

# Consideraciones básicas del riesgo de interés estructural.

Abel García García.

Cita:

Abel García García (2014). *Consideraciones básicas del riesgo de interés estructural*. *Sinergia e Innovación*, 2 (1), 123-159.

Dirección estable: <https://www.aacademica.org/abel.garcia.garcia/15>

ARK: <https://n2t.net/ark:/13683/pFRq/UGc>



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons.  
Para ver una copia de esta licencia, visite  
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>.

*Acta Académica es un proyecto académico sin fines de lucro enmarcado en la iniciativa de acceso abierto. Acta Académica fue creado para facilitar a investigadores de todo el mundo el compartir su producción académica. Para crear un perfil gratuitamente o acceder a otros trabajos visite: <https://www.aacademica.org>.*

# Consideraciones Básicas del Riesgo de Interés Estructural

*Abel García García<sup>1</sup>*

Profesor, Escuela de Postgrado de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas

## RESUMEN

El riesgo de interés estructural es la potencial alteración que se produce en el margen financiero y/o en el valor económico (valor patrimonial) de una institución financiera debido a la variación de los tipos de interés. La exposición a movimientos adversos en los tipos de interés constituye un riesgo inherente al desarrollo de la actividad bancaria que, al mismo tiempo, se convierte en una oportunidad que suele ser bien aprovechada para la creación de valor económico. Por ello, el riesgo de interés debe ser medido y gestionado de manera que no sea excesivo con relación al patrimonio de la institución financiera, y que guarde una relación razonable con el resultado económico estimado por la gerencia y los accionistas. El presente artículo considera una serie de métricas con las que se calculan indicadores del riesgo de interés estructural: GAP contable, Margen en Riesgo (MeR), Ganancia en Riesgo (GeR), Sensibilidad de Margen Financiero (SMF), Duration GAP, Valor Patrimonial en Riesgo (VPR) y la Sensibilidad de Valor Económico (SVE).

## PALABRAS CLAVES

Riesgo; Banca; Riesgo de interés estructural; Riesgo de balance; ALM

---

<sup>1</sup> Magister en Finanzas (ESAN) y Bachiller en Ingeniería Económica (UNI). Responsable de Riesgos en Mercado, Metodología y Valoración en el BBVA Continental. Especializado en riesgos financieros, valoración de productos financieros, derivados, renta fija y banca. E-mail: peabgarc@upc.edu.pe.

García García, A. (2014). Consideraciones Básicas del Riesgo de Interés Estructural. Sinergia e Innovación, 2(1), 121-155.

Fecha de recepción: 19/03/2014

Fecha de aceptación: 28/04/2014

## Basic Considerations Regarding Structural Interest Rate Risk

### ABSTRACT

Structural interest rate risk is the potential change that occurs in a financial institution's financial margin and/or the economic value (market value) due to a variation in the types of interest. The exposure to adverse movement in the types of interest is an inherent risk in banking activity that, at the same time, becomes an opportunity that can be used to create economic value. As such, interest rate risk should be measured and managed such that it isn't too high in relation to the financial institution's assets and that it is reasonable in relation to the economic performance that management and stockholders estimate. This article considers a series of metrics that calculate structural interest rate risk indicators: accounting GAP, margin at risk, earnings at risk, financial margin sensitivity, duration GAP, asset value at risk and economic value sensitivity.

### KEYWORDS

Risk; Banking; Structural interest rate risk; balance risk; ALM

# 1 El riesgo de interés estructural

El riesgo de interés estructural es la potencial alteración que se produce en el margen financiero y/o en el valor económico (valor patrimonial) de una institución financiera debido a la variación de los tipos de interés. La exposición a movimientos adversos en los tipos de interés constituye un riesgo inherente al desarrollo de la actividad bancaria que, al mismo tiempo, se convierte en una oportunidad que suele ser bien aprovechada para la creación de valor económico. Por ello, el riesgo de interés debe ser medido y gestionado de manera que no sea excesivo con relación al patrimonio de la institución financiera, y que guarde una relación razonable con el resultado económico estimado por la gerencia y los accionistas.

## 1.1 Fuentes del riesgo de interés estructural

Según el Comité de Supervisión Bancaria de Basilea (2004), las principales fuentes o formas del riesgo de interés al que se enfrentan las entidades se pueden resumir en cuatro:

**Riesgo de Reprecio:** surge por la diferencia en los plazos de vencimiento (productos a tipo fijo) o reprecación (productos a tipo variable) de los activos, pasivos y posiciones fuera de balance. Esta es la forma más frecuente de riesgo de interés en las instituciones financieras, dando lugar a alteraciones de su margen y/o valor económico si se producen variaciones de las tasas de interés. Por ejemplo, un banco que fondea un préstamo a tasa fija con depósitos de corto plazo podría encontrarse en una situación en la que sufra caídas en su margen financiero si es que suben las tasas de interés. Esto sería así porque los ingresos del banco son fijos, mientras que su pasivo sería cada vez mayor ante la subida de tasas (lo que tendría que pagar por los depósitos que capta, que se van renovando en el corto plazo), reduciéndose el margen financiero.

**Riesgo de Curva:** el cambio de la pendiente y de la forma de la curva de tasas de interés también pueden afectar a las variaciones del margen y/o valor económico de una institución financiera, por lo que debe prestarse atención a la correlación entre las variaciones de los tipos de interés en los diferentes tramos temporales y a los posibles cambios de pendiente en las curvas. Por ejemplo, el valor económico de una posición larga a 10 años (por ejemplo, en bonos soberanos) y una posición corta a cinco años (por ejemplo, una emisión del banco en soles) puede variar significativamente si cambia la pendiente de la curva, inclusive si la posición total estuviera cubierta ante movimientos paralelos de la curva.

**Riesgo Base:** este riesgo aparece por la imperfecta correlación entre las variaciones en los tipos de interés de diferentes instrumentos con características de vencimiento y reprecación similares. Por ejemplo, supongamos un préstamo de un año que reprecia mensualmente (indexado, por

ejemplo, a la tasa de un mes del *U.S. Treasury bill*), el cual calzamos con un depósito a un año que reprecia mensualmente pero a la tasa LIBOR a un mes. Este pequeño balance está expuesto al riesgo base debido a que el spread entre la tasa *U.S. Treasury* y la LIBOR podría cambiar de manera no prevista, eliminando el efecto del calce realizado entre activos y pasivos.

**Opcionalidad:** algunas operaciones están asociadas a opciones que dan la opción al tenedor a comprar, vender o alterar de alguna forma sus flujos futuros. La opcionalidad explícita o implícita afecta a las posiciones de dentro y fuera de balance y pueden generar asimetrías en sus vencimientos. Por ejemplo, en el supuesto que se compre un bono a diez años para calzar una masa importante de préstamos corporativos del mismo vencimiento, se podría suponer que el balance está calzado, pero si el bono tiene una opción *call* a tres años a favor del emisor, y decide ejecutarla, resulta que el balance quedará repentinamente descalzado, exponiéndose al riesgo de interés estructural de manera importante.

## 1.2 Efectos del riesgo de interés estructural

Las variaciones en los tipos de interés del mercado afectan tanto a los resultados como al valor económico de las entidades financieras. Estos dos efectos dan lugar a análisis separados, pero complementarios, sobre el riesgo de interés. Bajo una doble perspectiva se analizan los siguientes impactos:

Efecto sobre los resultados (margen financiero): la variación de los tipos de interés afecta a los resultados de los bancos y puede amenazar su estabilidad financiera, dado que incide en sus recursos propios y en la confianza del mercado. Tradicionalmente, se ha considerado el efecto de las variaciones de los tipos de interés sobre el margen financiero de la entidad. Sin embargo, en la medida en que los resultados no financieros (comisiones y otros) van adquiriendo mayor peso, se hace más habitual la consideración del efecto que tienen las variaciones de tipos de interés sobre los resultados financieros y no financieros. Por ejemplo, las variaciones de tipos de interés pueden afectar a las amortizaciones anticipadas de préstamos y, por tanto, a las comisiones que se percibe por este concepto.

Efecto sobre el valor económico: el valor económico de un instrumento supone calcular el valor actual de sus flujos futuros, descontándolos a las tasas de interés de mercado. Para una entidad financiera, su valor económico se define como el valor actual de sus flujos netos futuros, es decir, de los flujos esperados de sus activos menos los flujos esperados de sus pasivos y más los flujos netos esperados de sus posiciones fuera de balance. Desde esta perspectiva, se analiza el impacto que tienen las variaciones de los tipos de interés sobre el valor económico de la entidad, ofreciendo una visión más completa y de más largo plazo que la del efecto sobre resultados, que

es una visión más restringida a corto plazo. En este sentido, el análisis de la sensibilidad del valor económico es fundamental, debido a que el impacto de las fluctuaciones de los tipos de interés sobre el margen financiero puede que no refleje de forma precisa el efecto sobre el conjunto de las posiciones del banco.

