor real de la cartera en t sea inferior al peor de los esperados es de p ($p=1-c$)

$$p = \int_{-\infty}^{W_t^*} f(W_t) dW = P(W_t \leq W_t^*) = 1 - c$$

En este punto cabe la consideración de las dos hipótesis básicas de partida del método. Una primera hipótesis es la asunción de que las rentabilidades de cada uno de los activos que forman parte de la cartera en sucesivos intervalos están independientemente distribuidas

$$COV(R_{t_1}^i, R_{t_2}^i) = 0$$

siendo $R_{t_1}^i$ y $R_{t_2}^i$ las rentabilidades del valor i en el período t_1 y en el consecutivo período t_2 , respectivamente. Estos períodos coinciden con el hábitat de la cartera. t es el número de veces que ese período se encuentra contenido en el año. y además idénticamente distribuidas

$$E(R_{t_1}^i) = E(R_{t_2}^i) = E(R_t^i) = m_t$$

$$V(R_{t_1}^i) = V(R_{t_2}^i) = V(R_t^i) = s_t^{2i}$$

de tal forma que

$$E(R_{t_1}^i + R_{t_2}^i) = E(R_{t_1}^i) + E(R_{t_2}^i) = 2 \cdot E(R_t^i)$$

$$V(R_{t_1}^i + R_{t_2}^i) = V(R_{t_1}^i) + V(R_{t_2}^i) + 2 \cdot COV(R_{t_1}^i, R_{t_2}^i) = 2 \cdot V(R_t^i)$$

Por consiguiente, la rentabilidad esperada y la varianza se incrementan linealmente con el tiempo y la volatilidad -desviación típica- crece con la raíz cuadrada del tiempo, con lo tenemos que

$$m_t \cdot t = m_{\text{anual}}$$

$$s_t^i \cdot \sqrt{t} = s_{\text{anual}}^i$$

Desde que la volatilidad crece con la raíz cuadrada del tiempo y la media con el tiempo, la media domina a la volatilidad a largo plazo. Sin embargo, en horizontes pequeños, como un día, la volatilidad es la que domina. Esto proporciona una razón para centrar la atención en la medida del valor en riesgo basado en la volatilidad únicamente, ignorando los valores esperados.

Una segunda hipótesis consiste en la asunción de que la distribución de probabilidad del valor futuro de la cartera $f(W_t)$ se asimile a la distribución Normal o Gaussiana, cuya expresión genérica coincide con la (11).

Cuando esto es así el VaR se deriva directamente de la desviación típica del valor de la cartera, usando el factor multiplicador (correspondiente al nivel de confianza escogido. Esta aproximación se llama de forma genérica aproximación paramétrica, debido a que consiste en la estimación de parámetros, como la desviación típica que caracterizan la distribución.

En primer lugar, resulta útil la transformación de la expresión general de la función de distribución normal de probabilidad en la distribución normal estandarizada, donde tiene como media el cero y como varianza la unidad. Por otro lado, se puede relacionar W_t^* con su

rentabilidad asociada R_t^* a través de la expresión $W_t^* = W_0(1 + R_t^*)$. Generalmente, R_t^* tiene signo negativo con lo que también se puede escribir como $-|R_t^*|$. Además, se puede relacionar R_t^* con la desviación estándar normalizada α de la siguiente manera

$$1 - c = \int_{-\infty}^{W_t^*} f(W_t) dW_t = \int_{-\infty}^{-|R_t^*|} f(R_t) dR_t = \int_{-\infty}^{-a} \Phi(\epsilon) d\epsilon$$

$$-a = \frac{-|R_t^*| - m_t}{s_t}$$

De este modo, el problema de encontrar el valor en riesgo es equivalente a encontrar el valor de α cuya área a su izquierda sea igual a $1-c$. Seleccionando un nivel de confianza c , por ejemplo de un 95%, se asocia automáticamente el valor de α correspondiente, para el ejemplo igual a 1,65. A partir de la expresión (25) tenemos

