



Nota técnica N°2005-01

***VALOR EN RIESGO: EL MÉTODO
DE SIMULACIÓN HISTÓRICA***

Agosto del 2005

Clasificación JEL: G1

Clave: VaR, Pensiones, Análisis de riesgo

Las ideas representadas en este documento son responsabilidad de los autores y no necesariamente representan la opinión de la Superintendencia de Pensiones.

TABLA DE CONTENIDOS

I.	INTRODUCCIÓN	2
II.	VALOR EN RIESGO: ALGUNOS ASPECTOS TEÓRICOS	2
	A. Definición de Valor en Riesgo	2
	B. Variables del VaR.....	3
	1. <i>Horizonte Temporal</i>	3
	2. <i>Nivel de Confianza</i>	3
	3. <i>Cantidad de Observaciones Utilizadas para el Cálculo</i>	3
	C. Métodos para Medir el VaR	4
	1. <i>Método Delta Normal</i>	4
	2. <i>Método de Monte Carlo</i>	5
	3. <i>Método de Simulación Histórica</i>	5
III.	LA METODOLOGÍA DE SIMULACIÓN HISTÓRICA	5
	A. Descripción de la Metodología.....	6
	B. Ventajas y Desventajas o Críticas de la Metodología	8
	1. <i>Ventajas:</i>	8
	2. <i>Desventajas o críticas:</i>	8
	C. Ejemplo Determinación del VaR Histórico.....	9
IV.	EXPERIENCIA DE LA UTILIZACIÓN DEL VAR COMO ELEMENTO EN LA REGULACIÓN DE PENSIONES	11
V.	COMENTARIOS FINALES	13
VI.	BIBLIOGRAFÍA SOBRE EL TEMA.....	14

Nota técnica N° 2005-01

VALOR EN RIESGO: EL MÉTODO DE SIMULACIÓN HISTÓRICA¹

I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, se han desarrollado nuevos modelos estadísticos para la medición y gestión del riesgo de mercado. La herramienta más popular ha sido, sin duda, el Valor en Riesgo (VaR) y en la actualidad es utilizada por muchas instituciones financieras alrededor del mundo en la administración de su cartera y estimación de niveles de patrimonio.

La Superintendencia de Pensiones en los últimos años ha enfocado su regulación y supervisión hacia el análisis de los riesgos que enfrentan sus supervisados, por lo que se han investigado diferentes técnicas de medición de riesgos, entre ellas el VaR. En este contexto, la Superintendencia analiza la posibilidad de incluir en la regulación prudencial de los fondos administrados en el Sistema de Pensiones el VaR para la medición del riesgo de mercado.

Por lo anterior, la presente nota técnica tiene como objetivo describir la metodología del VaR que se podría utilizar en la Superintendencia de Pensiones para supervisar los fondos de pensiones y de capitalización laboral, en lo referente al riesgo de mercado. Específicamente el documento describe el método de Simulación Histórica para el cálculo del VaR, metodología que ya ha sido implementada exitosamente en otros sistemas de pensiones como indicador del riesgo de mercado y con la cual se ha dictado normativa.

Para una mejor comprensión esta nota técnica se divide en cinco secciones: introducción, algunos aspectos técnicos del VaR, descripción detallada de la metodología de Simulación Histórica, experiencia internacional al utilizar el VaR, y los problemas prácticos al implementarlo en la Superintendencia de Pensiones de Costa Rica.

II. VALOR EN RIESGO: ALGUNOS ASPECTOS TEÓRICOS

A. Definición de Valor en Riesgo

El Valor en Riesgo (VaR) es una medida de riesgo de mercado² que estima la pérdida máxima que puede tener una cartera en un intervalo de tiempo con un nivel de confianza dado, bajo condiciones normales de mercado (Jorion, 2000).

Para el cálculo del VaR se parte del supuesto de que las pérdidas de la cartera pueden ser modeladas estadísticamente, estableciendo para ello las posiciones de los activos de la cartera y sus respectivos precios de mercado, con el fin de determinar

¹ Documento preparado por el Comité de Trabajo del Proyecto para la Implantación del Cálculo del VaR, de la Superintendencia de Pensiones.

² El riesgo de mercado se define como la probabilidad de incurrir en pérdidas derivadas del movimiento adverso en los precios del mercado (Labanda, 2003).

cuál es el mejor modelo estadístico que estima su comportamiento. Específicamente, Vilariño (2001) señala que al fijar un nivel de confianza se supone que las pérdidas de la cartera pueden modelarse utilizando la estadística. Para esto, se parte de la posición de la cartera o los precios de mercado de los activos. Bajo el supuesto de que los rendimientos siguen un comportamiento aleatorio, la valoración de mercado de la cartera también sería aleatoria. Siguiendo ésta hipótesis es posible estimar el valor de la cartera que determina una pérdida máxima a un nivel de confianza dado dentro de una distribución de frecuencias.

