

---

## *De la función de riesgos: una aproximación a los riesgos del balance*

---

Juan Andrés Yanes (\*)  
Jesús M. Tarriba Unger (\*)

En el presente artículo se hace una revisión de los conceptos generales de la gestión de riesgos. Se describe un área de riesgos en una institución de ámbito global. A continuación, se describen los factores de riesgo involucrados en la gestión del balance, abordando brevemente el problema de la asignación de capital económico y la necesidad de contar con un sistema de tasas de transferencia. Luego, la discusión se centra en los principales factores de riesgo del balance, para después abordar las principales medidas estáticas y dinámicas relevantes a la gestión del riesgo. La medición y control del riesgo de liquidez del balance se tratan en una sección aparte. Finalmente, se presenta, como ejemplo práctico, la aplicación de una metodología desarrollada para el tratamiento de depósitos de clientes sin vencimiento definido.

### **1. INTRODUCCIÓN**

En las últimas décadas, inversionistas, reguladores y la propia dinámica de los mercados han llevado a las instituciones financieras a dedicar esfuerzos y recursos importantes al desarrollo de modelos de organización y procesos para potenciar la gestión de los riesgos de crédito, mercado y operacional. La gestión eficiente del riesgo se percibe cada vez más como una función que agrega valor a la firma. Una función que exige de la capacidad y el compromiso de la alta dirección. Tradicionalmente, la función de riesgos de crédito y la función de riesgos de mercado han estado segregadas, siendo funciones organizadas con distintas líneas de reporte organizativo y, de mayor importancia, utilizando distintos procesos, metodologías y criterios de valoración, sin llegar a métricas de riesgos y control y seguimiento comparables. En contraposición a esto, cada vez más, dadas la complejidad y sofisticación de los clientes, productos e intermediarios del mercado, la medición y el control del riesgo requieren un tratamiento conjunto e integrado de los riesgos. Este camino permitiría avanzar hacia una medición sobre la base del capital económico como medida de referencia homogénea de las diversas y complejas actividades de negocio de una entidad financiera. Si bien todavía persiste la inercia de realizar un tratamiento por separado de los riesgos, la presión del ente regulador y la demanda de los mercados por optimi-

---

(\*) Juan Andrés Yanes es Director de Riesgos de Mercado (Santander Central Hispano). Jesús M. Tarriba Unger es Analista Senior de Riesgos de Mercado, Depto. de Metodología y Análisis Cuantitativo (Santander Central Hispano).

zar cada vez más el uso del capital y, por otro lado, de limitar tanto en frecuencia como en importe la ocurrencia de sorpresas, se puede esperar que una función de riesgos única e integrada sea el estándar hacia el cual avanza la industria financiera.

Las actividades de toda entidad financiera pueden ser de dos tipos: *i)* actividades de negociación, y *ii)* actividades de balance. Esta división tiene implicaciones en la medición de los riesgos y se refleja contablemente de forma distinta. Las premisas de intención de riesgo asociada a cada una de estas actividades varían en su dimensión y período temporal de tenencia de la posición en riesgo abierta. La transformación de la función de riesgos hacia una función integrada afecta especialmente a la gestión del balance. El principio guía es medir y controlar el riesgo originado por el desajuste estructural de los flujos de efectivo, vencimientos y reprecitaciones de sus activos y pasivos. En la gestión de balance no solo impactan las variables económicas. Las asimetrías contables y ciertos costes regulatorios deben incorporarse en el análisis. Mediante una gestión de balance eficiente y eficaz se busca alcanzar objetivos de margen financiero y crecimiento del valor patrimonial del balance, a la par de velar por la solvencia y disponibilidad de liquidez de la institución en el corto, medio y largo plazo.

Las últimas décadas han sido testigo de un desarrollo notable en la sofisticación de las herramientas usadas en la gestión del balance, desarrollo sustentado en avances en las metodologías cuantitativas y la tecnología de la información aplicadas a los mercados financieros. Este proceso ha ido de la mano con la progresiva liberalización y globalización de los mercados, que han traído aparejadas una mayor volatilidad en las variables que afectan al valor económico de activos y pasivos financieros [véanse Fabozzi *et al.* (1996), Corynyn (1997), Jarrow y Deventer *et al.* (1998), Ziemba y Mulvey *et al.* (1998), Srinivaslu (2000), y Scherer *et al.* (2003)].

La complejidad creciente de instrumentos y mercados financieros ha obligado a abordar el problema de la gestión del balance con soluciones novedosas. En la medición del riesgo se utilizan cada vez más los modelos de valoración de mercado, cálculos dinámicos y técnicas de simulación y optimización de carteras. No hacer nada e ignorar los nuevos retos no es una opción válida. Esto último se ha evidenciado en las crisis bancarias de los *Savings and Loans* en los Estados Unidos en la década de los ochenta, que se vieron afectadas por la inversión de la curva de tipos de interés. Igualmente, en la crisis asiática a finales de los noventa y de los mercados latinoamericanos, donde la devaluación de las monedas locales desencadenó fuertes pérdidas y quiebras en el sistema financiero [Srinivaslu (2000)].

De los riesgos estructurales que afectan al balance de una institución financiera, la exposición se enfocará principalmente al riesgo de tipos de interés y el riesgo de liquidez. El riesgo de tipo de interés deriva del impacto sobre el margen financiero y el valor económico del balance de movimientos no esperados en las curvas de tipos de interés. Por riesgo

de liquidez se entiende la pérdida potencial ocasionada por eventos que afectan a la capacidad de disponer de recursos para enfrentar sus obligaciones pasivas, ya sea por la imposibilidad de vender activos, por reducción inesperada de pasivos comerciales o por ver cerradas sus fuentes normales de financiación.

Las técnicas para gestionar y controlar los riesgos del balance pueden variar dependiendo del contexto y alcance de su aplicación. Mientras hay posiciones en el balance a las que es directo asignar un valor económico por su correspondencia con ciertos instrumentos negociados en mercados líquidos (*Marked-to-Market*), en otros casos los instrumentos tienen escasa o nula liquidez o no son observables en el mercado (*Marked-to-Model*). Si bien en ciertos casos es posible sintetizar u homologar las posiciones sin liquidez a instrumentos negociables y llegar así a un tratamiento aproximado, en otros no es posible asignar un valor económico sin recurrir a hipótesis o supuestos difíciles de contrastar empíricamente. Esto provoca asimetrías en el tratamiento y gestión integral de las diferentes carteras y negocios en balance y obstaculiza el alcanzar prácticas estándar de aceptación general por las instituciones financieras y los reguladores.