**Tabla 1 Efectos del riesgo de interés estructural**



Elaboración propia

### **1.3 Criterios generales en la modelización del riesgo de interés estructural**

Según el Comité de Supervisión Bancaria de Basilea (2004) en su principio sexto, es fundamental que los bancos tengan sistemas de medición del riesgo de interés estructural que sean capaces de capturar todas las fuentes materiales de riesgo y que definan los efectos de los cambios en las tasas de interés de manera que sean consistentes con la naturaleza de sus actividades. Es importante, en este contexto, evaluar cosas como las concentraciones en pocos clientes, los instrumentos con opciones incrustadas ya sean explícitas o implícitas, los tramos a los cuales se tramearán las partidas (mientras menos tramos tengamos, tendremos un modelo más simple pero menos preciso) pero en especial la fijación de hipótesis sobre el comportamiento de aquellas partidas del balance que no tienen vencimiento contractual, como las cuentas corrientes, vista o ahorro por el lado del pasivo, o las tarjetas de crédito por el lado del activo.

Los supuestos e hipótesis deben ser comprensibles para todas las áreas involucradas en la gestión y control del riesgo de interés estructural, además de que deben ser justificados y documentados apropiadamente, habiéndose evaluado su impacto en las mediciones del riesgo.

Las hipótesis constituyen parte integral de los modelos de medición, por lo que deben revisarse periódicamente, siendo lo ideal anualmente. Entre las principales hipótesis que los modelos de riesgo de interés estructural tienen, están:

- **Vencimiento estimado:** se debe hacer una estimación del plazo a los cuales los saldos de las partidas sin vencimiento contractual vencerían. No es lo mismo una cuenta vista, que una cuenta a plazo, y ambas son diferentes a las cuentas CTS. Cada epígrafe tendrá sus características especiales que requieren su particular modelación.
- **Análisis de los prepagos:** esto se debería analizar especialmente a la inversión crediticia y especialmente a los préstamos hipotecarios, donde existe la mayor tendencia a redimir los préstamos de manera anticipada. La evolución de las tasas de interés puede considerarse como determinante en el incentivo que tiene el cliente del banco para prepagar sus préstamos.
- **Renovación o no de saldos a su vencimiento:** es evidente que no todos los saldos de los depósitos se irán del banco al vencer, sino que puede estimarse un porcentaje de renovación de los depósitos.
- **Plan financiero:** los bancos suelen presupuestar su balance, asumiendo crecimientos en las partidas de acuerdo a sus expectativas. Este crecimiento debe ser considerado en los modelos de riesgo de interés estructural.
- **Reprecio:** deberá considerarse la cadencia de reprecación de las partidas a tipo variable, ya que movimientos importantes en las tasas de interés de referencia puede implicar variaciones significativas en los saldos a recibir o pagar.

## 2 La medición del riesgo de interés estructural

El margen financiero (MF) se define como la diferencia entre los ingresos y los gastos financieros, que son aquellos que están determinados explícitamente por los tipos de interés:

$$MF = I^{financiero} - G^{financiero} \quad \dots (1)$$

Los ingresos financieros tienen su origen en los activos y productos derivados que generan un rendimiento para la entidad en forma de intereses, mientras que los costes financieros provienen de los pasivos y productos derivados por los que tiene que pagar intereses. El margen financiero es la fuente de las ganancias de un banco, por lo que se hace necesario controlarlo. Para ello,

existen diversas técnicas que permiten un mejor control del margen financiero, y del riesgo de interés al que está sometido. Sin importar la medición, se busca responder a la siguiente pregunta: ¿Cómo se afecta el margen financiero (a través de los ingresos financieros y los gastos financieros) por un movimiento de las tasas de interés hacia arriba o hacia abajo?

**Figura 1 Técnicas de medición del riesgo de interés estructural para el margen financiero**



Elaboración propia

## 2.1 El gap contable

Es llamado también gap de precios o tabla de sensibilidad a los tipos de interés (Dermine & Bissada, 2003), gap de reprecio (Dermine, 2009) o gap de liquidez (Bessis, 2010). El gap contable ofrece información sobre el momento en el que las tasas de interés de los activos y pasivos se reprecian.

Lo primero que se debe hacer es definir una serie de tramos temporales (mensuales, trimestrales, anuales). Lo segundo es tomar las partidas del balance, y distribuirlas por vencimientos (o reprecio, según sea el caso), tanto para el activo como para el pasivo, considerando que existen activos y pasivos que no son sensibles a las tasas de interés. Lo tercero será calcular el gap contable, como diferencia simple entre el total de los activos y el total de los pasivos por tramo temporal. Formalmente, la fórmula es la siguiente:

$$GAP = A^{sensible} - P^{sensible} \dots (2)$$

Lo último, es calcular el gap contable acumulado, sumando los gaps contables por tramo. Si tenemos que el GAP del primer tramo es 20, y el GAP del segundo tramo es 30, entonces el GAP acumulado del primer tramo será 20, y el GAP acumulado del segundo tramo será 50. Para trabajar estos conceptos con más detalle, se tomará el siguiente balance simplificado de un banco:

**Tabla 2 Balance general simplificado al 31/12/2011**

(en millones de nuevos soles)

<b>Activo</b>		<b>Pasivos</b>	
Depósitos en el BCR	40	Depósitos a la vista	500
Préstamos hipotecarios	350	Depósitos a plazo	300
Préstamos a empresas	300	Depósitos interbancarios	240
Préstamos interbancarios	250	Total pasivo	1040
Inversiones	130	Deuda subordinada	20
Activo fijo	30	<b>Fondos propios</b>	40
<b>Total</b>	<b>1100</b>	<b>Total</b>	<b>1100</b>

Fuente: Dermine (2013) Elaboración: propia

Se mencionó que lo primero por hacer es definir los tramos temporales. Por ejemplo, se definen los siguientes:

- 0-3 meses
- 3-6 meses
- 6-9 meses
- 9-12 meses
- 12-60 meses
- 60-120 meses

Ahora se tomarán las partidas del balance, y se distribuirán según su vencimiento o su reprecio. La información disponible es la siguiente:

**Tabla 3 Balance general simplificado con saldos distribuidos por vencimiento**

<b>Activo</b>	Total	0-3 meses	3-6 meses	6-9 meses	9-12 meses	12-60 meses	60-120 meses	No sensibles
Depósitos en el BCR	40							40
Préstamos hipotecarios	350	30	30	30	30	140	90	
Préstamos a empresas	300	200	50	50				
Préstamos de consumo	0							

<b>Activo</b>	Total	0-3 meses	3-6 meses	6-9 meses	9-12 meses	12-60 meses	60-120 meses	No sensibles
Préstamos interbancarios	250	50	50	100	50			
Inversiones	130	10	10	10	10	45	45	
Activo fijo	30							30
<b>Total</b>	<b>110</b>	<b>290</b>	<b>140</b>	<b>190</b>	<b>90</b>	<b>185</b>	<b>135</b>	<b>70</b>

<b>Pasivo</b>	Total	0-3 meses	3-6 meses	6-9 meses	9-12 meses	12-60 meses	60-120 meses	No sensibles
Depósitos a la vista	500	500						
Depósitos a plazo	300		150	150				
Depósitos interbancarios	240	100	140					
Bonos emitidos	0							
Deuda subordinada	20					20		
Fondos propios	40							30
<b>Total</b>	<b>1100</b>	<b>600</b>	<b>290</b>	<b>150</b>	<b>0</b>	<b>20</b>	<b>0</b>	<b>30</b>

Fuente: Dermine & Bissada, 2003

Elaboración: propia

La tabla 3 dice, por ejemplo, que los tipos de interés pueden modificarse para unos activos totales de PEN<sup>2</sup> 290MM en los próximos tres meses, a la vez que PEN 140MM se modificarán en los siguientes tres meses, PEN 190MM se modificarán entre los meses 6 y 9, y así sucesivamente.

La misma lectura se realiza con los pasivos: las tasas de interés se podrán modificar en los próximos tres meses para PEN 600MM, para 290MM para los siguientes tres meses (tramo entre tres y seis meses), para 150MM para el tramo entre seis meses y un año, y así sucesivamente. Nótese que existen activos y pasivos a los que las tasas de interés no afectan en lo absoluto: el activo fijo, los encajes (dependiendo de las condiciones) y los fondos propios, entran en esta categoría.

Luego, se calculará el gap contable como diferencia de los totales de los activos y los pasivos, y el gap acumulado como suma de los gaps contables por tramos. Para el ejemplo anterior, se obtiene:

<sup>2</sup> Nuevos soles peruanos

	0-3 meses	3-6 meses	6-9 meses	9-12 meses	12-60 meses	60-120 meses	No sensibles
GAP	-310	-150	40	90	165	135	40
GAP acumulado	-310	-460	-420	-330	-165	-30	

Fuente: Elaboración propia en base a Dermine & Bissada, 2003.

El GAP negativo de PEN -310MM en el tramo 0-3 meses indica que hay más pasivos que activos en ese tramo (específicamente, más depósitos). Dicho de otra manera (Dermine, 2009), asumiendo el *rollover* (re inversión de los activos y pasivos) se lleva a cabo cada trimestre (por los tramos definidos en el ejemplo), un gap acumulado positivo indica que habrá un exceso neto de activos para repreciar en el siguiente trimestre, mientras que un gap acumulado negativo indica que habrá un exceso de depósitos para repreciar.