En la última década, esta metodología se ha difundido con gran fuerza en el sector bancario como una medida bastante precisa del riesgo de mercado. Sin embargo, muchos de los beneficios que han hecho tan exitoso el análisis del VaR entre los intermediarios financieros son aplicables a los inversionistas institucionales, ya que la herramienta les permite tener un mejor control y manejo de los riesgos financieros a los que se exponen.

B. Variables del VaR

Para determinar el VaR es necesario establecer ciertos parámetros, estos son el horizonte temporal, el intervalo de confianza y la cantidad de observaciones utilizadas para el cálculo. A continuación se detalla cada una de éstas variables:

1. Horizonte Temporal

El horizonte temporal es el período desde el momento actual hacia el futuro para el cual se estima la pérdida máxima probable; su determinación se asocia al plazo que se requiere para deshacer una posición o cubrirla. Así, la selección del horizonte temporal que se va a utilizar para realizar el cálculo depende de la liquidez de los activos que componen el portafolio. Generalmente, para operaciones de mercado de dinero se utiliza un día, una semana o dos semanas. Sin embargo, cuando se trabaja con corporaciones o inversores institucionales se utilizan períodos de tiempo más amplios pues poseen activos poco líquidos o tardan más tiempo en cambiar sus posiciones (Morera, 2002).

2. Nivel de Confianza

El nivel de confianza es la probabilidad de que el intervalo estimado contenga el parámetro. Por ejemplo, cuando se escoge un 5%, hay cerca de 5 casos en 100 donde la hipótesis nula se rechazaría cuando debió de ser aceptada; es decir hay un 95% de probabilidades de tomar la decisión correcta (PRMIA, 2003).

En el caso específico del VaR, esta variable nos indicaría el porcentaje de tiempo en el cual se espera que la entidad no tenga pérdidas mayores a las predichas por el modelo. Usualmente los niveles de confianza utilizados se ubican entre 90% y 99%.

3. Cantidad de Observaciones Utilizadas para el Cálculo

La cantidad de observaciones que se utilizan como base para los escenarios del VaR es otra decisión que se debe tomar en consideración para calcular este indicador. Al

escoger la cantidad de observaciones debe tomarse en cuenta que los períodos cortos le permiten a las estimaciones de VaR reaccionar más rápido a los cambios en los mercados. Por su parte, las series de datos largas permiten obtener distribuciones de los retornos mejor elaboradas, pero pueden no reflejar la situación actual del mercado³. En la práctica, las series de datos utilizadas normalmente comprenden períodos de tres a cinco años (Jorion, 2000).

Con respecto a los valores extremos, la literatura aún no ha definido si deben excluirse en el cálculo. Algunos analistas argumentan que se deben incluir porque reflejan eventos reales y contribuyen en la definición de la distribución de la serie. Por su parte, quienes argumentan que se deben excluir consideran que pueden llevar a resultados incorrectos que no reflejan el riesgo actual que enfrentan los portafolios. Una solución propuesta para este problema consiste en utilizar datos ponderados exponencialmente, de tal forma que se le brinde un mayor peso a las observaciones más recientes. Con ello, el VaR puede reaccionar más rápido a los cambios en el mercado (Morera, 2002). Adicionalmente, al problema del efecto que los valores extremos presentan sobre la serie de los datos y los resultados, la aplicación de ejercicios de *stress testing* pueden ayudar a aclarar diversos escenarios a los cuales se puede enfrentar la cartera, de manera tal que el resultado podría ser analizado más objetivamente por quienes tomen las decisiones.

C. Métodos para Medir el VaR

Existen varios métodos para calcular el VaR, y estos se clasifican en dos grupos. El primero es el paramétrico⁴ y usualmente se implementa con el método denominado “delta-normal”. El segundo grupo se denomina valoración completa o no paramétrica, y en él se encuentran los métodos de simulación histórica y de Monte Carlo.

A continuación se describen brevemente los tres métodos, sus ventajas y desventajas. Sin embargo, para efectos de esta nota técnica la explicación del método de simulación histórica se detalla con mayor profundidad en la Sección III del documento, a fin de ampliar el conocimiento del lector sobre la técnica de interés.

1. Método Delta Normal

También llamado VaR de varianza y covarianza, supone que el rendimiento de todos los activos está distribuido normalmente. Por lo tanto, el rendimiento del portafolio también sigue esta distribución, ya que es una combinación lineal de sus componentes ponderados por su importancia dentro de la cartera. Además, esta técnica utiliza lo que la literatura ha denominado “la valuación delta”, la cual consiste en valorar el portafolio solamente una vez al precio actual.

La implementación de este método es bastante sencilla debido a que el algoritmo para calcularlo inicia con la definición de la matriz de varianzas y covarianzas, y con la ponderación actual de los instrumentos se procede a calcular el VaR para el portafolio especificado, considerando el nivel de significancia establecido (Monge, 2003).

³ Esta situación se puede corregir con modelos que le dan una mayor ponderación a las observaciones más recientes como el caso de los modelos GARCH y EWMA.

⁴ Estos métodos se basan en la normalidad de los factores de riesgo que se van a utilizar. Por tanto, si un portafolio se compone de activos cuyos factores de riesgo se distribuyen normalmente, es de esperar que el rendimiento de la cartera total siga esta distribución.