Independientemente de la dificultad de modelizar varios de los productos y/o masas del balance, existe consenso en que los esfuerzos deben dirigirse a medir las actividades de gestión del balance en términos de consumo de capital económico. Este concepto se erige entonces en moneda común, concepto a partir del cual es posible medir y agregar riesgos y obtener criterios de rentabilidad uniformes. Bajo este esquema, es posible segmentar y diferenciar los ámbitos de responsabilidad entre las distintas funciones y actividades de negocio, enfocando cada área de negocio a la gestión de los riesgos en los que se especialice y, a precios de mercado, transferir el riesgo remanente que genere a una función central de gestión del balance.

En el presente artículo se hace una revisión genérica de los principales conceptos afines a la gestión del riesgo de mercado de los activos y pasivos en un banco. En la sección 2 se describen las principales funciones, técnicas y herramientas del área de riesgos de mercado para una institución financiera de ámbito global. Se abordan también los principales tipos de riesgo del balance, se discute el concepto de capital económico, su asignación a las diferentes líneas de negocio y la necesidad de contar con un sistema efectivo de tasas de transferencia. En la sección 3, la discusión se centra en los principales factores de riesgos de mercado del balance, cubriendo diversos conceptos cuantitativos y metodológicos necesarios para el desarrollo y aplicación de medidas de riesgo de mercado, tratando de observar un orden de progresiva complejidad que se corresponde con su evolución histórica, pasando del tratamiento inicial por *gaps* de vencimiento a las sofisticadas técnicas de simulación dinámica de las masas de balance. En la sección 4 se tratan la medición y control del riesgo de liquidez del balance. Finalmente, en la sección 5 se presenta, como ejemplo práctico, la aplicación de una metodología de-

sarrollada para el tratamiento de depósitos de clientes sin vencimiento definido.

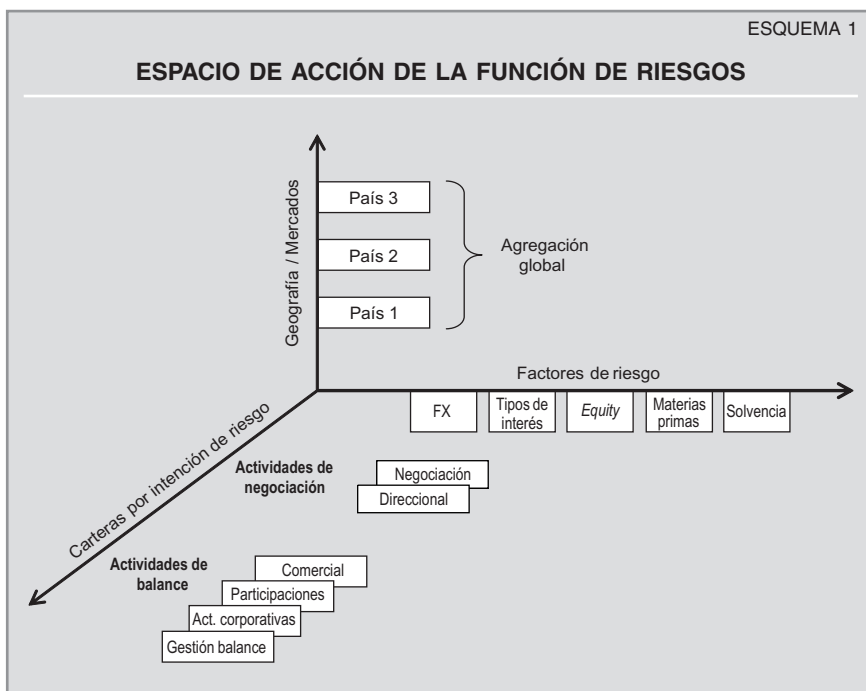
Como se puede ver, el documento está estructurado partiendo de una visión general de la función de riesgos; se abordan luego asuntos más específicos a la medición de riesgos, terminando con un caso práctico.

## **2. HACIA UNA GESTIÓN INTEGRADA DE LOS RIESGOS DEL BALANCE**

Con el desarrollo de los mercados financieros, la integración global y el acceso que hoy tienen los jugadores del mercado a una amplia gama de productos y servicios, la función de riesgos ha visto una transformación significativa en los últimos diez años. Los cambios de la función de riesgos en entidades financieras han sido impulsados no solo por las demandas internas de las unidades de negocio, sino también por las recomendaciones y requerimientos de los entes reguladores y de las exigentes prácticas de mercado. Con ello se busca lograr una mayor transparencia y desarrollo de los servicios financieros, que permita optimizar el consumo de capital por las distintas actividades de negocio.

La expansión de las capacidades de los distintos jugadores de intervenir en múltiples mercados en productos y servicios afectados por varios factores de riesgos hace que la función de riesgos se esté transformando de una función que aislaba, en el caso de los bancos, el riesgo de crédito de los otros factores de riesgo, a una función de riesgos que tiende al análisis, medición y control del riesgo como una variable única que aglutina múltiples factores. Una variable que define el capital necesario en consonancia con la calificación de riesgos objetiva.

El espacio de acción de una función de riesgos tiene niveles de complejidad que varían de firma en firma. En el esquema 1 se ilustra el concepto del «espacio de acción» de la función de riesgos. Cada dimensión corresponde a un vector de segmentación de las dimensiones de riesgo de una institución financiera de alcance global. Diferentes cortes o regiones de dicho espacio se corresponden con diferentes niveles de análisis, control y seguimiento de los riesgos. La ordenación de los riesgos y la medición homogénea de las actividades requieren de herramientas y metodologías de medición que permitan valorar, al mismo tiempo, los riesgos marginales y el impacto en la agrupación de los mismos. La medición de riesgos, en situaciones de mercados perfectos, se podría resumir en el capital económico en riesgo (CeR). Este se define como la variación del valor económico del capital en un período de tiempo para un intervalo de confianza dado y ajustado según la intención de riesgo de las carteras. En este sentido, los avances que se han producido en torno a las medidas de valor en riesgo y modelos de correlación entre los componentes de las distintas carteras han sido claves en la mejora de la descripción y transparencia de la posición en riesgo de una entidad.



En consecuencia, la discusión se centra en dimensionar el perímetro de actuación de la función de riesgos. Las definiciones tradicionales de los riesgos (crédito, mercado y liquidez) se mantienen como los riesgos a ser tutelados por la función de riesgos. En lo referente a los riesgos legales, fiscales y operaciones, si bien la función de riesgos debe conocer los posibles impactos en el valor de las carteras, las capacidades diferenciales para el análisis, control y seguimiento están normalmente en otras unidades. En consecuencia, si bien se pueden tener múltiples vectores de clasificación, las principales dimensiones se resumen en tres: *i)* los factores de riesgos; *ii)* la segmentación de carteras por intención de riesgos, y *iii)* los mercados / geografía. Cada dimensión define un conjunto de atributos y ámbitos de responsabilidad de las diferentes áreas de la institución y su interacción con la función global de riesgos. Como subyacente a estas tres dimensiones están la suma de clientes/contrapartes con los que la entidad opera y los productos que esta intermedia.