El gap acumulado es, por lo tanto, un medio para evaluar la exposición neta total a los movimientos de las tasas de interés a lo largo del tiempo. Por ejemplo, si las tasas de interés se incrementan, y se quedan en los nuevos niveles más altos, el gap acumulado del primer tramo (PEN -310MM) indica que el estado de resultados del primer trimestre se afectará por el movimiento de las tasas de interés de un saldo neto de PEN -310MM, mientras que el estado de resultado del segundo trimestre se afectará por la modificación de las tasas de interés de un saldo neto de PEN -460MM. Por ello se destaca la importancia de que los gaps acumulados no sean demasiado grandes.

Dependiendo del signo del gap contable, se obtendrán diferentes efectos de los movimientos de las tasas de interés, detalle muy importante a la hora de gestionar el balance. Martín Mato (2012) explicita los únicos tres casos posibles:

**Figura 2 Activos sensibles igual a los pasivos sensibles (GAP=0)**

AS	PS

Para este caso, el efecto de movimientos de las tasas de interés en el margen financiero sería:

Sube i:	No hay efecto
Baja i:	No hay efecto

**Figura 3 Activos sensibles mayores a los pasivos sensibles (GAP > 0)**

<b>AS</b>	<b>PS</b>

Para este caso, el efecto de movimientos de las tasas de interés en el margen financiero sería:

Sube i:	Aumenta MF
Baja i:	Disminuye MF

**Figura 4 Activos sensibles menor a los pasivos sensibles (GAP < 0)**

<b>AS</b>	<b>PS</b>

Para este caso, el efecto de movimiento de las tasas de interés en el margen financiero sería:

Sube i:	Disminuye MF
Baja i:	Aumenta MF

Un banco suele financiarse a plazos cortos (el grueso de los depósitos suelen vencer en plazos menores a un año), y prestar a plazos largos. Por lo tanto, la casuística más usual será el caso 3: gaps menores que cero, y subidas de tasas de interés que perjudiquen el margen financiero, y bajadas de tasas de interés que lo beneficien.

## 2.2 La ganancia en riesgo (GeR<sup>3</sup>)

Como puede percibirse, la metodología del gap contable es incompleta. Aunque es útil porque nos permite ubicar los desfases entre los vencimientos de los activos y los pasivos, no mide el riesgo al que está sujeto el balance. Por lo tanto, debemos buscar otra técnica, aunque quizá los gaps

<sup>3</sup> *Earnings at risk* (EaR)

acumulados puedan servirnos de referencia. Aquí aparece las Ganancia en Riesgo (GeR), una metodología que es complementaria al gap contable y que permite tener un indicador más completo de riesgo de balance de corto plazo.

Se definirá la curva forward<sup>4</sup>, con tasas R1, R2,... RZ. Se analizará el balance de un banco para un momento específico t. Los activos y los pasivos sensibles serán medidos en los tiempos t+k (k=1,2...n, donde k son los tramos temporales). Si se considera la variación en el margen financiero en el tiempo t+n, se tendría lo siguiente:

$$\Delta MF_{t+n} = \sum_{i=1}^n (AS_{t+n} \cdot \Delta R_{t+n}) - \sum_{i=1}^n (PS_{t+n} \cdot \Delta R_{t+n}) \quad \dots (3)$$

Operando las sumatorias, resulta:

$$\Delta MF_{t+n} = \sum_{i=1}^n (AS_{t+n} - PS_{t+n}) \cdot \Delta R_{t+n} \quad \dots (4)$$

A la expresión (10) se le llama ganancia en riesgo (GeR), que indicará el impacto potencial de cambios adversos en las tasas de interés. La sumatoria no es otra cosa sino el gap acumulado hasta el período t+n. Por lo tanto, la fórmula puede reexpresarse así:

$$GeR_{t+n} = GAP_{t+n}^{acumulado} \Delta R_{t+n} \quad \dots (5)$$

Si se mantiene el ejemplo del gap contable, y se asume una variación de tasas de 1%, por ahora arbitraria, se tiene lo siguiente:

---

<sup>4</sup> Las curvas forward, o curvas de tasas implícitas, son aquellas curvas cupón cero futuras "implícitas" en la curva cupón cero de hoy. Es decir, dada una curva cupón cero de hoy, yo podría calcular por ejemplo la tasa de un año dentro de seis meses, la tasa de un año dentro de un año, la tasas un año dentro de dos años, y así sucesivamente con todos los nodos de la curva, y hasta el plazo existente en la curva de hoy. No es una estimación de las tasas futuras, sino una representación de las expectativas de las curvas futuras que el mercado tiene al día de hoy. Son curvas muy utilizadas en la actualidad. Por ejemplo, sirven para la proyección de los flujos variables de las patas de los swaps, o para la proyección de los flujos variables de los bonos indexados a tasas variables como la LIBOR o la EURIBOR.

**Tabla 4 Ganancia en riesgo (GeR)**

	0-3 meses	3-6 meses	6-9 meses	9-12 meses
<b>GAP</b>	<b>-310</b>	<b>-150</b>	<b>40</b>	<b>90</b>
<b>GAP acumulado</b>	<b>-310</b>	<b>-460</b>	<b>-420</b>	<b>-330</b>
Sensibilidad	1%	1%	1%	1%
GER	3.1	4.6	4.2	3.3

Fuente: Dermine (2003)

Elaboración: propia

La GeR a 1 año es PEN 3.3MM. Lo que esto quiere decir es que si las tasas de interés se mueven 1% hacia arriba durante el próximo año, el margen financiero caerá en PEN 3.3 MM. Para colocar esta cifra en términos relativos, se la suele dividir entre el patrimonio efectivo, o el margen financiero proyectado a 12 meses.

### 2.3 La cuestión de la variación de las tasas de interés

En el ejemplo anterior, la GeR se calculaba utilizando una variación arbitraria del 1%, lo que la haría similar –al menos, por la proporción de la variación- a lo que en renta fija se conoce como delta. Sin embargo, se debía encontrar una variación que sea relevante con el riesgo al que está sometido el balance del banco. En teoría, la idea es que la tasa de referencia debe ser de aquel plazo al cual el banco pudiera cerrar la posición sin un impacto material en los precios de mercado.

Esto es sumamente relativo. Cambiará por el tipo de banco (no es igual un banco universal, un banco cuyo producto principal es la tarjeta de crédito, un banco especializado en microfinanzas, o una caja municipal), o por el país que se está analizando. Habrá que poner atención especial en el hecho de que cerrar la posición no necesariamente implica liquidar los activos y pasivos (que puede significar largos períodos), sino que se hace referencia a cerrar el gap. Esto es, si el gap es negativo, se deben adquirir activos; si el gap es positivo, se deberá tomar pasivos. Un banco activo en los mercados internacionales podría cerrar su gap en un día, mientras que un banco pequeño del Perú podría tomar más tiempo. Los plazos sugeridos son diversos: diez días es una referencia habitual, pero también puede considerarse más tiempo.

### 2.4 El margen en riesgo (MeR)

Definido el plazo de cierre del gap, se debe calcular la volatilidad histórica de la tasa escogida. Para esto, se debe tener una serie histórica de tasas de interés (uno o dos años suele ser lo que

se estila), calcular la variación diaria, y luego llevarla al plazo escogido por la raíz cuadrada del plazo, asumiendo la no existencia de autocorrelación. Así, se tendría:

$$\sigma_p = \sigma_{1DIA} \sqrt{p} \quad \dots (6)$$

Aunque esto mejoraría el cálculo arbitrario hecho líneas atrás, sigue siendo imperfecto, por lo que puede definirse un nuevo indicador llamado margen en riesgo (MeR), que no es más que una medición del *value at risk* aplicada al riesgo por el lado del margen financiero.<sup>5</sup> Para esto, primero se debe definir un nivel de confianza, que puede ser 90%, 95% o 99%. Dependiendo del nivel de confianza, se obtendrán distintos valores Z: si es 95% será 1.65. Si es 99% será 2.33<sup>6</sup>. Segundo, considerando la volatilidad definida líneas atrás, se debe utilizar la siguiente fórmula:

$$MeR_{t+n} = GAP_{t+n}^{acumulado} \times 2.33 \times \sigma_{1DIA} \sqrt{p} \quad \dots (7)$$

La definición del MeR es similar a la del VaR: con un nivel de confianza de 99%, es la máxima pérdida que tendría el margen financiero del banco en un horizonte temporal de p días.

## 2.5 La sensibilidad de margen financiero (SMF)

El Club de Gestión de Riesgos de España (2005) sostiene que la sensibilidad de margen financiero mide el cambio en los devengos esperados a un plazo determinado (normalmente un año) ante una variación de las tasas de interés. La variación puede ser por movimientos paralelos, cambios de pendiente en la curva de tasas de interés, o escenarios especiales en función de las condiciones del mercado. El movimiento estándar que se utiliza es asumir movimientos paralelos de las curvas de tasas de interés.