Este método implica una aproximación local de los movimientos de los precios; por lo que un beneficio esencial de éste es que requiere calcular el valor del portafolio sólo una vez, con los valores actuales de mercado. Por ello, permite manejar un gran número de activos y es fácil de implementar. Además, se puede trabajar con una hoja de cálculo y es una buena aproximación cuando se utilizan lapsos de tiempo muy cortos en condiciones normales del mercado. Sin embargo, presenta serias limitaciones, entre ellas las siguientes: cuantifica de manera pobre el riesgo de evento o de condiciones extremas, no mide adecuadamente los instrumentos no lineales y subestima el cálculo cuando la serie tiene colas anchas, o sea cuando las distribuciones no son normales.

2. Método de Monte Carlo

Esta técnica mide el VaR reconstruyendo las distribuciones de precios o factores de mercado a partir de la historia. Para ello, se simulan escenarios futuros sobre el comportamiento de las variables financieras seleccionadas, por ejemplo: tasas de interés, los tipos de cambio, entre otros, que afectan la valuación de los instrumentos del portafolio, con base en una estructura o distribución determinada, que involucra la media, la volatilidad y la relación existente entre estas variables (Ramírez, 2004). La distribución se calcula utilizando la cartera actual aplicándole los cambios en precios y rendimientos que se estimaron. Posteriormente, las observaciones se ordenan de mayor a menor pérdida y se determina cuál escenario corresponde al nivel de confianza deseado.

Este es el método de cálculo de Valor en Riesgo más completo, porque puede tomar en cuenta riesgos no lineales, riesgos de volatilidad, cambios del riesgo en el tiempo, colas anchas y escenarios extremos. Sin embargo, requiere de mucha información y fácilmente puede tener problemas para ser implementado. Además, requiere de hardware con una alta capacidad de procesamiento y software especializado.

3. Método de Simulación Histórica

Este método es similar al anterior, pero difiere en la forma en que se plantean los escenarios. En el método de Monte Carlo se simulan cambios aleatorios en las variables financieras más relevantes, tomando en cuenta las posibles correlaciones existentes entre los riesgos, mientras que esta técnica calcula la distribución utilizando los cambios en precios y rendimientos que se dieron durante el período histórico seleccionado. Posteriormente, se compara dicha distribución con el valor actual, para calcular la ganancia o pérdida (Otárola, 2001) y se establece la máxima pérdida esperada según el nivel de confianza escogido.

III. LA METODOLOGÍA DE SIMULACIÓN HISTÓRICA

En la sección anterior se analizaron brevemente algunos conceptos teóricos relacionados con la determinación del VaR. En la presente sección se explicará en detalle la aplicación de la metodología de simulación histórica, que es el énfasis de esta nota técnica es la técnica utilizada en algunos países para supervisión.

A. Descripción de la Metodología

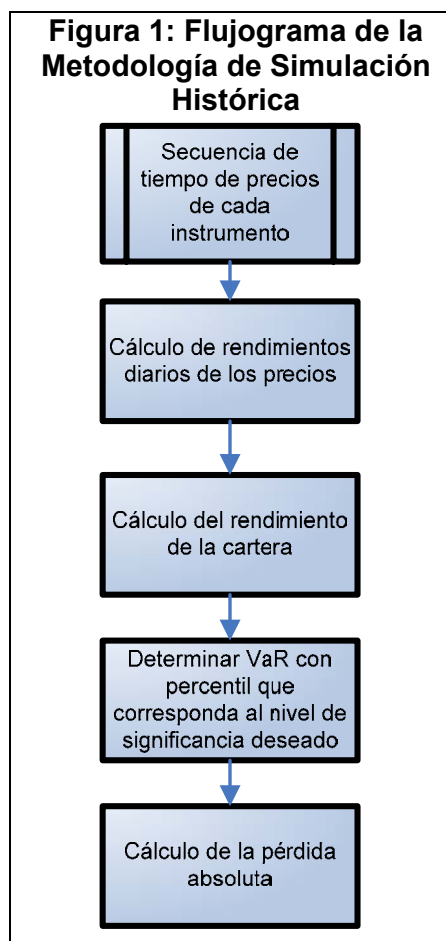
Esta metodología simula el comportamiento futuro del portafolio en función de los cambios observados en la historia de las siguientes variables: precios, curvas de rentabilidades, tasas de interés y tipo de cambio que se dieron durante el período seleccionado. La comparación del resultado del VaR en diferentes fechas, además de las variables anteriores, estará afectada por cambios en la estructura de la cartera.

Se basa en el supuesto de que cualquier escenario pasado podría repetirse en el futuro, ya que el comportamiento pasado podría ser similar a los eventos futuros.

De esta forma, se toma la serie histórica de escenarios pasados los cuales se aplican a la cartera actual, obteniendo una serie de escenarios de ganancias y pérdidas, sobre los cuales se podrían estimar estadísticamente las medidas de riesgo de mercado.