**Factores de riesgo:** Se entiende por factores de riesgos el conjunto de variables económicas y financieras que afectan a la gestión del balance, que se deben modelar tanto para valorar los instrumentos en las carteras como para medir la incertidumbre en su valor económico y rentabilidad. Esta es la dimensión clave desde un punto de vista estrictamente metodológico. Agregar de forma correcta a lo largo de esta dimensión lleva al nada trivial problema de modelar las correlaciones entre las variables.

El riesgo de liquidez, definido como las pérdidas ocasionadas por eventos que afectan a la capacidad del banco de tener caja disponible para enfrentar sus obligaciones pasivas, sea por la imposibilidad de vender sus activos o por ver cerradas o encarecidas sus fuentes tradiciona-

les de financiación, es un riesgo inherente a la dinámica de las actividades de la función central de gestión financiera. Por ello, no se incluye como un factor de riesgo. El riesgo de liquidez es una consecuencia de la suma de las actividades de las distintas áreas de la entidad.

**Carteras por intención de riesgo:** La clasificación por carteras se corresponde con las diferentes líneas de negocio e intención de riesgo. Aquí las dificultades principales giran alrededor de las discrepancias en los criterios contables y de gestión que derivan de la diferente naturaleza de los negocios y de los mercados en que operan. Una posible segmentación de las carteras sería:

**Actividades de negociación:**

- Negociación, donde se concentran las actividades de compraventa de instrumentos de alta liquidez con horizonte de inversión de corto plazo.
- Posicionamiento direccional, donde se incluyen las posiciones con una intención de maximizar valor que resultan de posicionamiento direccional del capital con superávit de las actividades de clientes. Se consideran dentro de las actividades de negociación, ya que su medición de riesgos y de desempeño son bastante similares.

**Actividades de balance:**

- Comercial/clientes, responsable de otorgar créditos comerciales y captar financiación de clientes. Es, por tanto, la principal responsable de la gestión de riesgo de crédito, proporcionando a la vez una financiación estable y barata.
- Participaciones estratégicas, por lo que se entiende la inversión estratégica en el capital de firmas industriales y/o financieras.
- Actividades corporativas, donde se incluyen las actividades de la firma que normalmente no están relacionadas directamente con las actividades de negocio. Como ejemplo están los activos y pasivos no operacionales o los relacionados con temas laborales y fiscales.
- Gestión financiera/estructural, por lo que entendemos las carteras cuya finalidad es la gestión del riesgo remanente de las diferentes actividades del banco. Su gestión es centralizada y tiene por objetivo la inmunización de los riesgos financieros en aras de reducir la volatilidad del margen financiero y del valor patrimonial. Igualmente, vela por la solvencia y la liquidez de la institución.

**Geografía y mercados:** Este eje permite moverse entre el ámbito local y el global. La separación entre mercados emergentes y mercados desarrollados es de particular importancia en los criterios de consolidación

de riesgos. Los mercados expuestos a riesgos de transferibilidad y convertibilidad deben ser aislados en sí mismos. Los modelos de correlación entre actividades en mercados desarrollados y mercados emergentes están expuestos a riesgos de intervención que no son medibles ni controlables.

## 2.1. Del proceso de riesgos

Uno de los principales objetivos de una función de riesgos es tener una cierta capacidad predictiva, donde, ante movimientos de los factores de riesgo para un intervalo de confianza alto —en línea con el nivel de solvencia (*rating*) objetivo—, el capital económico de la entidad sea suficiente para hacer frente a las pérdidas que se generen durante dicho intervalo de tiempo. El capital económico de una firma puede diferir de su capital contable, pues este último se define en términos del valor en libros de los activos y pasivos, que no refleja necesariamente su valor económico. En el caso de las instituciones financieras, existe además el concepto de capital regulatorio. Aunque la finalidad de este también es garantizar la robustez de los bancos y, por tanto, del sistema financiero en su conjunto, tampoco coincide necesariamente con el capital económico, pues por lo general se basa en medidas estandarizadas.

Esta definición se ha aplicado tradicionalmente a las entidades financieras con una visión del riesgo crediticio. La explicación de las pérdidas generadas por la variación de los factores de riesgos con un horizonte temporal diario ha sido tradicionalmente ignorada, si bien la razón de este comportamiento es comprensible en el entorno de mercados poco interconectados y de poca complejidad en los mercados y productos financieros. La reciente evolución en términos de sofisticación y profundidad de los mercados requiere de un proceso de riesgos único y homogéneo que permita, por un lado, la medición y valoración integral de todos los riesgos y, por otro, una asignación de recursos que integre en una única medición, capital económico, todas las dimensiones del espacio de riesgos. De esta forma, se puede conseguir que la entidad pueda definir el requerimiento de capital resultante de las distintas actividades de negocio, la medición del desempeño de cada unidad y, en consecuencia, un proceso de asignación de capital único y no arbitrable.

El proceso de riesgos tiene una participación fundamental en el proceso de decisión de la entidad. La función de riesgo debe describir a lo largo de cada dimensión de su espacio de actuación las características de cada cartera y estar en capacidad de predecir, con un nivel de confianza y para un intervalo de tiempo dados, el requerimiento de capital de las unidades de negocio, la rentabilidad marginal de cada transacción, y la rentabilidad de la cartera de clientes y productos de cada actividad.

El proceso de riesgos es único, secuencial e iterativo. Es un proceso integrado. La cultura de riesgos y su impacto en las decisiones de negocio son elementos definidores de la cultura de la entidad. Basándose en las directrices marcadas por la alta dirección en términos de calificación



de riesgo objetivo, la función de riesgos establece políticas y criterios de medición que se aplican indistintamente a lo largo de todas las unidades de negocio. El proceso de riesgos implica establecer una rutina de actividades que se deben ejecutar, con el objeto, por una parte, de reducir las sorpresas ante movimientos inesperados de los factores de riesgo y, por otra, de ser parte activa en la gestión del capital de la entidad. Las actividades se pueden resumir en los siguientes temas:

- Políticas y procedimientos.
- Análisis e identificación de los riesgos.
- Valoración y medición.
- Control y seguimiento continuo de límites y posiciones.
- Consolidación y distribución de la información.
- Calibración y análisis de escenarios.
- Verificación y auditorías.

## 2.2. Métricas de riesgo

Las métricas de riesgos de mercado tienen en común el tratar de predecir o acotar de cierta forma la variabilidad de las pérdidas y ganancias (PyG) y cambios en el valor patrimonial. La función de riesgos concentra el conocimiento necesario para valorar continuamente los instrumentos financieros y cuantificar el impacto en el valor económico de las carteras resultante de las variaciones en los mercados. Es por ello por lo que el cálculo, control y seguimiento del PyG económico de una institución financiera son parte de las actividades de riesgo. La responsabilidad del PyG contable es claro que corresponde a la función de control de gestión o intervención general. El análisis, control y seguimiento de la variación diaria del PyG económico es, por encima de todas las métricas de riesgo, el mejor indicador de la evolución de la posición de riesgo de una entidad.