El impacto de las variaciones de las tasas de interés en el margen financiero (SMF) se calcula por diferencia entre el margen financiero estimado con la curva de tipos de interés de mercado a la fecha de análisis y el que resultaría al desplazar paralelamente dicha curva en una cantidad prefijada, generalmente 100 puntos básicos:

$$SMF = MF^l - MF \quad \dots (8)$$

Donde MF' es el margen financiero estimado con la curva desplazada en  $\pm 100$  puntos básicos y MF es el margen financiero estimado con la curva vigente de mercado. Esta es una medición alternativa a la ganancia en riesgo.

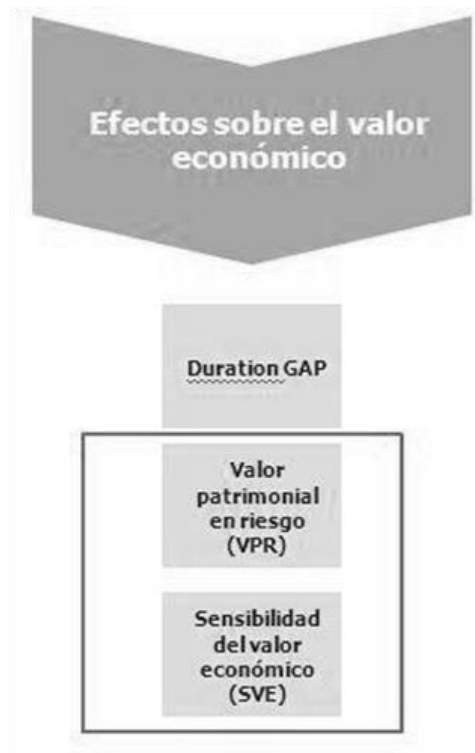
<sup>5</sup> Para más detalles del *value at risk*, puede revisarse De Lara Haro (2002), Jorion (2002) o Vilariño (2001).

<sup>6</sup> Lo más utilizado en los modelos de riesgo de interés estructural es usar un nivel de confianza de 99%

### 3 La medición del riesgo de interés estructural en el valor económico

El Club de Gestión de Riesgos de España (2005) dice que a diferencia de la sensibilidad del margen financiero (SMF), que es una medida de corto plazo, la sensibilidad de valor económico (SVE) mide el impacto de cambios de las tasas de interés en términos del valor de mercado de los activos, pasivos y operaciones de fuera de balance en el largo plazo. Así se intenta reflejar todos los efectos temporales generados en los flujos futuros derivados de movimientos en los tipos de interés.

Figura 5 Técnicas de medición del riesgo de interés estructural en el valor económico



Elaboración propia

El valor económico (VE) se define como la diferencia entre el valor de los activos y el valor de los pasivos, esto es, es el valor del patrimonio:

$$VE = Valor^{activos} - Valor^{pasivos} \quad \dots (9)$$

Siendo más precisos, el valor económico es el valor actual de los flujos futuros de cobro y el valor actual de los flujos futuros de pago:

$$VE = VP_{cobro}^{flujosfut} - Valor_{pago}^{flujosfut} \dots (10)$$

Los flujos futuros de cobro tienen su origen en los activos y productos derivados que generan entrada de fondos para la entidad en forma de principal o intereses, mientras que los flujos de pago provienen de los desembolsos a los que hay que hacer frente por los pasivos y productos derivados. Para hablar de posibles pérdidas en el valor económico, por lo tanto, se debe hablar de pérdidas que vienen por movimientos en el valor del activo y el pasivo, originadas por movimientos en las tasas de interés:

$$\Delta VE = \Delta VP_{cobro}^{flujosfut} - \Delta Valor_{pago}^{flujosfut} \dots (11)$$

Ya que se hace referencia a flujos de cobros y de pago, esta variación de valor económico puede ser analizada de dos formas alternativas considerando a los flujos como tales: una manera, considerando la duración modificada de los flujos. Ignorando el efecto de la convexidad; otra, calculando el valor trayendo a valor presente los flujos y generando una sensibilidad, volviendo a valorar los flujos con una curva con una cantidad determinada de puntos básicos hacia arriba.

### 3.1 La duración

La duración es un concepto que tiene dos significados:

- Mide el plazo promedio de un bono o el tiempo de recuperación del capital. A esta definición se le llama duración de Macaulay (DMac)
- Mide la sensibilidad de un bono. Esto es, la variación de su precio ante movimientos de la tasa de interés. A esta definición se le llama duración modificada (DMod)

Martín Mato (2007) dice que Frederick Macaulay desarrolló el concepto inicial de la duración en 1938<sup>7</sup>, calculándolo como la media ponderada de un flujo de caja, utilizando como base de ponderación el tiempo y los valores presentes de cada componente del flujo. Estos resultados se agregarán y esta suma se dividirá por el precio del bono de la fecha de análisis. Formalizando, tendríamos lo siguiente:

$$DMac = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{Flujos \times t}{(1+r)^t}}{\text{Precio}} \dots (12)$$

<sup>7</sup> Para más detalles, puede revisarse Macaulay (1938).

La duración de Macaulay toma los supuestos de la TIR, es decir, que la tasa de rendimiento se mantiene, y que los flujos recibidos se reinvierten a la misma tasa. Además, asume que los movimientos de las tasas de interés son paralelos. La duración de Macaulay depende de tres variables fundamentales:

- El tiempo hasta el vencimiento.<sup>8</sup>
- La tasa cupón del bono analizado.<sup>9</sup>
- El rendimiento del flujo hasta el vencimiento.<sup>10</sup>

Retomando la fórmula de la duración de Macaulay. Allí se menciona al precio de un bono. La fórmula es:

$$\text{Precio} = \sum_{t=1}^n \frac{\text{Flujos}}{(1+r)^t} \quad \dots (13)$$

Imagínese n flujos anuales. Expresando la ecuación sin sumatorias, se obtiene lo siguiente:

$$P = \frac{F_1}{(1+r)^1} + \frac{F_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1+r)^n} \quad \dots (14)$$

Para tener un indicador de sensibilidad del precio respecto a la variable que lo determina (la tasa de interés) se debe derivar la expresión P respecto a la tasa de interés. Haciendo esto, se obtiene lo siguiente:

$$\frac{dP}{dr} = (-1) \frac{F_1}{(1+r)^2} + (-2) \frac{F_2}{(1+r)^3} + \dots + (-n) \frac{F_n}{(1+r)^{n+1}} \quad \dots (15)$$

Factorizando  $1/(1+r)$ , se tiene:

$$\frac{dP}{dr} = -\frac{1}{(1+r)} \left[ \frac{F_1}{(1+r)} + \frac{2F_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{nF_n}{(1+r)^n} \right] \quad \dots (16)$$

La expresión entre corchetes puede ser re-expresada en forma de una sumatoria. Sería así:

<sup>8</sup> A mayor tiempo, mayor duración.

<sup>9</sup> A menos tasa cupón, más duración.

<sup>10</sup> A menor rendimiento, mayor duración.

$$\frac{dP}{dr} = -\frac{1}{(1+r)} \sum_{t=1}^n \frac{Flujos \times t}{(1+r)^t} \quad \dots (17)$$

Se divide en ambos lados de la ecuación entre P (el precio). Se obtiene:

$$\frac{dP}{P dr} = -\frac{1}{(1+r)} \frac{\sum_{t=1}^n \frac{Flujos \times t}{(1+r)^t}}{Precio} \quad \dots (18)$$

Si se observa bien el lado derecho de la ecuación (24), se notará que allí se encuentra la ecuación (18), que es la expresión de la duración de Macaulay. Entonces, se puede expresar la ecuación anterior así:

$$\frac{dP}{P dr} = -\frac{DMac}{(1+r)} \quad \dots (19)$$

Lo que lleva a la definición de la duración modificada:

$$DMod = -\frac{DMac}{(1+r)} \quad \dots (20)$$

La duración modificada no es más que la variación porcentual aproximada del precio de un bono ante movimientos de la tasa de interés, esto es, es el indicador de sensibilidad que buscábamos. Lo interesante es que expresa la variación porcentual de la caída del precio (por eso el signo negativo) ante subidas de la tasa de interés: si la duración modificada es, por ejemplo, 5, el significado es que si las tasas de interés suben 1%, el precio del bono caerá aproximadamente 5%. Si la duración modificada es 9, entonces si las tasas de interés suben 1% entonces el precio del bono caerá aproximadamente 9% <sup>11</sup>. Por ello, mientras más largo sea el plazo de vencimiento de un bono, tendrá más duración; por lo tanto, será más sensible a los movimientos de las tasas de interés.

Lo poderoso de la definición de duración es que no solo sirve para flujos de renta fija, sino también para cualquier otro tipo de flujo, y conserva siempre sus definiciones: plazo medio, y sensibilidad. Por ello, puede ser de mucha utilidad al aplicarla en los flujos de un balance bancario, pudiendo

---

<sup>11</sup> Esto es así porque la definición de la duración modificada  $\frac{dP}{P dr}$  no es más que la variación porcentual del precio respecto a variaciones de la tasa de interés.

determinar las posibles pérdidas de los distintos epígrafes ante subidas (o bajadas) de las tasas de interés.