El proceso se puede resumir en los siguientes pasos:

1. Se identifican los factores de riesgo que afectan la cartera y se establece el período o cantidad de observaciones que se van a utilizar en el análisis. Posteriormente, se preparan las bases de datos respectivas para cada factor de riesgo.
2. Se ubican y procesan los datos necesarios para el cálculo.
3. Se somete la cartera actual a los cambios en los factores de riesgo relevantes tales como: tipos de interés, tipo de cambio y otros, y se calculan las pérdidas y ganancias totales para cada uno de los días incluidos en la muestra.
4. Se ordena la serie de las ganancias y las pérdidas en orden descendente.
5. Se determina el VaR de conformidad con el percentil correspondiente al nivel de confianza escogido. Para ello, se ordena la serie de pérdidas y ganancias de mayor a menor y partiendo del extremo de la distribución donde se encuentran las pérdidas, se determina cuál posición corresponde al percentil escogido.



La aplicación de esta metodología implica la elección de un período histórico que se considere representativo al nivel de riesgo actual, asumiendo que el pasado reflejará el comportamiento futuro del mercado. Sin embargo, cuando se considera que los datos más antiguos son poco representativos, se puede optar por trabajar con series sobreponderadas. Para aplicar este procedimiento la serie se multiplica por un factor

de decaimiento⁵ que le brinda un mayor peso a las observaciones más recientes porque pueden ser más representativas de la realidad que aquellas observaciones que están más lejos en el horizonte temporal.

⁵ El factor de decaimiento establece cuánto representa una observación en relación al día anterior, de tal manera que se establece la importancia relativa que tendrán las observaciones, en función de qué tan recientes son.

B. Ventajas y Desventajas o Críticas de la Metodología

1. Ventajas:

- La metodología puede tomar en cuenta activos con comportamiento de precios no lineales.
- Como se basa en los cambios realmente observados, el método no requiere realizar supuestos sobre las distribuciones, no se afecta por distribuciones no-normales o de colas pesadas y facilita la información sobre casos extremos.
- El método es intuitivo y fácil de explicar.
- Es relativamente fácil de implementar y los datos históricos guardados pueden ser usados nuevamente.
- Los datos requeridos son de fácil acceso, ya que únicamente se necesita un histórico de las series de precios.

2. Desventajas o críticas:

- Se asume que el pasado representa de manera justa el futuro inmediato.
- Las series de precios no siempre están completas para todos los instrumentos, por ejemplo, cuando un título entra al mercado por primera vez no se dispone de una serie histórica de su precio.
- Los instrumentos pueden presentar diferencias en sus características que dificultan el cálculo.
- No se puede evaluar lo que ocurriría ante cambios de volatilidades y correlaciones, y los resultados son muy sensibles al periodo histórico que se tome como referencia
- La calidad de los resultados depende de forma crítica en la longitud del período histórico considerado, pues períodos cortos pueden introducir errores de muestreo y las series largas pueden contemplar escenarios que ya no se observan.
- El método básico le da la misma ponderación a todas las observaciones, sean estas recientes o antiguas, por lo que si en la serie se presenta un periodo de volatilidad reciente los resultados pueden no reflejarlos en el corto plazo, a menos que se trabaje con datos sobre ponderados.

C. Ejemplo Determinación del VaR Histórico

Para ilustrar la metodología de Simulación Histórica se incluye el siguiente ejemplo, en el cual se supone una cartera de inversiones con cinco instrumentos, cada uno con su porcentaje de participación dentro del total de la cartera, según se muestra a continuación:

Cuadro 1
Ejemplo: Características y Participaciones Relativas de los Títulos

Emisor:	BCCR	BCCR	Gobierno	Gobierno	Gobierno
Instrumento:	cd\$b5	cd\$c5	bde09	bde12	bde20
Serie:	CERTD-B-5	CERTD\$-C-5	USP31641AE64	USP3699PAC16	USP3699PAA59
Vencimiento:	30/11/2005	08/05/2006	15/05/2009	01/02/2012	01/08/2020
Premio:	0	0	0	0	0
Participación:	25%	10%	15%	12%	38%

Para cada instrumento se obtiene el precio para el periodo comprendido entre el 23 de octubre del 2002 al 17 de diciembre del 2004, es decir, 542 observaciones. A partir de dichas series se obtienen los rendimientos diarios para cada instrumento y luego se multiplican por la participación de cada uno en la cartera, para obtener el rendimiento total de la cartera, con el cual se establece la pérdida o ganancia en términos relativos, según se presenta seguidamente:

Cuadro 2
Ejemplo: Precios y Cálculo del Rendimiento Diario

	PRECIOS				
Emisor:	BCCR	BCCR	G	G	G
Instrumento:	cd\$b5	cd\$c5	bde09	bde12	bde20
Serie:	CERTD-B-5	CERTD\$-C-5	USP31641AE64	USP3699PAC16	USP3699PAA59
Vencimiento:	30/11/2005	08/05/2006	15/05/2009	01/02/2012	01/08/2020
Premio:	0	0	0	0	0
Participación:	25%	10%	15%	12%	38%
Fecha					