Los acercamientos metodológicos pueden variar significativamente debido a las características de cada negocio y del mercado en el que opera, entre otros factores, por su liquidez, localización geográfica u otros factores de riesgo cualitativos, según sea el caso. Esto ha llevado al desarrollo de medidas dirigidas a captar diversos aspectos o fuentes de variabilidad de las pérdidas y ganancias. A continuación se describen algunas de las más utilizadas en la gestión diaria de riesgos de mercado.

El VaR es la pérdida máxima que puede sufrir una cartera en cierto horizonte de tiempo para un determinado nivel de confianza. Es una medida estadística que requiere modelizar el comportamiento de los factores de riesgos subyacentes: las curvas de tipos de interés, tipos de cambio, materias primas, acciones y crédito, y las volatilidades de cada factor y las correlaciones entre ellos. Dentro de los métodos para el cálculo del



VaR, se destaca el de simulación histórica, que, al no hacer ningún supuesto sobre la distribución de los factores de riesgos subyacentes, es recomendable para mercados menos desarrollados y susceptibles a discontinuidades y para la medición de productos estructurados y con opcionalidad. Asimismo, para los mercados más líquidos y para instrumentos lineales, puede ser suficiente la utilización de modelos basados en matrices de varianzas y covarianzas (VaR paramétrico). El VaR, como toda medida sujeta a un modelo de valoración, presenta limitaciones ampliamente discutidas en la literatura de riesgos [véase, p. e., Aggarwal y Watson (1997)]. No obstante, entendidas dichas limitaciones, es un indicador que permite a la función de riesgos describir, de forma simple y agrupada, los riesgos de una entidad financiera. Adicionalmente al VaR, se requieren medidas y acciones complementarias que ayudan a un mejor entendimiento de la cartera de negocios.

Las sensibilidades se utilizan para medir la variación del valor de una cartera ante cambios estándar en las variables de mercado. Así, por ejemplo, se calcula la sensibilidad de una cartera de negociación de instrumentos de renta fija ante un movimiento paralelo del 1% en la curva los tipos de interés. Para el caso de carteras con opciones, son de uso común las llamadas griegas (delta, gamma, vega).

Las medidas de posición equivalente permiten representar el riesgo de una cartera en términos de instrumentos con características estándar (bonos de referencia, índices de mercado, etc.). El criterio es igualar, para el caso de tipos de interés, duraciones de los instrumentos en una única referencia fácilmente observable en el mercado.

Como actividades complementarias a la medición diaria de riesgos se realizan procesos de calibración y análisis de escenarios continuos, con el objeto de validar las hipótesis de trabajo y los modelos utilizados y evaluar posibles dispersiones de las mediciones de riesgos ante distintos escenarios. Los procesos de calibración son fundamentales para validar la correcta estimación de las medidas de riesgos dentro de las tolerancias establecidas. Entre estos sobresale el *backtesting*, que pone a prueba la bondad de las medidas de VaR y los datos del modelo. El análisis de escenarios, incluyendo los de estrés, es otra herramienta muy útil en el estudio de situaciones futuras de una cartera. Los escenarios pueden corresponder a condiciones de mercado extremas, a condiciones verificadas en el pasado o, simplemente, percibidas como probables en un futuro cercano.

Un problema muy relacionado y de vital importancia es el de las técnicas de agregación a lo largo de cada una de las dimensiones discutidas anteriormente. Como ya se mencionó, la agregación de los factores de riesgo lleva al problema de modelizar las correlaciones entre las variables de mercado. La distribución geográfica de los negocios lleva a la necesidad de establecer una política efectiva para fijar y controlar los límites de riesgo en cada una de las unidades de negocio en los distintos países, posiblemente de conjuntos de países (regiones), y a nivel global.

Finalmente, para la agregación entre carteras, los esfuerzos se enfocan en conseguir mediciones de capital económico. Medición que permite resumir en una medida común que, por un lado, trascienda las particularidades de las diferentes líneas de negocio y, por otro, sea una medida agregable.

La suma de estas medidas y procesos complementarios permite establecer, medir y controlar un sistema de límites de riesgos para las diferentes carteras (contrapartes, productos, mercados y geografías). Estos límites pueden estar basados directamente en las medidas referidas o, mejor aún, basadas en el resultante consumo de capital económico.

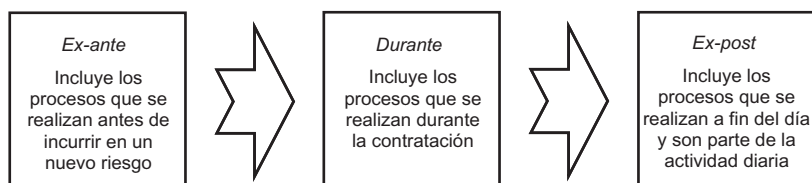
### **2.3. Infraestructura**

La infraestructura de riesgos es la base para el buen desempeño de la función de riesgos. Los avances de la tecnología de la información permiten un tratamiento de datos y capacidades de simulación que hacen de la infraestructura una pieza clave para la instrumentación de las políticas y procesos de riesgos. Es una actividad que se integra en el día a día, facilitando los procesos de admisión, libera a las actividades de control y seguimiento de las actividades de captura de información y conciliación manual para enfocarlas en el análisis diario de las carteras, actividades de calibración y análisis de escenarios.

Las actividades de infraestructura son un elemento fundamental en un entorno donde se requiere la máxima automatización de los procesos involucrados. Cabe señalar que no es una función que se pueda integrar a las áreas de tecnología, sino que se debe asimilar a la función de riesgos, actuando como bisagra entre las actividades de riesgos y la implantación de sistemas adaptados funcionalmente a las particularidades de las actividades de riesgo. Entre otras razones, se pueden destacar las siguientes:

- Los sistemas de gestión y control de riesgos son complejos, con una parametrización y certificación que requiere conocimientos financieros y estadísticos avanzados.
- La integración de estos sistemas con otros de captura de datos estáticos y de mercado, bases de datos legales, gestores de límites y sistemas de información de gestión requiere un conocimiento funcional profundo de todas ellas y de sus relaciones existentes.
- La rapidez con que se producen los cambios en las áreas de negocio requiere mantener un equipo especializado para la implantación de nuevos productos, para los cambios en la operativa y para la aparición de nuevos sistemas. Todo esto obliga a estar continuamente revisando y modificando el entorno en el que se trabaja.