Respecto a lo anterior, el Comité de Supervisión Bancaria de Basilea (2004) dice que la duración es una medida del cambio porcentual en el valor económico de una posición (esto es, el precio de un epígrafe específico: préstamos hipotecarios, tarjetas de crédito, depósitos a plazo) que ocurrirá dado un cambio pequeño en los niveles de tasas de interés.

### 3.2 El gap de duraciones (Duration Gap)

Martín Mato (2012) define la siguiente expresión:

$$VE(i_A, i_P) = A(i_A) - P(i_P) \dots (21)$$

Donde:

VE(i,i): Valor económico, que está en función de las tasas activas y pasivas.

A(i): Valor de los activos, que está en función de las tasas activas

P(i): Valor de los pasivos, que está en función de las tasas pasivas.

El valor económico es el valor de una institución financiera, y este valor se define como los valores presentes de todos los flujos existentes, activos y pasivos, tal cual se expresa en (21). Desde esta misma ecuación puede generarse otras ecuaciones derivadas que exprese la sensibilidad del valor económico a movimientos de las tasas de interés y para esto la duración modificada es de mucha utilidad.

Como la duración modificada es un indicador de sensibilidad cuando se analizan los bonos, y también las posiciones de un balance, puedo determinar la sensibilidad del activo y del pasivo en función de sus respectivas duraciones modificadas. Para el caso del activo, tendría lo siguiente:

$$\frac{dA(r_A)}{dr_A} = -\frac{D_A}{1+r_A} A(r_A) \dots (22)$$

Para el caso del pasivo, sería una expresión similar, solo cambiando la tasa de interés<sup>12</sup>:

$$\frac{dP(r_P)}{dr_P} = -\frac{D_P}{1+r_P} P(r_P) \dots (23)$$

<sup>12</sup> D<sub>A</sub> y D<sub>P</sub> son duraciones de Macaulay, las cuales se transforman en duraciones modificadas al ser divididas entre (1+r<sub>A</sub>) y (1+r<sub>B</sub>)

Considerando la expresión (21), la sensibilidad del valor económico a los movimientos de las tasas activas sería la siguiente:

$$\frac{dVE}{dr_A} = \frac{dA(r_A)}{dr_A} - \frac{dP(r_P)}{dr_A} \dots (24)$$

La expresión (29) tiene un pequeño problema: estamos sensibilizando al pasivo con los movimientos de las tasas de los activos. Por lo tanto, hacemos un ajuste algebraico, multiplicando y dividiendo a la expresión que contiene al pasivo por  $dr_P$ . Tras un pequeño ajuste, se obtiene lo siguiente:

$$\frac{dVE}{dr_A} = \frac{dA(r_A)}{dr_A} - \frac{dP(r_P)}{dr_P} \frac{dr_P}{dr_A} \dots (25)$$

Reemplazando en (31) las expresiones de la sensibilidad del activo y del pasivo —(28) y (29)—, se tiene:

$$\frac{dVE}{dr_A} = -\frac{D_A}{1+r_A} A(r_A) + \frac{D_P}{1+r_P} P(r_P) \frac{dr_P}{dr_A} \dots (26)$$

Lo particular de la expresión anterior es:

$$\frac{dr_P}{dr_A} \dots (27)$$

Que no es más que la relación de las variaciones de los tipos de interés del activo y del pasivo. Si se asume que variaciones son iguales, la expresión será igual a 1. Por lo tanto, se tendría:

$$\frac{dVE}{dr_A} = -\frac{D_A}{1+r_A} A(r_A) + \frac{D_P}{1+r_P} P(r_P) \dots (28)$$

Factorizando  $-\frac{A(r_A)}{1+r_A}$  resulta:

$$\frac{dVE}{dr_A} = -\frac{A(r_A)}{1+r_A} \left[ D_A - D_P \frac{1+r_A}{1+r_P} \frac{P(r_P)}{A(r_A)} \right] \dots (29)$$

La expresión dentro de los corchetes es el gap de duraciones (duration gap). Dentro de esa expresión, se puede suponer que el cociente:

$$\frac{1+r_A}{1+r_P} \dots (30)$$

Es aproximadamente igual a 1. Por lo tanto, la expresión final sería:

$$\frac{dVE}{dr_A} = -\frac{A(r_A)}{1+r_A} \left[ D_A - D_P \frac{P(r_P)}{A(r_A)} \right] \dots (31)$$

Lo que está dentro del corchete, al igual que en (29), es el gap de duraciones. Por una sencilla cuestión de expresión, se puede reescribir así:

$$\frac{dVE}{dr_A} = -\frac{A(r_A)}{1+r_A} DGAP \dots (32)$$

(32) es la variación en el valor económico ante movimientos en las tasas de interés (en este caso, activas). Martín Mato (2012) propone el siguiente ejemplo simplificado del balance de un banco (expresado en miles de soles):

**Tabla 5 Balance simplificado con duraciones**

<b>Activo</b>	<b>PEN</b>	<b>Dur.</b>	<b>Pasivo</b>	<b>PEN</b>	<b>Dur.</b>
Efectivo	100	0.00	CD 1 año	600	1.00
Colocaciones	400	1.25	CD 5 años	300	5.00
Hipotecario	500	7.00	Total pasivo	<b>900</b>	
			Patrimonio	100	
<b>Total</b>	<b>1000</b>	<b>4.00</b>	Pas + Pat	<b>1000</b>	

Fuente: Elaboración propia a partir de Mato (2012).

La Tabla 5 tiene los saldos de los activos y los pasivos, y duraciones, por epígrafe, ya calculadas. Según el ejemplo, la duración promedio de los activos es 4.00 años, y la duración promedio de los pasivos es 2.33 años. Con esa información, se utiliza la siguiente fórmula del gap de duraciones:

$$DGAP = D_A - D_P \frac{P(r_P)}{A(r_A)} \dots (33)$$

Se reemplaza los datos del balance simplificado de la Tabla 5 en la expresión (33), para calcular el gap de duraciones. Se tendría lo siguiente:

$$DGAP = 4.00 - 2.33 \times \frac{900}{1000}$$

$$DGAP = 1.90$$

El gap de duraciones debe expresarse en forma de porcentaje (1.90%). Con esto, el cálculo de la sensibilidad ya es inminente. Se reemplazan los valores en la expresión (32), asumiendo un incremento de tasas de 11% a 12%:

$$\frac{dVE}{dr_A} = -\frac{1000}{1+11\%} \times 1.90\%$$

$$\frac{dVE}{dr_A} = -17.12$$

Lo que quiere decir la expresión anterior es que si las tasas de interés (específicamente las activas, pero se puede generalizar refiriéndose a “las” tasas de interés) suben cien puntos básicos, y considerando un gap de duraciones de 1.90%, el valor económico de la institución financiera caerá en PEN 17.12M.

Se puede dar un paso más para simplificar el proceso, utilizando la siguiente fórmula alternativa para el cálculo de la sensibilidad del patrimonio (donde las duraciones se expresan como sensibilidades, es decir, como porcentajes), planteada por Mongrut (2012):

$$\frac{dPAT}{dr_A} = -A(r_A)D_A + D_P P(r_P) \quad \dots (34)$$

Reemplazando los datos del balance simplificado en (29), se tiene lo siguiente:

$$\frac{dPAT}{dr_A} = -1000 \times 4\% + 900 \times 2.33\%$$

$$\frac{dPAT}{dr_A} = -19.03$$

El significado del resultado es el mismo: si las tasas de interés suben cien puntos básicos, el valor económico caerá en PEN 19.03M.

Nótese que aquí no se depende de ningún valor de las tasas activas, lo que es en realidad una simplificación: siempre será relevante saber el nivel de tasas de interés desde el cual se sensibilizará el balance del banco<sup>13</sup> ya que no es lo mismo sensibilizar cuando las tasas están cerca a cero por ciento que cuando están, por decir, a treinta por ciento. Sin embargo, en un modelo en el que no se disponen de tasas de interés (por ejemplo, el modelo regulatorio de cálculo del valor patrimonial en riesgo), la simplificación podría ser de utilidad. Debe considerarse también que en el uso de la simplificación de (34), las duraciones estrictamente deberían ser modificadas y no de Macaulay, al estar trabajando desde la perspectiva de la sensibilidad directamente.

Se puede plantear un segundo ejemplo más completo, si se basa en el balance mostrado para el caso del gap contable. Se ampliará el cuadro allí presentado (el balance trameado por vencimiento) incluyendo una tasa promedio de cada uno de los epígrafes, y el cálculo de la duración modificada. Los saldos de todas las cuentas del balance son los mismos. El trameado también es idéntico.