01/12/2004	105.34	104.28	109.68	101.97	110.16
02/12/2004	105.34	104.28	109.69	101.77	110.14
03/12/2004	105.33	104.28	109.66	101.77	110.31
06/12/2004	105.33	104.28	109.61	101.80	110.28
07/12/2004	105.33	104.28	109.73	101.84	110.25
08/12/2004	105.30	104.28	109.76	102.22	110.25
09/12/2004	105.30	104.28	109.76	102.29	110.43
10/12/2004	105.30	104.28	109.99	102.33	110.80
13/12/2004	105.30	104.28	110.01	102.33	111.62
14/12/2004	105.31	104.28	110.14	102.51	111.99
15/12/2004	105.33	104.28	110.12	102.49	112.02
16/12/2004	105.33	104.28	110.14	102.50	111.72
17/12/2004	105.33	104.28	110.17	102.49	111.49

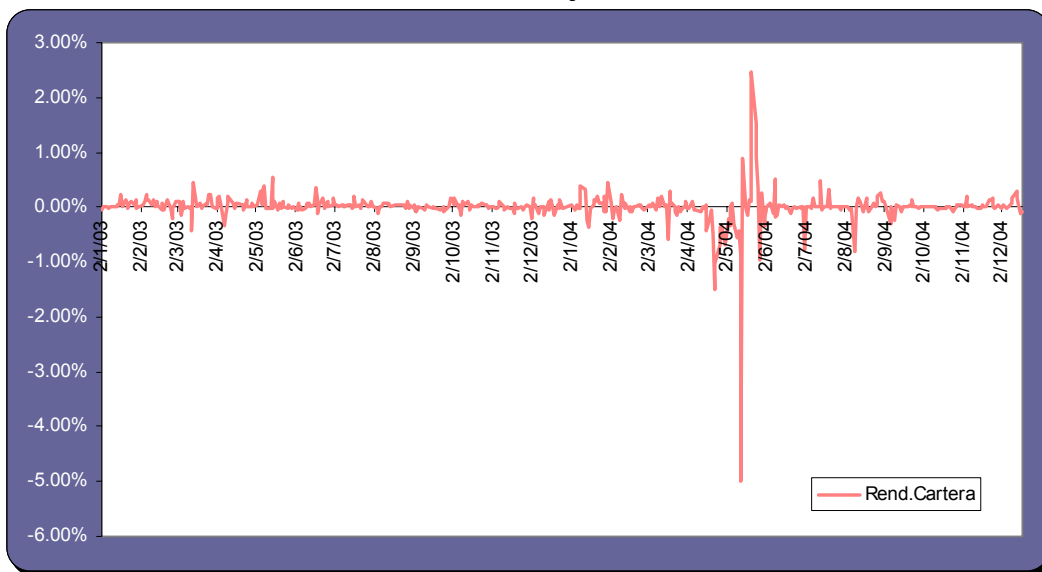
Continúa...

...continuación cuadro anterior

RENDIMIENTOS DIARIOS							
Emisor:	BCCR	BCCR	G	G	G	Rendimiento Total Cartera	
Instrumento:	cd\$b5	cd\$c5	bde09	bde12	bde20		
Serie:	CERTD-B-5	CERTD\$-C-5	USP31641AE64	USP3699PAC16	USP3699PAA59		
Vencimiento:	30/11/2005	08/05/2006	15/05/2009	01/02/2012	01/08/2020		
Premio:	0	0	0	0	0		
Participación:	25%	10%	15%	12%	38%		100%
Fecha							
01/12/2004	-0.11%	0.00%	0.01%	0.00%	-0.01%	-0.03%	
02/12/2004	0.00%	0.00%	0.00%	-0.20%	-0.01%	-0.03%	
03/12/2004	-0.01%	0.00%	-0.02%	0.00%	0.15%	0.05%	
06/12/2004	0.00%	0.00%	-0.05%	0.03%	-0.02%	-0.01%	
07/12/2004	0.00%	0.00%	0.11%	0.04%	-0.03%	0.01%	
08/12/2004	-0.02%	0.00%	0.03%	0.37%	0.00%	0.04%	
09/12/2004	0.00%	0.00%	0.00%	0.07%	0.16%	0.07%	
10/12/2004	0.00%	0.00%	0.21%	0.04%	0.34%	0.16%	
13/12/2004	0.00%	0.00%	0.02%	0.01%	0.74%	0.29%	
14/12/2004	0.01%	0.00%	0.12%	0.17%	0.33%	0.17%	
15/12/2004	0.02%	0.00%	-0.02%	-0.02%	0.03%	0.01%	
16/12/2004	0.00%	0.00%	0.02%	0.00%	-0.27%	-0.10%	
17/12/2004	0.00%	0.00%	0.03%	-0.01%	-0.20%	-0.07%	
						VaR 5%	0.21%
						VaR 1%	0.80%

El comportamiento del rendimiento total de la cartera se presenta en el siguiente gráfico, para los últimos dos años:

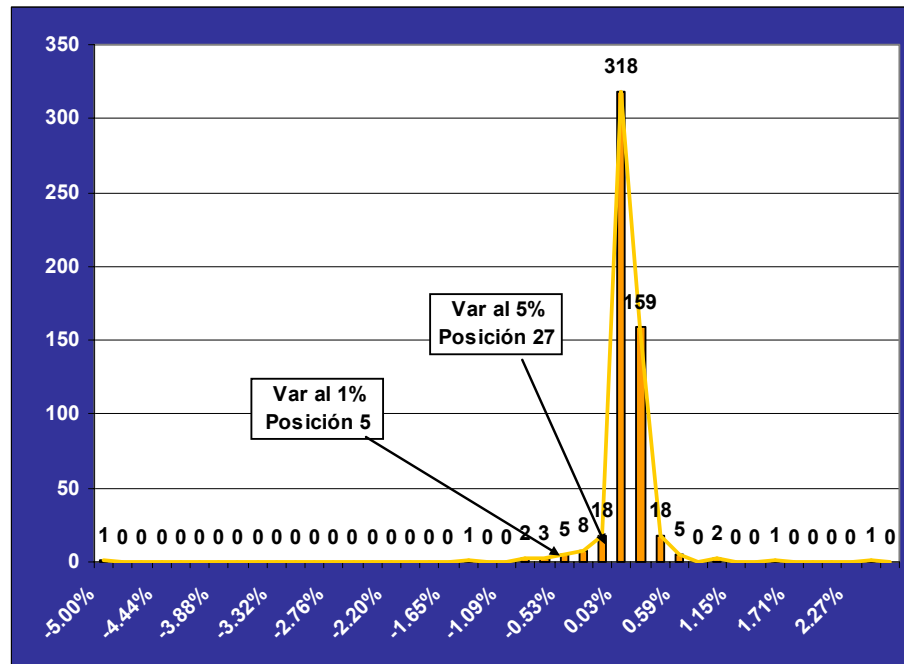
Gráfico 1
Ejemplo. Evolución del Rendimiento de la Cartera Porcentajes



A partir del cálculo de los rendimientos de la cartera se determina el VaR, de acuerdo con el nivel de significancia deseado (95% o 99%). El VaR será la máxima pérdida

para el percentil correspondiente 5% o 1%. En este caso el VaR al 5% se ubica en la posición 27 del histograma de pérdidas o ganancias ($n * \alpha = 542 * 5\% = 27$). Para el 5% el resultado es un 0,21% y para el 1% el 0,80%. En el Gráfico 2 se observa el histograma de los rendimientos de la cartera y se indica aproximadamente, la ubicación del VaR al 1% y al 5%.

Gráfico 2
Ejemplo: Histograma de los Rendimientos de la Cartera



En este caso el VaR está dado en porcentaje como un rendimiento. Para obtener su valor monetario, se multiplica este porcentaje por el valor de mercado del portafolio a la fecha de cálculo.

IV. EXPERIENCIA DE LA UTILIZACIÓN DEL VAR COMO ELEMENTO EN LA REGULACIÓN DE PENSIONES

En México, la Comisión Nacional para el Sistema de Ahorro para el Retiro (CONSAR) ha sido una de las entidades pioneras en América Latina en utilizar el indicador VaR en su normativa de las Administradoras de los Fondos de Ahorro para el Retiro (AFORES), la cual se recopila en las “Reglas Prudenciales en Materia de Riesgos a las que Deberán de Sujetarse las Afores” (Circular CONSAR 51).

Las regulaciones incorporan disposiciones generales para la gestión de riesgos dentro de las administradoras, así como normativa específica para cada riesgo relevante. En el primer caso, se delimitaron claramente las funciones y responsabilidades en materia de administración de riesgos, se constituyó un Comité de Riesgos y una unidad especializada e independiente que se dedicara a su medición (Unidades de Administración Integral de Riesgos, UAIR) y se establecieron responsabilidades para el Consejo de Administración de las políticas en materia de riesgos. En el segundo caso, además de definir políticas y procedimientos mínimos para administrar cada tipo

de riesgo, fueron implementados sistemas de medición de los riesgos, que además de fortalecer el análisis, ayudan a las Afores en las funciones de administración y control de los riesgos, así como en los planes de contingencia.

En el caso del riesgo de mercado, la CONSAR utilizó inicialmente la medición del Plazo Promedio Ponderado (PPP), la cual se planteó ante las AFORES como una medida temporal mientras se consolidaban las Unidades de Administración Integral de Riesgos (UAIR). Sin embargo, este indicador no permitía capturar la volatilidad de los distintos factores de riesgo. Además, con el PPP no se podía controlar el riesgo del portafolio si se operaba con instrumentos derivados.

La metodología definitiva hacia la cual se encaminó la regulación fue el Valor en Riesgo (VaR), pues permite medir de una forma más adecuada los riesgos provenientes de variaciones en la tasa de interés, el tipo de cambio u otros relacionados con el mercado. Su introducción fue acompañada por la definición de un límite máximo, el cual se estimó como porcentaje del valor total de los activos y es controlado en forma diaria por el supervisor.