Los procesos de riesgos, procesos que comienzan antes de la ocurrencia de una transacción, se pueden separar en tres instantes de tiempo: *ex-ante*, durante y *ex-post*; si bien de carácter secuencial, pero con una flexibilidad en sistemas que permita la comunicación entre estos sin necesidad de respetar un orden secuencial.



*Ex-ante*: se incluyen los procesos que se realizan antes de que ocurran las transacciones. Aquí identificamos como principales:

- La aprobación de límites.
- La aprobación de nuevos productos.
- Los procesos de admisión.
- El mantenimiento de los repositorios de información, es decir, las bases de datos de crédito y de mercado.

Para dar el soporte necesario a estos procesos, se deben utilizar sistemas basados en tecnología Intranet, un portal interno de riesgos, donde es adecuado desarrollar los sistemas de seguimiento de las actividades, entre otras, para la aprobación de límites, un nuevo producto/cliente y de apoyo a la gestión de admisión. Con la dispersión y variabilidad de las fuentes de información, para tener un acceso rápido y controlado, también se desarrollan bases de datos con herramientas que permiten realizar el filtrado y depuración de la información, disminuyendo los errores y permitiendo realizar una función de control y seguimiento más eficaz.

*Durante*: se incluyen los procesos que se realizan en el transcurso de la contratación. Identificamos como más relevantes:

- La medición, valoración y cotización de operaciones.
- La evaluación del impacto marginal de la transacción en los riesgos de mercado y de crédito.
- El control de límites en tiempo real.

Para dar el soporte necesario a estos procesos se deben utilizar las plataformas de contratación especializadas por tipo de negocio, mayorista, minorista, banca privada y los sistemas de control de límites en tiempo real. Para esta clase de sistemas hay aplicaciones comerciales que es posible adaptar a las particularidades de cada entidad.

*Ex-Post*: se incluyen los procesos de la actividad más tradicional de riesgos:

- El control de los factores de riesgos previo a la ejecución de los cálculos a fin del día.
- El control y análisis de los resultados económicos (PyG económico), y variación en el valor de las carteras y los consumos de límites de riesgo.
- El control de límites y de excesos.
- La publicación de la información a las áreas de negocio y dirección.
- Las calibraciones de los modelos.
- La gestión activa de los riesgos estructurales.

Para dar el soporte necesario a estos procesos, se deben utilizar los sistemas avanzados de riesgos que permiten el cálculo del VaR, exposiciones, capital en riesgo (CeR), rendimiento sobre capital ajustado por riesgo (RoRAC), volúmenes equivalentes, sensibilidades a cualquier factor, simulación de escenarios incluyendo el de estrés, y actividades de calibración de modelos y series temporales. Aunque existen sistemas en el mercado que cubren la mayoría de las funcionalidades requeridas, en la práctica es común llevar a cabo desarrollos internos que dan una respuesta a las necesidades particulares de cada entidad. Para ello se requiere contar con un equipo de perfil cuantitativo y ciertas capacidades de gestión de proyectos.

Todo lo anterior se hace más complejo en la medida en que la entidad opera descentralizadamente en múltiples mercados y dispersos geográficamente. La conectividad entre las partes (en términos tecnológicos) y la uniformidad de cada una de las piezas de este rompecabezas de sistemas y de las plataformas de medición, valoración, contratación y de gestión de datos se convierten en elementos clave del diseño funcional de la infraestructura de riesgos.

## **2.4. Gestión de balance. Conceptos generales**

Hasta este punto se han discutido aspectos generales de la función de riesgos. La visión que se propone es avanzar hacia una gestión integral. Una visión que se resume en lograr estimar una única expresión del riesgo de una entidad como la posible variación, para cierto nivel de confianza y para un intervalo de tiempo definido, del valor patrimonial. El valor patrimonial se entiende como el capital económico necesario para el desarrollo y posicionamiento en la cartera de negocios (clientes, productos, mercados y geografías) de la entidad.

Si bien los conceptos de valor en riesgos son más comunes para las actividades de negociación, la idea es extender estos conceptos al trata-

miento de las actividades de balance. Los siguientes apartados se centran en describir cómo el proceso de riesgos y los conceptos de capital económico y valor en riesgo se pueden aplicar a las actividades de balance. Específicamente, la discusión se centrará en el factor riesgo de interés y en el riesgo estructural de liquidez. Finalmente, se describe una aproximación metodológica a la problemática de estimar la estructura temporal de los depósitos sin vencimiento ante movimientos de los tipos de interés.

El proceso de riesgos comentado anteriormente es perfectamente aplicable a las actividades de balance. Teniendo como base dicho proceso, se incluyen estas actividades específicas del análisis de balance:

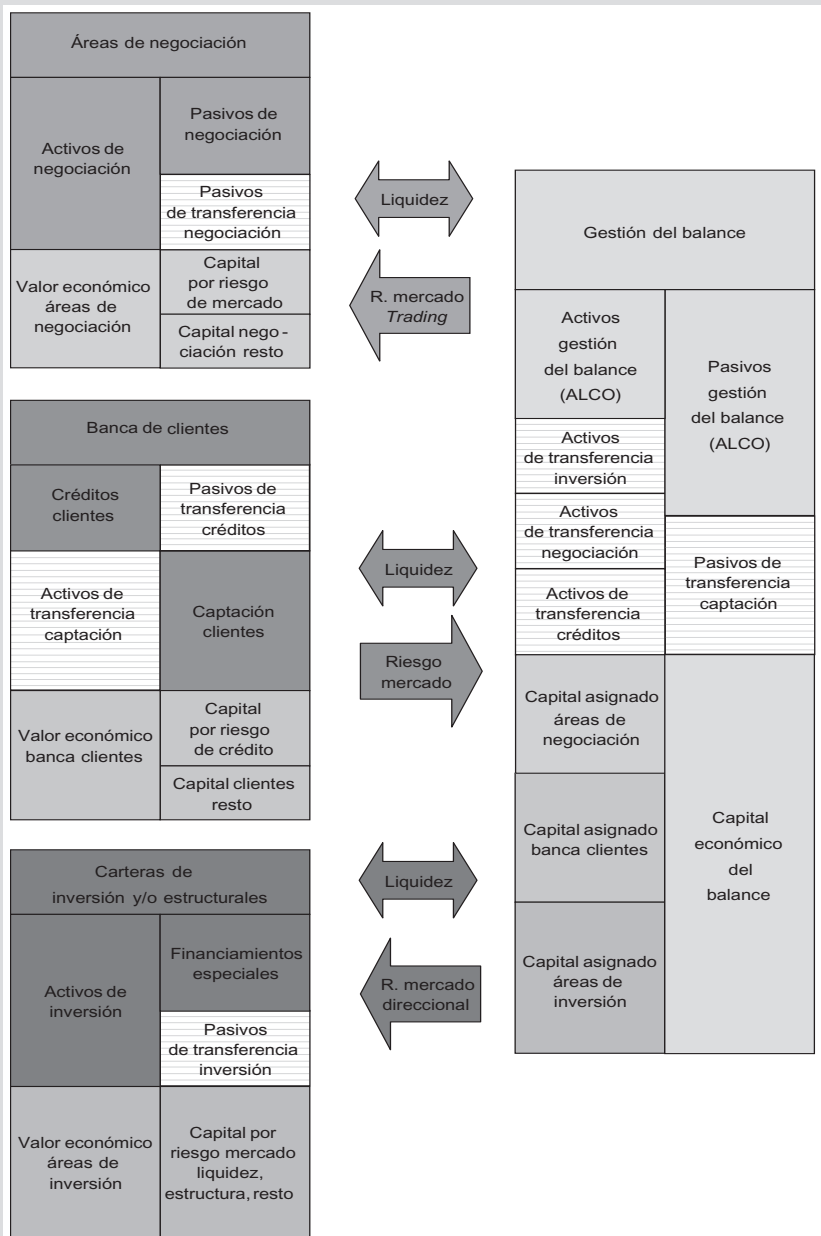
- Segmentación de las carteras por intención de riesgos.
- Aplicación de tasas de transferencia interna entre carteras.
- Desarrollo del mapa de riesgos por cada uno de los factores relevantes (*GAPs*).

