

Recuadro 1 Restricciones de riesgo de mercado en el proceso de optimización

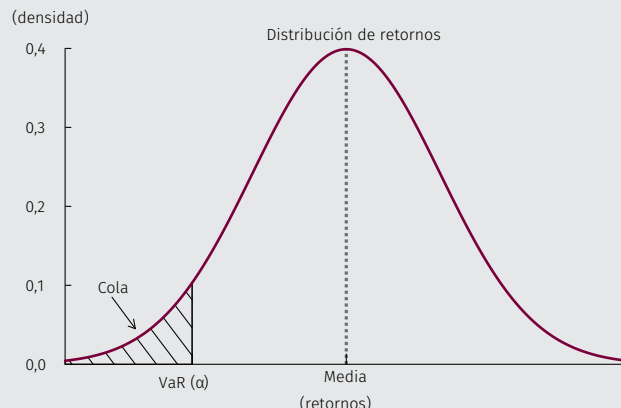
El riesgo de mercado de un portafolio se materializa cuando los precios de los activos que lo componen disminuyen. En el caso de un portafolio de renta fija, como el de las reservas internacionales, esto ocurre cuando aumentan las tasas de interés de los mercados en los cuales se transan estos activos. Con el fin de controlar este riesgo en el portafolio de las reservas internacionales, se establecen restricciones en el proceso de optimización y construcción de los índices de referencia sobre algunas medidas de riesgo de mercado.

1. Medidas de riesgo de mercado en portafolios: VaR y CVaR

Una de las medidas de riesgo de mercado más utilizada en finanzas es el valor en riesgo (VaR, por su sigla en inglés), el cual cuantifica, con un nivel de confianza y un horizonte determinados, la máxima pérdida que puede presentar un portafolio. En el Gráfico R1.1 se muestra una representación de cómo se vería el VaR en una distribución de retornos genérica: la línea sólida vertical representa el punto a partir del cual, hacia la izquierda, se establece el nivel de confianza definido (α)¹ de la distribución de retornos acumulada, y el valor sobre el eje horizontal donde se encuentra este corte es el VaR.

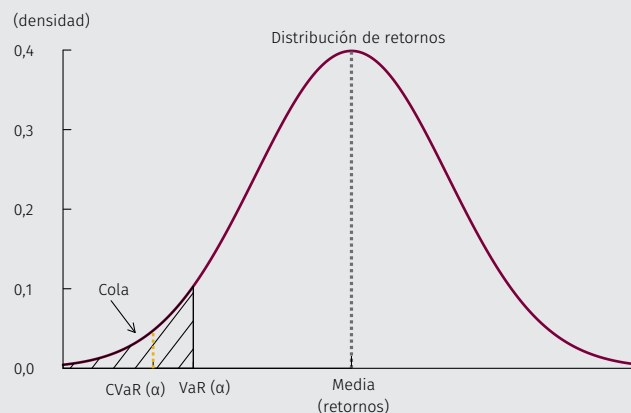
El VaR es una medida que identifica dónde se ubica la cola de la distribución de los retornos, pero no proporciona ninguna información acerca de las pérdidas que tendría el portafolio cuando se presentan situaciones extremas, es decir, cuando se supera el umbral del valor en riesgo. Para tener una mejor idea del comportamiento de la distribución de los retornos en escenarios extremos, se emplea el valor en riesgo condicional (CVaR, por su sigla en inglés), el cual cuantifica la pérdida esperada en la cola de la distribución. En el Gráfico R1.2 se puede observar una representación del VaR y el CVaR de una distribución paramétrica genérica.

Gráfico R1.1
Representación del VaR



Fuente: Banco de la República.

Gráfico R1.2
Representación del CVaR



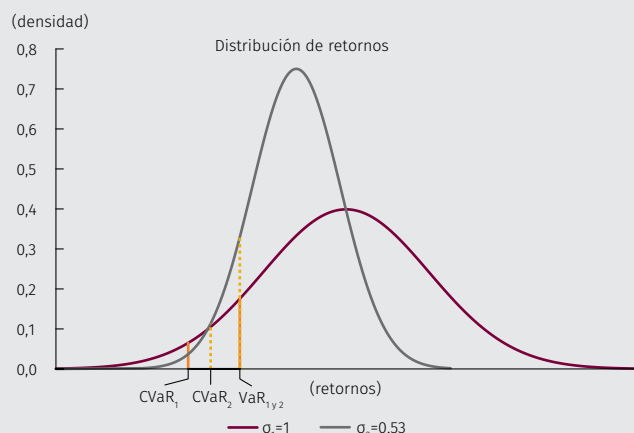
Fuente: Banco de la República.