---

<sup>13</sup> Nótese que si en la expresión  $\frac{dVE}{dr_A} = -\frac{A(r_A)}{1+r_A} \left[ D_A - D_P \frac{P(r_P)}{A(r_A)} \right]$  suponemos que las tasas activas son muy bajas y tienen a cero, la expresión  $1+r_A$  tenderá a 1, por lo que la expresión final simplificada sería la expresión propuesta aquí:  $\frac{dVE}{dr_A} = -A(r_A) \times D_A - P(r_P) \times D_P$

Tabla 6 Balance distribuido por tramos de vencimientos, con duraciones

Activo	Total	Tasas	Valor	Duración Mac	Duración Mod	0-3 meses	3-6 meses	6-9 meses	9-12 meses	12-60 meses	60-120 meses	No sensible
<b>Plazo medio (en años)</b>						0.125	0.375	0.625	0.875	3	7.5	
Depósitos en el BCR	40	0.0%				0	0	0	0	0	0	40
Préstamos hipotecarios	350	12.0%	251.56	2.56	2.28	30	30	30	30	140	90	0
Préstamos a empresas	300	10.5%	292.66	0.25	0.22	200	50	50	0	0	0	0
Préstamos de consumo	0	20.0%	-			0	0	0	0	0	0	
Préstamos interbancarios	250	4.0%	244.92	0.52	0.50	50	50	100	50	0	0	0
Inversiones	130	5.0%	109.12	3.39	3.23	10	10	10	10	45	45	0
Activo fijo	30					0	0	0	0	0	0	30
<b>Total</b>	<b>1100</b>		<b>898.26</b>	<b>1.50</b>	<b>1.37</b>	<b>290</b>	<b>140</b>	<b>190</b>	<b>90</b>	<b>185</b>	<b>135</b>	<b>70</b>

Pasivo												
Depósitos a la vista	500	0.5%	499.69	0.13	0.12	500	0	0	0	0	0	0
Depósitos a plazo	300	5.0%	292.78	0.50	0.48	0	150	150	0	0	0	0
Depósitos interbancarios	240	4.0%	237.47	0.27	0.26	100	140	0	0	0	0	0
Bonos emitidos	0	6.0%	-	0	-							
Deuda subordinada	20	7.0%	-	3.00	2.80	0	0	0	0	20	0	0
Fondos propios	40	0.0%				0	0	0	0	0	0	30
<b>Total</b>	<b>1100</b>		<b>1,029.93</b>	<b>0.27</b>	<b>0.26</b>	<b>600</b>	<b>290</b>	<b>150</b>	<b>0</b>	<b>20</b>	<b>0</b>	<b>30</b>

Fuente: Dermine (2003) y datos propios

Elaboración: Propia

Del cuadro anterior, podemos extraer lo siguiente:

Duración activo (  $D_A$  ): 1.37 (no se considera el activo fijo ni los depósitos en el BCR, no sensibles)

Duración pasivo (  $D_P$  ): 0.26 (no se considera la deuda subordinada, la cual es “casi” patrimonio)

Saldo activo (  $A (r_A)$  ): 1030 (activo sensible)

Saldo pasivo (  $P (r_P)$  ): 1040

Nótese el uso de duraciones modificadas. La información anterior la reemplazamos en (34):

$$\frac{dPAT}{dr_A} = -1030 \times 1.37\% + 1040 \times 0.26\%$$

$$\frac{dPAT}{dr_A} = -11.41$$

El significado es similar a los anteriores: si las tasas de interés suben cien puntos básicos, el valor económico caerá en PEN 11.41M. La ventaja de este método es su relativa sencillez. La desventaja principal es que es difícil calcular las duraciones de algunos epígrafes específicos, y que la sensibilidad considerada puede ser muy distinta a la que se presentó en la realidad.

### 3.3 Curva a utilizar para el descuento de los saldos de vencimiento de un balance

La teoría financiera básica dice que la valoración de cualquier flujo (esto es, traerlo a valor presente) debe hacerse con una curva que refleje su riesgo. Entonces, en búsqueda de rigor, se debería descontar cada epígrafe del balance de un banco con curvas diferenciadas y específicas: los hipotecarios con una curva, las tarjetas de crédito con otra curva, los depósitos a plazo con otra muy distinta, los adeudados con bancos del exterior con una diferente. Esto, aunque se precie de ser más preciso y exacto, tiene muchas dificultades en la práctica.

Lo más resaltante es que no existen curvas por epígrafe en la realidad, lo que obligaría a construirlas. ¿Cómo hacerlo para un producto como las tarjetas de crédito, donde existen distintas marcas, tipos, tarifas y segmentos bien diferenciados? ¿Cómo hacerlo en el mundo de los pasivos, donde se encuentra un escenario similar? ¿Cómo construir curvas si no existe un mercado secundario, por ejemplo, de hipotecas que marque la referencia del nivel de las tasas de mercado? ¿Se tendría un gran modelo con tantas curvas como epígrafes tengamos? Esto no

ayudará en tener un modelo con pocos parámetros que permita entenderlo con claridad y que refleje la realidad de una manera aceptable.

Son conocidas las dificultades para la valoración teórica de los bonos corporativos peruanos, que transan con muy poca frecuencia en el mercado, lo que obliga a utilizar modelos diversos que entregan un precio que es teórico. Cada modelo, un precio distinto. Entonces si hay esas dificultades para valorar bonos corporativos, el asunto será más serio en los epígrafes de un balance bancario. Por lo tanto, es necesario buscar otra alternativa que simplifique el proceso: el descuento con una sola curva en todos los epígrafes.

Al descontar con múltiples curvas, de cierta manera hay un efecto de neteo entre el activo y el pasivo, lo que haría el descuento con una sola curva una especie de aproximación. Además, es más fácil la construcción de una sola curva que, por ejemplo, la construcción de veinte curvas. ¿Cuál sería esa única curva? En mercados líquidos existe la curva swap, que representa el riesgo AAA o, también, el riesgo monetario, de intercambio de flujos, en el que están inmersos los bancos por la propia naturaleza de su negocio.<sup>14</sup> Esta curva es líquida, y sistemas de información como Bloomberg o Reuters la actualiza en tiempo real.

En el Perú, esta curva swap no está en Bloomberg o Reuters. Lo que se tiene son curvas soberanas (en PEN y USD), construidas de distintas maneras. En PEN, se utiliza la cotización de CDBCR y bonos soberanos. En USD, se utiliza la cotización de CDS peruanos (existen a 6M y 1A) y bonos globales. Desde estas curvas puede estimarse un *spread* para construir una curva swap teórica y con ésta descontar los flujos de los epígrafes de un balance bancario. Aunque este *spread* sigue siendo teórico, el procedimiento es mejor que el anterior que planteaba la construcción de múltiples curvas. Aquí tendremos solamente dos curvas, una por divisa.<sup>15</sup>

Otro aspecto que puede discutirse es el uso de una curva de rendimiento o el uso de una curva cupón cero. Chacón (2004) dice que existen dos inconvenientes respecto al uso de la curva de rendimientos. Primero, es el uso de una sola tasa de interés para descontar todos los flujos de un activo o pasivo, a la que se supone que se reinvierten los cupones. Es un supuesto fuerte que asume que todos los tramos temporales de un flujo tienen el mismo riesgo, lo que no es cierto.

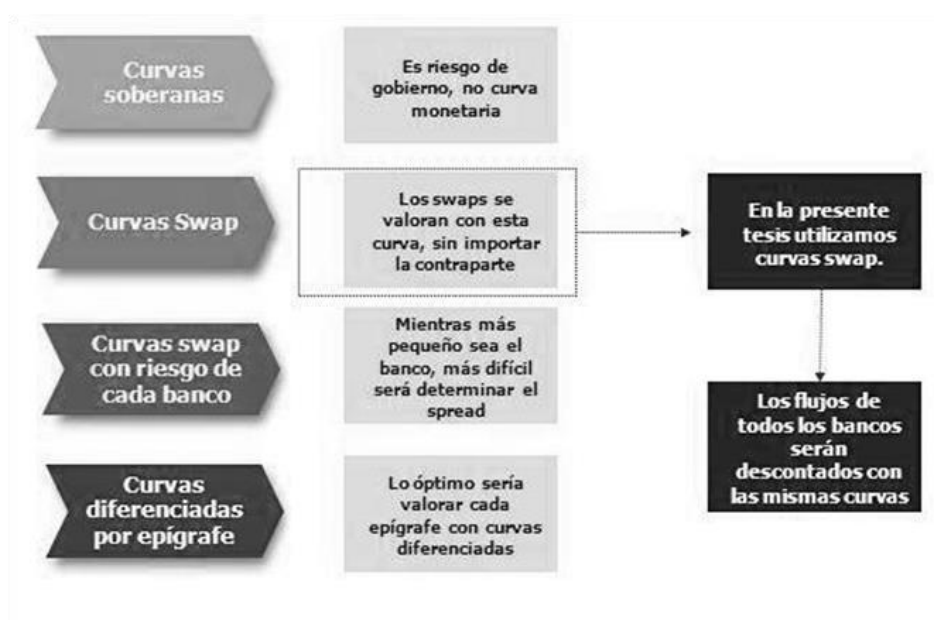
---

<sup>14</sup> Esta curva estará siempre por encima de la curva de deuda del gobierno. Por ejemplo, siempre hay un *spread* entre la curva treasury USA y la curva swap USA en USD, estando siempre la curva swap por encima de la treasury.