#### *2.4.1. Segmentación del balance*

La adecuada segmentación de una entidad según las tres dimensiones del espacio de riesgos es un punto de partida básico al describir la posición de riesgos. La presentación de estados financieros contables para una institución financiera es limitada al describir los riesgos de la entidad. Tanto el ente regulador como las propias entidades financieras han dedicado esfuerzos importantes para hacer cada vez más transparente la información. No obstante, dadas las limitaciones prácticas que la contabilidad tiene, se hace necesaria la transformación de los balances contables consolidados en sub-balances por actividad de negocio, cartera e intención de riesgo. Adicionalmente, hay que considerar la dimensión temporal de los plazos de reprecación y vencimiento de los activos y los pasivos.

En el esquema 2 se ilustran la separación de carteras por intención de riesgos de las diferentes unidades de negocio y la respectiva asignación del capital económico. En este esquema se divide el balance en los grandes grupos, de acuerdo con su actividad. Cada grupo se puede considerar, a su vez, como un sub-balance, con su propio capital y posiciones activas y pasivas. Aquí se incluyen las transacciones intra-unidades a través de las cuales transfirieren a otras áreas aquellos riesgos que no sean de su responsabilidad. Estas transacciones de transferencia tienen como función canalizadora una función de gestión global de balance. Esta función es la responsable de gestionar el riesgo remanente de mercado y liquidez, con el objeto de inmunizar los riesgos. Las transacciones internas entre las áreas de negocio y el área de gestión financiera se hacen mediante la implantación de un sistema de tasas de transferencia que permite medir y controlar los riesgos específicos de cada área.

### ASIGNACIÓN DE CAPITAL ECONÓMICO A LAS DIFERENTES LÍNEAS DE NEGOCIO EN LA GESTIÓN DEL BALANCE DE UNA INSTITUCIÓN FINANCIERA (a)



(a) La liquidez es un recurso que se intercambia entre todas las áreas de responsabilidad, lo que se indica con las flechas bidireccionales. El riesgo de mercado, en cambio, se concentra, ya sea en las áreas de negociación, o en las áreas responsables de gestionar las carteras de inversión o estructurales. La banca de clientes, que se concentra principalmente en gestionar el riesgo de crédito, transfiere la totalidad del riesgo de mercado al área responsable de la gestión global del balance, la cual, a su vez, lo transfiere a las áreas especializadas en gestionarlo. Este proceso se indica con flechas unidireccionales.

### 2.4.2. Tasas de transferencia

Para lograr una distribución óptima de los recursos, se hace necesaria una medición homogénea y a valor de mercado de las relaciones intragrupo que se generan a través de la gestión financiera.

El sistema de tasas de transferencia permite la interacción de las distintas actividades a lo largo de las dimensiones del espacio de riesgos, de forma tal, que se optimiza la gestión de los distintos factores de riesgos y la valoración de las unidades y su desempeño. Con un sistema de tasas de transferencia se determina unívocamente la contribución de cada área de negocio al beneficio total de la entidad, y en este sentido es una herramienta fundamental para medir el desempeño en la gestión de las mismas.

Un ejemplo en el que se manifiesta la necesidad del uso de tasas de transferencia está en la gestión de la liquidez. La función principal de un sistema de tasas de transferencia es regular el intercambio de fondos entre las unidades de negocio y la gestión financiera. Esta última asume cualquier déficit o superávit residual originado en la operación diaria. Asimismo, los presupuestos, valoración de productos y políticas comerciales deberán ser coherentes con el sistema de transferencia establecido.

Los sistemas de tasas de transferencia son una herramienta poderosa de gestión, que permiten:

- Cubrir déficit y excesos de liquidez al interior del banco.
- Describir los descuadres de balance por factor de riesgo y por cartera.
- Transferir, entre otros, los riesgos de liquidez y de tipo de interés de las unidades de negocio a la gestión financiera, dibujando una línea clara y precisa entre las políticas de gestión comercial y las políticas de gestión financiera.
- Proyectar la rentabilidad esperada de los negocios.

Las tasas de transferencia establecidas deben ser verificables, auditables y, como regla general, se deben corresponder con los precios de mercado. Es una disciplina continua asignar a cada transacción su tasa de transferencia interna en el momento de su origen. A continuación se enumeran los procedimientos más usuales para su determinación.

- a) Tasa *pool* única. El método más sencillo para asignar una tasa de transferencia a cierta transacción es mediante el establecimiento de fondos comunes de financiación (*pools*). Los *pools* intentan traducir a una sola tasa el costo promedio de financiación o inversión adecuados para las diferentes clases de activos o pasivos. Ignoran la estructura de plazos de los tipos de interés y, por tanto, solo reflejan el costo real de financiamiento a nivel agregado,



pero no necesariamente a nivel de las transacciones individuales. Sin embargo, son de uso común, debido a la sencillez de cálculo e implementación.