En el Gráfico R1.3 se muestran dos distribuciones paramétricas cuyas características de riesgo y retorno llevan a que tengan el mismo VaR; sin embargo, la distribución con mayor desviación estándar (línea vinotinto) tiene un CVaR más negativo que la distribución con menor desviación estándar (línea gris), lo que significa que allí se podrían materializar pérdidas más grandes. Controlar únicamente el VaR de la distribución de retornos puede llevar a que el modelo sea indiferente entre distribuciones con perfiles de riesgo y retorno que, en ciertas condiciones de mercado, pueden presentar exposiciones a posibles pérdidas por encima del nivel deseado para el tipo de portafolio administrado.

Existen diferentes metodologías para calcular el VaR y CVaR, entre otras: usar la distribución empírica de los retornos, aproximar la distribución empírica con una distribución teórica (aproximación paramétrica) y deducir, a partir de argumentos teóricos, la distribución futura de los retornos. Una distribución que es popular por su fácil implementación es la normal, o gaussiana. Al aproximar la distribución de los retornos y, por tanto, de las pérdidas, con una distribución normal, se tienen fórmulas analíticas para el VaR

1 Percentiles típicos son 1, 5 y 10, es decir, α es 1%, 5% o 10%.

Gráfico R1.3
 Dos distribuciones con igual VaR y diferente CVaR



Fuente: Banco de la República.

y el CVaR. Si la media (anualizada) de la distribución de retornos es μ y la desviación estándar (anualizada) es σ , el valor en riesgo y el valor en riesgo condicional se pueden definir así:

$$VaR_{\alpha}(X, T) = \mu * T + \sigma * \sqrt{T} * z_{\alpha}$$

$$CVaR_{\alpha}(X, T) = \mu * T - \sigma * \sqrt{T} * \phi(z_{\alpha}) / \alpha$$

donde z_{α} es el cuantil con nivel de confianza α y $\phi(z)$ es la función de densidad de una variable normal estándar.

Para el ejercicio de asignación estratégica de activos de las reservas internacionales, se utiliza la aproximación paramétrica de la distribución de los retornos con una distribución normal multivariada que requiere la estimación del vector de medias de los retornos esperados de los activos y la matriz de covarianza de dichos retornos.

Cuadro R1.1
 Medidas de riesgo para cada tramo ejercicio 2018

	Duración modificada	Desviación de retorno (anualizado)	Horizonte (años)	$VaR_{5\%}$	$p(r < 0)$	$CVaR_{5\%}$
Tramo de corto plazo	2,55	1,64	1	0,00	5,00	-0,60
Tramo de mediano plazo	4,13	3,02	3	1,35	2,83	-1,00

Fuente: Banco de la República.

2. Restricciones sobre VaR y CVaR en construcción de índices de reservas internacionales

A continuación se presentan las restricciones que se establecen para el VaR y el CVaR en el ejercicio de optimización y construcción de índices de referencia para cada tramo en el portafolio de inversión:

1. **Restricción VaR:** limita el riesgo del portafolio de tal forma que este no presente pérdidas en el 95% de los casos en el horizonte de inversión, lo cual es equivalente a imponer una restricción sobre el VaR a un valor de cero con un nivel de confianza de 5% sobre la distribución de los retornos.
2. **Restricción CVaR:** el segundo límite busca restringir las posibles pérdidas en escenarios extremos de los portafolios al 1% en el horizonte de inversión, que es equivalente a una restricción en el valor del CVaR de -1% con un nivel de confianza del 5%.

Las dos restricciones se aplican en el proceso de optimización pero, dependiendo de las condiciones de mercado (retornos esperados, volatilidad y correlaciones entre activos), alguna de las dos será la que realmente limite el resultado. Tener ambas restricciones sobre los portafolios permite asegurar que el perfil de riesgo de mercado se mantenga bajo frente a diferentes escenarios. En el Cuadro R1.1 se presentan los resultados del ejercicio de selección estratégica de activos de las reservas internacionales realizado en 2018. Se puede observar que para el tramo de corto plazo la restricción activa es la del VaR/probabilidad de pérdida, mientras que para el tramo de mediano plazo la restricción activa es la de CVaR.