Su introducción en el modelo de supervisión se realizó en dos etapas. La primera de ellas definió un indicador regulatorio siguiendo la metodología de Simulación Histórica. Esta etapa fue precedida de un período amplio de pruebas durante el cual los gestores de fondos de pensión reportaban en forma diaria el VaR a la CONSAR. Una vez definido el límite regulatorio se incorporan algunas novedades, como los indicadores de alerta temprana que permiten predecir los cambios de tendencia del VaR regulatorio. Este indicador se calcula siguiendo la Simulación de Monte Carlo y eventos de *stress*.

El VaR regulatorio ofrece la ventaja de ser una medida muy predecible que permite, al conocerse todos los escenarios excepto el último, anticipar y controlar el riesgo de incumplir alguno de los límites. El límite máximo se estableció en 1,15% de volatilidad y cada vez que una AFORE sobrepasa este límite en un fondo debe recomponer su cartera con los mecanismos que la Superintendencia ha establecido para dicho fin.

Por otro lado, la significancia del 5%, junto con el período de cálculo de 500 días, le permite a las Afores contar con un margen de maniobra previo al incumplimiento del límite reglamentario del VaR, ya sea por nuevas adquisiciones de valores o un escenario negativo de mercado.

Específicamente, el cálculo del VaR de Simulación Histórica se basa en los siguientes parámetros:

- Horizonte de estimación del VaR: un día hábil.
- Plazo histórico de escenarios: 500 escenarios (aproximadamente 2 años).
- Nivel de significancia del VaR: se trabaja con 95% de confianza y una prueba de dos colas⁶. El VaR histórico se estima sobre la cartera actual, con el valor del escenario número 13 contados desde el peor de los escenarios de pérdidas potenciales; es decir, considera máximo 12 escenarios mayores al límite establecido⁷.

⁶ Si se trabaja con un nivel de significancia del 5% con dos colas, quiere decir que se trabaja con una significancia de 2,5 de pérdidas.

⁷ En términos matemáticos sería $(0.05/2)*500=13$

Previendo eventos de crisis, la CONSAR exige la utilización de análisis de condiciones extremas, aunque no establece un método estándar ni un conjunto de escenarios que se puedan utilizar como base.

Adicionalmente, utilizan la metodología de Monte Carlo, la cual simula escenarios futuros sobre el comportamiento de tasas de interés, tipos de cambio u otros, con base en una estructura determinada que involucra la media, la volatilidad y la correlación existente entre los activos del portafolio.

En forma adicional, se define un factor de decaimiento exponencial, el cual se puede entender como un ponderador que le da más importancia (peso) a la información histórica reciente. Lo anterior permite anticipar cambios en la tendencia del VaR Histórico, debido a que el modelo Monte Carlo se ajusta más rápidamente a los cambios en la volatilidad de las variables que afectan la valuación de la cartera.

Finalmente, es conveniente mencionar las situaciones que pueden inducir a una sanción y la pena respectiva. Los incumplimientos al VaR regulatorio usualmente se originan de tres situaciones particulares:

1. Aumento de la posición de valores sin que este implique aumento en la volatilidad de los factores de riesgo.
2. Aumento en la volatilidad de los factores de riesgo sin incremento significativo en la posición de valores.
3. Aumento tanto en la posición de valores como en la volatilidad de los factores de riesgo.

Los factores que inducen a un incumplimiento de límite pueden ser externos (condiciones de mercado) e internos (una mala gestión del portafolio). La normativa de CONSAR, Artículo 52 de la “Ley de los Sistemas de Ahorro para el Retiro”, considera este particular al definir la gravedad de la falta:

- Aquel administrador que viole el Régimen de Inversión por una racha de escenarios originados por volatilidad será penalizado económicamente.
- Si un administrador incumple el Régimen de Inversión por razones diferentes a lo anterior, además de sancionar económicamente a la AFORE se procederá a destituir o inhabilitar a funcionarios de primero o segundo nivel.

V. COMENTARIOS FINALES

El Valor en Riesgo (VaR) es una técnica que permite medir la exposición al riesgo de mercado de una cartera y se define como la estimación de la pérdida máxima que puede tener la posición de una cartera, con un determinado nivel de confianza en un horizonte de tiempo dado.

Si bien existen diferentes técnicas para su cálculo, es importante que la metodología usada tome en cuenta las condiciones del mercado en donde se va a utilizar, la disponibilidad y calidad de la información sobre precios de los instrumentos financieros y el grado de avance en la utilización de técnicas de medición de riesgos. Además es

conveniente que sea de fácil comprensión para los diferentes usuarios, asimismo el cálculo debe ser sencillo y flexible.

Se considera que el método de simulación histórica que, como su nombre lo indica, estima el VaR reconstruyendo la historia, es relativamente fácil y factible de aplicar a las carteras administradas en el Sistema de Pensiones. También, su cálculo no depende de la normalidad de las distribuciones de precios, es simple de entender y eventualmente puede ser replicado por diversos usuarios.