<sup>15</sup> Se podría plantear el uso, por ejemplo, de la curva soberana en PEN y USD que construye diariamente la Superintendencia de Banca, Seguros y AFP, debido a su disponibilidad. En estricto, la curva soberana refleja el riesgo del gobierno, no del mercado monetario o de los bancos, lo que la hace no adecuada. Sin embargo, es una referencia de mercado (casi la única en el largo plazo) que podría llevar a utilizarla si es que no queremos depender del uso del *spread* para la construcción de la curva swap.

Segundo, menciona el “efecto cupón”: dos bonos pueden tener el mismo vencimiento, pero distinta tasa cupón debido a que seguramente fueron emitidos en fechas distintas, por lo que el descuento a la misma tasa es inadecuado. Julio, Mera y Revéiz (2002) resaltan las ventajas que tienen las curvas spot (cupón cero), entre las que resaltan el hecho que este tipo de curva son las bases de los sistemas de riesgo actuales; son útiles para determinar si un instrumento financiero está subvaluado o no; permiten la calibración de los modelos de evolución de las tasas de interés con las que se valoran los derivados de tasas de interés; y permiten estudiar los factores que afectan a la curva de rendimiento tramo por tramo, descomponiendo sus movimientos. Por estas razones, se considera que es mejor hacer el descuento de los flujos de los saldos de los balances de los bancos con una curva cupón cero.

**Figura 6 Elección de curva de descuento de los flujos del balance**



Elaboración propia

### 3.4 La Sensibilidad de Valor Económico (SVE)

Se definió la expresión (21), donde podía verse que el valor económico es la diferencia entre el valor del activo menos el valor del pasivo. Se puede simplificar la expresión, solo por cuestión de notación, de la siguiente manera:

$$VE(i) = A(i) - P(i) \quad \dots (35)$$

El impacto de las variaciones de los tipos de interés en el valor económico, o sea, la sensibilidad de valor económico (SVE) se calcula por diferencia entre el valor económico estimado con la curva de tipos de interés de mercado a la fecha de análisis y el que resultaría al desplazar paralelamente dicha curva en una cantidad prefijada, generalmente cien puntos básicos:

$$SVE_{\pm 100pb} = VE(i)' - VE(i) \dots (36)$$

Donde VE' es el valor económico estimado con la curva desplazada en  $\pm 100$  pb y VE es el valor económico estimado con la curva actual de mercado. Para calcular el valor económico, se parte del balance a una fecha determinada (saldos y tipos de interés) y se estiman sus flujos de cobro y de pago futuros año a año según sus fechas de vencimiento, y se descuentan a la curva de mercado determinada en la sección 3.3.

Una vez definido el asunto de la curva de descuento de los flujos del balance, se procederá a calcular el valor económico. De manera simplificada se utilizará la siguiente información<sup>16</sup>:

S0	= Saldo inicial de un epígrafe a la fecha de análisis.
V1, V2,... V <sub>k</sub>	= Vencimientos de S0 durante los períodos 1, 2,... k
i1, i2, i3 ... i <sub>k</sub>	= Curva de tasa de interés de los períodos 1, 2, 3, ... k
SP	= Spread sobre la curva de tasas de interés.
FD1, FD2,...FD <sub>k</sub>	= Factores de descuento <sup>17</sup> de los períodos 1, 2, 3, ... k

Con la información anterior, calcúlese el valor económico de un epígrafe del balance:

$$VE(i)_1 = V_1FD_1 + V_2FD_2 + \dots V_kFD_k \dots (37)$$

Es posible, entonces, calcular el valor económico total suponiendo un total de n epígrafes en el balance<sup>18</sup>:

<sup>16</sup> Digo de manera simplificada porque para que el modelo gane más precisión deberíamos considerar, por ejemplo, las reprecitaciones contractuales, los tipos de interés de los vencimientos de las reprecitaciones contractuales, asumir comportamientos sobre las masas sin vencimientos contractuales, supuestos de prepagos, entre otros.

<sup>17</sup> En realidad, las tasas y los factores de descuento deben ser del punto medio del tramo en cuestión. Es decir, el tramo 4 años (donde se registrarán todos los vencimientos entre 4 años y 5 años) debe ser descontado con el factor de descuento que se calcula con la tasa de interés a 4.5 años.

<sup>18</sup> Los epígrafes se agregarán con todo y signo: activos positivos, y pasivos negativos

$$VE(i) = \sum_{i=1}^n VE(i)_i \dots (38)$$

Ahora, se desplazará paralelamente la curva de interés de mercado, cien puntos básicos hacia arriba y hacia abajo, y se calcularán nuevos factores de descuento sensibilizados.

FD'1, FD'2,... FD'k = Factores de descuento de los períodos 1, 2, 3, ... k

Con ellos, se tendrá lo siguiente:

$$VE(i)_1^l = V_1 FD_1^l + V_2 FD_2^l + \dots V_k FD_k^l \dots (39)$$

De manera análoga a la forma no sensibilizada, se calculará el valor económico total sensibilizado:

$$VE(i)^l = \sum_{i=1}^n VE(i)_i^l \dots (40)$$

De acuerdo a la expresión (31), la sensibilidad de valor económico no es más que la diferencia del valor económico sensibilizado y el valor económico sin sensibilizar. Tomando el balance que hemos venido trabajando como ejemplo en el gap contable y el gap de duraciones, cuyos vencimientos de saldos están distribuidos por tramos temporales ( $V_1, V_2, V_3, \dots V_k$ ), y la curva de rendimiento cupón cero swap ( $i_1, i_2, i_3 \dots i_k$ ) detallada líneas atrás (la cual generará los respectivos factores de descuento  $FD_1, FD_2, \dots FD_k$ ), se tendrá lo siguiente para el caso del epígrafe préstamos hipotecarios (que tiene un saldo total (S0) de 350 mil soles):

	0-3 meses	3-6 meses	6-9 meses	9-12 meses	12-60 meses	60-120 meses	No sensibles
Plazo medio (en años)	0.125	0.375	0.625	0.875	3	7.5	
Curva	3.00%	3.50%	3.70%	4.00%	5.00%	6.00%	
Factor de descuento	0.996	0.987	0.978	0.966	0.864	0.646	
Préstamos hipotecarios	30	30	30	30	140	90	0
Préstamos hipotecarios a valor presente	29.89	29.62	29.33	28.99	120.94	58.14	-
<b>Valor económico (hipotecarios)</b>	<b>296.89</b>						

Fuente: Elaboración propia en base a Dermine & Bissada (2003) y datos propios.

La línea "Préstamos hipotecarios a valor presente" multiplica el vencimiento del saldo en un tramo, por el factor de descuento del mismo tramo. Por ejemplo, en el tramo 0-3 meses, se multiplica el vencimiento del saldo (30) por el factor de descuento del mismo tramo (0.996), y el resultado es

29.89. Esto es  $V_1FD_1$ . Se hace lo mismo en los demás tramos y la sumatoria (296.89) no es más que la expresión (38), que no es otra cosa sino el valor económico del epígrafe “Préstamos hipotecarios”. De manera similar se hace con los demás epígrafes del activo y del pasivo, y tendría lo siguiente:

**Tabla 7 Valor económico del activo y pasivo<sup>19</sup>**

			0-3 meses	3-6 meses	6-9 meses	9-12 meses	12-60 meses	60-120 meses	No sensibles
Plazo medio (en años)			0.125	0.375	0.625	0.875	3	7.5	
Curva			3.00%	3.50%	3.70%	4.00%	5.00%	6.00%	
Factor de descuento			0.996	0.987	0.978	0.966	0.864	0.646	
Depósitos en el BCR	40	-	0	0	0	0	0	0	40
Préstamos hipotecarios	350	296.89	30	30	30	30	140	90	0
Préstamos a empresas	300	297.50	200	50	50	0	0	0	0
Préstamos de consumo	0	-	0	0	0	0	0	0	0
Préstamos interbancarios	250	245.24	50	50	100	50	0	0	0
Inversiones	130	107.21	10	10	10	10	45	45	0
Activo fijo	30	-	0	0	0	0	0	0	30
<b>Total</b>	<b>1100</b>	<b>946.85</b>	<b>290</b>	<b>140</b>	<b>190</b>	<b>90</b>	<b>185</b>	<b>135</b>	<b>70</b>
Depósitos a la vista	500	498.16	500	0	0	0	0	0	0
Depósitos a plazo	300	294.71	0	150	150	0	0	0	0
Depósitos interbancarios	240	237.84	100	140	0	0	0	0	0
Bonos emitidos	0	-	0	0	0	0	0	0	0
Deuda subordinada	20	0	0	0	0	0	0	0	0
Fondos propios	40	-	0	0	0	0	0	0	0
<b>Total</b>	<b>1100</b>	<b>1030.70</b>	<b>600</b>	<b>290</b>	<b>150</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

Fuente: Elaboración propia en base a Dermine (2003) y datos propios.