$$R_t^* = -a s_t + m_t$$

$$R_t^* - m_t = -a \cdot s_t$$

si anualizamos esta expresión, entonces,

$$R_t^* \cdot t = R_{anual}^* = -a \cdot s_t \sqrt{t} + m_t \cdot t = -a \cdot s_{anual} + m_{anual}$$

$$R_{anual}^* - m_{anual} = -a \cdot s_{anual}$$

Si incluimos este resultado en la expresión del VaR

$$VaR(media)_t = -W_0(R_t^* - m_t) = W_0 \cdot a \cdot s_t$$

$$VaR(media)_{anual} = -W_0(R_{anual}^* - m_{anual}) = W_0 a s_{anual} = W_0 a s_t \sqrt{t}$$

Como se ve el VaR es un múltiplo de la desviación estándar de la distribución, que a su vez está condicionada por el nivel de confianza escogido. Cuando el VaR es definido en términos de pérdida de valor de la cartera inicial (pérdidas absolutas)

Este método se puede generalizar para otros tipos de funciones de probabilidad que pueda seguir el comportamiento de los valores de mercado de la cartera en las que la incertidumbre quede contenida en la desviación típica. La distribución normal se aproxima muy adecuadamente a la mayoría de las distribuciones que se observan en la realidad. Esto es especialmente cierto en el estudio del comportamiento del valor de las carteras bien diversificadas. Sin embargo, no es muy eficiente su aplicación para carteras que contengan productos derivados.

Todas las medidas del VaR son simplemente estimaciones (y como tal no se conocen con absoluta precisión), es por ello que se hace necesaria la verificación del propio proceso de estimación y de los resultados obtenidos. Desde esta perspectiva podemos afirmar que el desarrollo del VaR marca un punto de confluencia entre la moderna teoría financiera y la gestión práctica del riesgo, donde la teoría financiera actúa suministrando los modelos de valoración para los distintos activos.

BIBLIOGRAFÍA

Arguedas y Cuesta (1998): *Cuadernos de Información Económica*, Julio/Agosto, p. 145-158.

Casilda Bejar, R.; Lamothe Fenández, P. y Monjas Barroso, M. (1996): *La Banca y los Mercados Financieros*. Alianza Editorial. Madrid.

Jorion. P. (1997): *Value at Risk*, MacGraw-Hill.

Parker, G. (1996): Ponencia en Jornadas de la Fundación BBV «La Gestión del Riesgo de Mercado y de Crédito. Nuevas Técnicas de Valoración». Octubre.

•BIOGRAFÍA

MANUELA HERNÁNDEZ SÁNCHEZ

Colaboración en el informe sobre la «Financiación de la Universidad» elaborado para la Consejería de Educación, Cultura y Deportes del Gobierno de Canarias en el primer semestre de 1994.

«Análisis económico-financiero de las empresas no financieras de la provincia de Las Palmas en el período 1992-1994». Realizado en el seno de la Central de Balances del Departamento de Economía Financiera y Contabilidad de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.(1995-1996).

Proyecto «Gran Canaria Siglo XXI», patrocinado por el Cabildo de isla de Gran Canaria. Participación en la redacción del informe sobre «Servicios Financieros en Canarias. Análisis interno y externo.»

PUBLICACIONES «LIBROS»

Participación en la elaboración del libro con el título «Análisis Económico-financiero de las Empresas de la provincia de Las Palmas. 1992-1994». Editado en Las Palmas de Gran Canaria en el año 1997. Financiado por la Caja Insular de Ahorros de Canarias.

Teléfono: 928 45 81 74

Fax: 928 45 29 18

e-mail:manuhdez°empresariales.ulpgc.es

Dirección: Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, Edificio Departamental D. Campus de Tafira. 35017. Las Palmas.

Este trabajo ha sido patrocinado por:

CAJA INSULAR DE AHORROS.