De lo anterior se concluye que el cálculo del VaR histórico es viable para la Superintendencia de Pensiones y que su implementación le permitiría contar con un indicador más depurado para medir el riesgo de mercado de los fondos administrados en el Sistema, tanto los correspondientes al Régimen de Capitalización Individual como los de los de Regímenes Colectivos.

VI. BIBLIOGRAFÍA SOBRE EL TEMA

- Best, P. 1999. *VaR versus Stress Testing*. Derivates Week: November, 8.
- Blanco, C. 1999. *Complementing VaR with Stress Testing*. Derivates Week: August, 9.
- Carrillo, S. 2000. *Nuevos retos en la medición de riesgo de Mercado*. Madrid
- Falkestein, E. 1997. *Value at Risk and Derivates Risk*. Derivates Quarterly: Fall, vol N°4.
- Johnson, C. 2000. *Métodos de evaluación del riesgo para portafolios de inversión*. Chile: Banco Central de Chile. Documento de trabajo N°67.
- Johnson, C. 2002. *Value at Risk: teoría y aplicaciones*. Chile: Banco Central de Chile. Documento de trabajo N°136.
- Jorion, P. 1997. *In Defense of VaR*. Derivates Strategy.
- Jorion, P. 1999. *Valor en Riesgo: el índice de referencia para controlar el riesgo en derivados*. México DF: Editorial Limusa.
- Jorion, P. 2000. *Risk Management lessons from Long Term Capital Management*. European Financial Management: September.
- Jorion, P. 2001. *Value at Risk: the New Benchmark for Managing Financial Risk*. II ed. United States: McGraw-Hill.
- Labanda, A. 2003. *"Riesgos de Mercado"*. En: Capacitación para los funcionarios de la Superintendencia de Pensiones de Costa Rica en materia de riesgos, San José, 17-18 de julio del 2003.
- Laporte, S. 2002. *Estandarización e implementación de medidas de riesgo y fondos de pensión*.
- Levonian, M. 2000. *Value at Risk: What It Is, How It Is Use*. Seminario impartido en el Fondo Monetario Internacional. Washington DC

- Linsmeier, J y Pearson, N. 1996. *Risk Measurement: An Introduction to Value at Risk*. University of Illinois.
- Minnich, M. 1998. *A Primer on VaR*. Perspectives on Interest Rate Risk Management for Money Managers and Traders.
- Monge, J. 2003. Evaluación del uso de la Metodología Valor en Riesgo como elemento de medición y administración de Riesgo de Mercado de los Fondos de Pensión Obligatorios en Costa Rica.
- Morera, A. 2002. *VaR. Otra opción para medir en riesgo en los Fondos de Pensiones*. Costa Rica: Superintendencia de Pensiones. Nota Técnica N°2.
- Navarro, W. 1999. *VaR delta-normal para el portafolio de inversiones del Banco Nacional*. Proyecto final de graduación de Maestría en Economía con énfasis en Banca y Mercado de Capitales. San José: Universidad de Costa Rica
- Otárola, C. 2001. *Aplicación de la teoría del "Valor en Riesgo" a títulos del sector público*. Proyecto final de graduación de Maestría en Economía con énfasis en Banca y Finanzas. San José: Convenio UCR-FUNDEPOS
- Ramírez, G. "Riesgos financieros y su administración". En: Capacitación para los funcionarios de la Superintendencia de Pensiones de Costa Rica en materia de riesgos, San José, 9-11 de febrero del 2004.
- Ramírez, G. "Curso de capacitación en materia de Valor en Riesgo (VaR)". En: Capacitación para los funcionarios de la Superintendencia de Pensiones de Costa Rica en materia de riesgos, San José, 9-11 de febrero del 2004.
- Ramírez, G. "Propuesta de límite de VaR para las Siefores". En: Capacitación para los funcionarios de la Superintendencia de Pensiones de Costa Rica en materia de riesgos, San José, 9-11 de febrero del 2004.
- Sequeira, F. 1998. *Aplicación de la metodología del "Value at Risk" al análisis del riesgo de crédito en el Banco Crédito Agrícola de Cartago*. Proyecto final de graduación de Maestría en Economía con énfasis en Banca y Mercado de Capitales. San José: Universidad de Costa Rica
- Silva, M. 2000. *Valor en Riesgo de la cartera de crédito del sistema bancario nacional*. Proyecto final de graduación de Maestría en Economía con énfasis en Banca y Mercado de Capitales. San José: Universidad de Costa Rica.
- Simons, K. 2000. *The Use of Value at Risk by Institutional Investors*. New England Economic Review: Nov/Dec.
- Soler, J. et al. 1999. *Gestión de riesgos financieros: un enfoque práctico para países latinoamericanos*. Washington DC: Banco Interamericano de Desarrollo.
- Styblo, T. 1996. *VaR: Seductive but Dangerous*. Financial Analyst Journal: Sep/Oct.
- Vilariño, A. 2001. *Turbulencias financieras y riesgos de mercado*. Madrid: Prentice Hall.

Volin, I. 2004. *Evolución de la Regulación Financiera Aplicable a las Afores y Siefores y Supervisión Basada en Administración de Riesgos*. Distrito Federal.