Agregando los valores económicos de cada epígrafe<sup>20</sup>, se tiene finalmente:

VE activo	946.85
VE pasivo	-1,030.70
VE	-83.85

<sup>19</sup> No consideramos la deuda subordinada al ser prácticamente parte del patrimonio. El patrimonio sale del análisis porque precisamente es lo que estamos tratando de sensibilizar con el activo y el pasivo.

<sup>20</sup> Precisamente aquí se encuentra la principal fortaleza de este método: se valoriza todo el balance del banco, revalorizándolo para así calcular la sensibilidad. No obstante, en el proceso de revalorización está la principal debilidad del método: los spreads considerados son completamente arbitrarios, pudiendo con frecuencia no conversar con la realidad.

Lo que el cuadro anterior quiere decir es que el valor del banco (valor patrimonial) es de PEN 83.85 MM, utilizando una curva de tasas de interés para la valorización de los flujos.

Ahora habrá que sensibilizar la curva con +100 puntos básicos. El resultado es el siguiente:

**Tabla 8 Valor económico del activo y pasivo sensibilizado +100pb**

			0-3 meses	3-6 meses	6-9 meses	9-12 meses	12-60 meses	60-120 meses	No sensibles
Plazo medio (en años)			0.125	0.375	0.625	0.875	3	7.5	
Curva			4.00%	4.50%	4.70%	5.00%	6.00%	7.00%	
Factor de descuento			0.995	0.984	0.972	0.958	0.840	0.602	
Depósitos en el BCR	40	-	0	0	0	0	0	0	40
Préstamos hipotecarios	350	288.89	30	30	30	30	140	90	0
Préstamos a empresas	300	296.79	200	50	50	0	0	0	0
Préstamos de consumo	0	-	0	0	0	0	0	0	0
Préstamos interbancarios	250	244.02	50	50	100	50	0	0	0
Inversiones	130	103.96	10	10	10	10	45	45	0
Activo fijo	30	-	0	0	0	0	0	0	30
<b>Total</b>	<b>1100</b>	<b>933.76</b>	<b>290</b>	<b>140</b>	<b>190</b>	<b>90</b>	<b>185</b>	<b>135</b>	<b>70</b>
Depósitos a la vista	500	497.55	500	0	0	0	0	0	0
Depósitos a plazo	300	293.30	0	150	150	0	0	0	0
Depósitos interbancarios	240	237.22	100	140	0	0	0	0	0
Bonos emitidos	0	-	0	0	0	0	0	0	0
Deuda subordinada	20	-	0	0	0	0	0	0	0
Fondos propios	40	-	0	0	0	0	0	0	0
<b>Total</b>	<b>1100</b>	<b>1028.07</b>	<b>600</b>	<b>290</b>	<b>150</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

Fuente: Elaboración propia en base a Dermine (2003) y datos propios.

Agregando los valores económicos de cada epígrafe, se tiene el siguiente resultado:

VE activo	933.76
VE pasivo	-1,028.07
VE	-94.32

Lo que el cuadro anterior quiere decir es que el valor del banco (valor patrimonial) es de PEN 94.32 MM, utilizando una curva de tasas de interés para la valorización de los flujos sensibilizada en +100 puntos básicos.

Por último, sensibilizamos la curva con -100 puntos básicos. El resultado es el siguiente:

**Tabla 9 Valor económico del Activo y Pasivo sensibilizado -100pb**

			0-3 meses	3-6 meses	6-9 meses	9-12 meses	12-60 meses	60-120 meses	No sensibles
Plazo medio (en años)			0.125	0.375	0.625	0.875	3	7.5	
Curva			4.00%	4.50%	4.70%	5.00%	6.00%	7.00%	
Factor de descuento			0.995	0.984	0.972	0.958	0.840	0.602	
Depósitos en el BCR	40	-	0	0	0	0	0	0	40
Préstamos hipotecarios	350	305.27	30	30	30	30	140	90	0
Préstamos a empresas	300	298.22	200	50	50	0	0	0	0
Préstamos de consumo	0	-	0	0	0	0	0	0	0
Préstamos interbancarios	250	246.49	50	50	100	50	0	0	0
Inversiones	130	110.68	10	10	10	10	45	45	0
Activo fijo	30	-	0	0	0	0	0	0	30
<b>Total</b>	<b>1100</b>	<b>960.65</b>	<b>290</b>	<b>140</b>	<b>190</b>	<b>90</b>	<b>185</b>	<b>135</b>	<b>70</b>
Depósitos a la vista	500	498.76	500	0	0	0	0	0	0
Depósitos a plazo	300	296.14	0	150	150	0	0	0	0
Depósitos interbancarios	240	238.46	100	140	0	0	0	0	0
Bonos emitidos	0	-	0	0	0	0	0	0	0
Deuda subordinada	20	-	0	0	0	0	0	0	0
Fondos propios	40	-	0	0	0	0	0	0	0
<b>Total</b>	<b>1100</b>	<b>1033.37</b>	<b>600</b>	<b>290</b>	<b>150</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

Fuente: Elaboración propia en base a Dermine (2003) y datos propios.

Agregando los valores económicos de cada epígrafe, tenemos:

VE activo	960.65
VE pasivo	-1,033.37
VE	-72.72

Lo que el cuadro anterior quiere decir es que el valor del banco (valor patrimonial) es de PEN 72.72 MM, utilizando una curva de tasas de interés para la valorización de los flujos sensibilizada en -100 puntos básicos.

Con el valor económico calculado con curva de descuento sin sensibilizar, y con curvas de descuento con +100 puntos básicos y -100 puntos básicos<sup>21</sup>, se calcula las sensibilidades de valor económico por simple diferencia:

	Normal	+100pb	-100pb
VE activo	946.85	933.8	960.7
VE pasivo	-1,030.70	-1,028.07	-1,033.37
VE	-83.85	-94.32	-72.72
SVE		-10.5	11.1

Lo que el cuadro anterior quiere decir es que si las tasas se mueven 100 puntos básicos, el valor económico del banco (el valor patrimonial) caerá PEN 10.5 MM (o PEN 11.1 MM, dependiendo de lo que hayamos definido como referencia).

<sup>21</sup> En teoría, la sensibilidad con +100 puntos básicos y -100 puntos básicos debería ser bastante similar, siendo indistinto el uso de alguna de ellas para la gestión, aunque suele preferirse la sensibilidad hacia arriba (+100 puntos básicos), como similitud a la duración para el caso de la renta fija.

## Referencias

- Basel Committee on Banking Supervision. (2004, julio). *Principles for the Management and Supervision of Interest Rate Risk*. Recuperado de <http://www.bis.org/publ/bcbsca09.pdf>.
- Bessis, J. (2010). *Risk Management in Banking* (3ra ed.). West Sussex: John Wiley & Sons.
- Club de Gestión de Riesgos de España. (2005). *Riesgo estructural de balance*. Madrid: Club de Riesgos de España.
- Chacón Mosquera, R. (2004). *Construcción de la curva cupón cero: caso colombiano*. Bogotá. I Simposio de Docentes de Finanzas. Recuperado de [http://sigma.poligran.edu.co/politecnico/apoyo/decisiones/simposio/documentos/30\\_curva\\_cupon\\_cero\\_chacon.pdf](http://sigma.poligran.edu.co/politecnico/apoyo/decisiones/simposio/documentos/30_curva_cupon_cero_chacon.pdf).
- De Lara Haro, A. (2002). *Medición y control de riesgos financieros* (2da ed.). México D.F: Limusa.
- Dermine, J. (2009). *Bank Valuation and Value-based Management*. New York: McGraw Hill.
- Dermine, J. & Bissada, Y. (2003). *La Gestión de Activos y Pasivos Financieros*. Madrid: Pearson Educación.
- Jorion, P. (2002). *Valor en Riesgo*. México D.F: Limusa.
- Julio, J., Mera, S. & Revéz, A. (2002). *La Curva Spot (cupón cero): Estimación con Splines cúbicos suavizados, usos y ejemplos*. Recuperado de [http://www.banrep.gov.co/docum/Lectura\\_finanzas/pdf/lectura6.pdf](http://www.banrep.gov.co/docum/Lectura_finanzas/pdf/lectura6.pdf).
- Macauley, F. (1938). *Some Theoretical Problems Suggested by the Movements of Interest Rate, Bond Yields and Stock Prices in the United States Since 1856*. New York; National Bureau of Economic Research.
- Martín, M. Á. (2012). Apuntes de clase del curso “Riesgos de Mercado” de la Maestría en Finanzas. Lima: ESAN
- Martín, M. Á. (2007). *Inversiones*. México: Pearson de México.
- Mongrut, S. (2012). Apuntes de clase del curso “Asset and Liability Management” de la Maestría en Finanzas. Lima: ESAN.

Vilariño Sanz, Á. (2001). *Turbulencias Financieras y Riesgos de Mercado*. Madrid: Pearson Educación.