- b) Tasas *pool* por intervalos de vencimiento. El siguiente refinamiento en el tratamiento de las tasas de transferencia es asignar varias tasas *pools* de acuerdo con el vencimiento de las transacciones. Esta asignación se puede hacer por intervalos de vencimiento (*buckets*) o mediante una curva de tipos, asignando una tasa a cada posible vencimiento. Aun en el caso de que las tasas *pool* por intervalo reflejen razonablemente bien el costo promedio para cada grupo de activos con un vencimiento dado, sigue siendo una aproximación, pues ignora el detalle de los flujos y amortizaciones intermedios que las diferentes transacciones pueden tener.
- c) Asignación vencimiento a vencimiento (*matched maturity*). Asumiendo que existe una estructura de tasas cupón cero de referencia a todos los plazos a partir de la cual se establecen los costos de financiación y rendimiento de las inversiones entre la gestión financiera y las unidades de negocio, es posible asignar un precio de transferencia a cada componente de una transacción. La cantidad relevante que se ha de determinar es el margen financiero total generado por la transacción respecto al costo o rendimiento implícito en una transacción «espejo», esta última con la misma estructura de amortizaciones, reprecación y fecha de pagos de intereses que la transacción original, pero con flujos de efectivos asignados a una contrapartida hipotética con la calidad crediticia asociada a la curva de descuento de referencia.

El método de cálculo vencimiento a vencimiento es, con mucho, el de mayor precisión de los discutidos. Sin embargo, ello es a costa de un nivel considerablemente mayor de complejidad de desarrollo e implantación que en el caso de los sistemas basados en tasas *pool*.

### 3. RIESGO DE INTERÉS EN LA GESTIÓN DEL BALANCE

En este apartado se hará primeramente una descripción de los varios tipos de movimientos de las curvas de tipos de interés, para luego hablar del efecto de la opcionalidad. Como herramienta de apoyo a la gestión de balance, se comentará el mapa de riesgos describiendo los varios refinamientos introducidos. A continuación se hará una revisión de las principales medidas de sensibilidad utilizadas tradicionalmente. Finalmente, se termina con una introducción a la simulación del balance.

El riesgo de interés es el originado por el descuadre entre la estructura de reprecación de activos y pasivos más el riesgo de mantener dichos descuadres expuestos al movimiento en las curvas de tipo de interés.

El análisis estadístico de series históricas muestra que, en muy buena aproximación, las tasas de interés evolucionan como un proceso que se puede resumir en tres movimientos básicos independientes a lo largo de toda la estructura de plazos [véase Rebonato (1996)]. Dichos movimientos básicos han tenido, en orden de importancia, el siguiente comportamiento:

- Movimientos en paralelo de la curva (aprox., 75%-80%).
- Movimientos en la pendiente de la curva (aprox., 3%-7%).
- Cambios en la curvatura (aprox., 1%-3%).
- Otros.

Dentro de estos comportamientos básicos de las curvas de tipos de interés, se debe considerar la posibilidad de que coexistan instrumentos cuyo valor está determinado por diversas curvas de descuento. Si la correlación de los movimientos entre las distintas curvas de descuento no es perfecta, se genera un riesgo adicional definido como riesgo de base. Este es un riesgo en el que su estimación es de particular importancia, dado que, en la realidad de los mercados, se ejecutan operaciones de cobertura basadas en expectativas de comportamiento similares entre distintas curvas de tipos de interés.

Como ejemplo, se pueden citar desfases entre los movimientos de las tasas de bonos del tesoro respecto a su equivalente en el mercado interbancario o de deuda corporativa. Otro caso es la reprecación de los depósitos en cuentas de ahorro remuneradas, cuya sensibilidad al movimiento de las tasas de interés puede mostrar desfases en el tiempo y según el tipo e importe de la cuenta. Para mitigar el riesgo de base se debe analizar la correlación de los componentes (plazos) de las curvas de tipos de interés y acotar los posibles desfases esperados.

Los movimientos en paralelo de la curva de tipos de interés representan normalmente la primera aproximación que se ha de considerar en la medición de riesgo de interés. Los tipos de interés en los diferentes plazos tienden a estar altamente correlacionados y, por tanto, a moverse en la misma dirección, aunque no necesariamente en la misma magnitud. La correlación es especialmente alta entre los plazos largos.

El riesgo ante movimientos paralelos suele ser el riesgo predominante en las entidades financieras. La distribución de los plazos tanto de vencimiento como de reprecación tienden a privilegiar los plazos largos en los activos y los plazos cortos en los pasivos. La razón para esto reside, en parte, en que, en condiciones normales, el rendimiento anualizado de los instrumentos de renta fija tiende a aumentar con el plazo a vencimiento.

Aun en el caso de que un balance se encuentre perfectamente inmunizado ante movimientos paralelos en la curva de tipos de interés, quedará siempre un riesgo remanente asociado a los posibles movimientos

no paralelos, principalmente cambios de pendiente y curvatura. En los cambios de pendiente, típicamente las tasas de corto y largo plazo se mueven en direcciones opuestas. El impacto que a efectos prácticos esto pueda tener depende de la estructura detallada de cada balance.

### 3.1. Opcionalidades del balance

El riesgo de interés se ve afectado por el riesgo de opcionalidad que contienen ciertos instrumentos financieros. Las opciones pueden ser parte de la estrategia de gestión de riesgo, al estar explícitamente incorporadas en transacciones de mercados organizados, o bien estar implícitas en los términos contractuales de ciertas operaciones comerciales con clientes, tanto en la captación como en la colocación de recursos. La mayor complejidad existe cuando las decisiones de ejercer dichas opciones dependen en mayor grado de parámetros de comportamiento y, en menor grado, de la racionalidad económica.

Las razones por las que puedan o no aparecer cláusulas de opcionalidad pueden ser múltiples. En algunos casos, las opciones se introducen para hacer más atractivo un producto comercial, o bien por regulación impuesta por las autoridades, o simplemente porque el banco o su contrapartida busquen una posición direccional o cubrirse respecto a movimientos de las variables subyacentes que determinan el ejercicio de las opciones. Adicionalmente se puede mencionar la opcionalidad incluida en cláusulas de prepago de activos o de cancelación prematura de pasivos.

Como ejemplos típicos de instrumentos en los bancos comerciales con opciones de prepago se pueden mencionar:

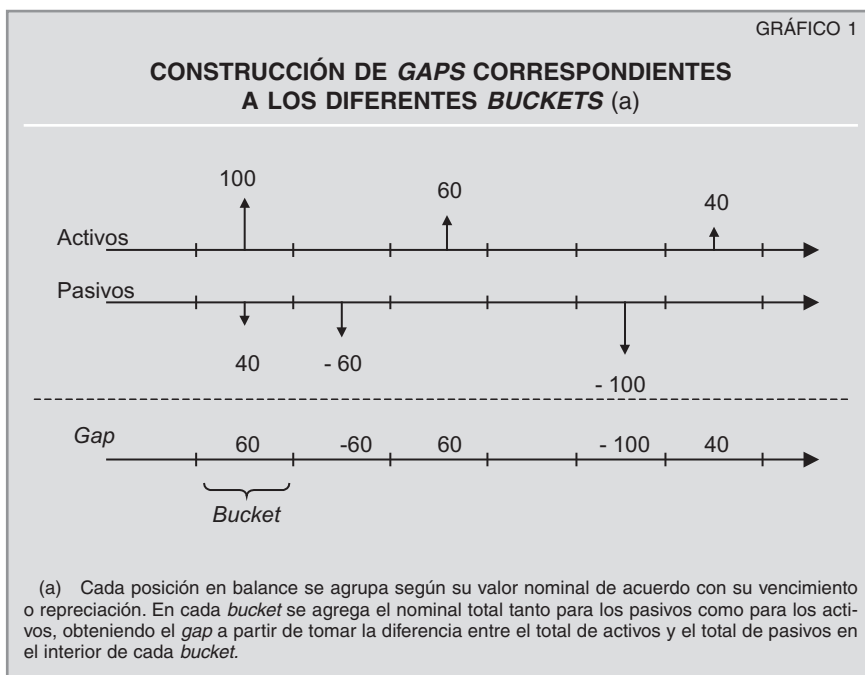
- Créditos con vencimiento contractual, pero con opciones de prepago de parte del deudor, como es el caso de créditos hipotecarios o comerciales. El contrato puede o no incluir una cláusula de penalización en caso de prepago.
- Créditos sin vencimiento contractual, como negocios de tarjetas de crédito, en los que el cliente tiene, desde luego, la opción de prepago.

### 3.2. Mapa de riesgos de balance

Con el objetivo de evaluar el descuadre de los activos y pasivos, en cuanto a riesgo de tipo de interés, se utiliza frecuentemente el mapa de la estructura temporal de reprecitaciones de los componentes del balance. Este permite una visión global de la exposición del balance al riesgo de tipo de interés.

En el gráfico 1 se ilustra el procedimiento para construir dicho mapa. El primer paso consiste en definir los intervalos de tiempo (*buckets*), no ne-

GRÁFICO 1



cesariamente del mismo tamaño. De hecho, la práctica común es definir *buckets* más pequeños para los plazos cortos y hacerlos progresivamente más grandes conforme los plazos son mayores. A continuación se definen las fechas de vencimiento y de depreciación de los activos y pasivos a los plazos temporales definidos. De esta forma se construye la estructura de depreciación (*gaps*). Para mayor precisión, se suelen calcular *gaps* para varias fechas y proceder a su agregación en *buckets* adelgazados.

### 3.2.1. Nominales

El nivel más directo para la comprensión de la estructura de balance en términos de riesgo de interés requiere la agrupación de los importes nominales de cada instrumento según las fechas de vencimiento y depreciación en *buckets*. Una vez descrito el balance en términos de la distribución de los plazos de depreciación, es posible aproximar la sensibilidad del balance ante movimientos en los tipos de interés con una medida simple de diferencias en cada intervalo de plazo y las diferencias acumuladas.

### 3.2.2. Duración

El siguiente nivel de refinamiento en la comprensión de la estructura de balance implica la introducción del concepto de duración. Mediante la duración es posible calcular el efecto de los tipos de interés en la sensibilidad del valor de un instrumento. En caso de utilizar el concepto de duración para la determinación de la estructura de depreciación del balance, a diferencia del caso anterior, los activos y pasivos se agrupan según su duración y por el valor actual neto, y no por el importe nominal.

Una de sus variantes es la llamada duración modificada. Esta se define como la variación del valor del instrumento financiero respecto a movimientos en su tasa interna de rendimiento (TIR):

$$D_{\text{Mod}} = -\frac{1}{V} \frac{\partial V}{\partial r} \quad [1]$$

siendo  $r$  la TIR del instrumento y  $V$  su valor actual.

Para medir la sensibilidad del balance ante movimientos en los tipos de interés, para cada *bucket*, se calcula:

$$\Delta V_{1\%} = -0.01 * V * D_{\text{Mod}} \quad [2]$$

La duración modificada permite establecer una regla sencilla, donde, ante movimientos paralelos de la curva de tipos de interés, la variación porcentual en el valor del instrumento es aproximada a la duración modificada expresada en años. Un activo con una duración modificada de tres años, ante un aumento del 1% en el nivel de los tipos de interés, cambia su valor económico en aproximadamente un 3%.

El concepto de duración modificada permite establecer estrategias de cobertura que cumplan la condición de igualar la duración entre activos y pasivos. La limitación del uso de este concepto para estrategias de cobertura está en que su comportamiento no es lineal.

### 3.2.3. Convexidad

La duración es proporcional a la derivada del valor actual del instrumento respecto a su TIR, que es igual a la pendiente de la recta tangente a la función en cada punto. Para desplazamientos pequeños de la TIR, la recta tangente aproxima bien el comportamiento de la función, pero para desplazamientos mayores se deben tener en cuenta efectos de la curvatura. La convexidad representa el siguiente orden de corrección, que tiene en cuenta los efectos de curvatura. Para movimientos muy grandes de los tipos de interés, inclusive la corrección por convexidad puede ser insuficiente. En estos casos se recomienda recurrir a la valoración exacta.

### 3.2.4. Valoración integral

Para los casos de movimientos no paralelos y/o variaciones importantes de los tipos de interés, la descripción de la estructura de reprecia-

del balance mediante la utilización de estructuras temporales construidas bajo alguno de los criterios antes mencionados resulta poco fiable. Se requiere un mayor detalle al valorar cada uno de los instrumentos financieros según el modelo aplicable.

Por ejemplo, para el caso de bonos, esto es el valor actual de todos sus flujos futuros, descontados a los tipos de interés de mercado y ajustado por la calidad crediticia del emisor. Para el caso de un derivado, lo mismo se aplica, pero en relación con el valor esperado de los flujos futuros.

### 3.3. Medidas de riesgo del balance

Las medidas tradicionales del riesgo de las actividades de balance se expresan en términos de la sensibilidad del margen financiero y del valor patrimonial a movimientos paralelos de la curva de tipo de interés. El margen financiero de un banco proviene de la diferencia entre el rendimiento de los activos y el coste financiero de sus pasivos, por lo que su evolución impacta directamente las pérdidas y ganancias netas realizadas o por realizar. El valor patrimonial, en cambio, se define como la diferencia entre el valor económico de los activos y el de los pasivos, y se corresponde con el valor de mercado del patrimonio del banco. En la medida en que un compromiso prioritario de la alta dirección de una firma con sus accionistas consiste en proteger y maximizar el valor patrimonial, es de gran importancia en las tareas de gestión del balance.

Ambas medidas son complementarias y conciernen a dos horizontes temporales diferentes. El margen financiero generalmente se asocia a la rentabilidad esperada y realizada para intervalos de tiempo anuales, mientras que el valor patrimonial refleja el valor actual, neto de costes e impuestos, y la rentabilidad futura hasta el vencimiento total.

Los riesgos de balance se pueden describir teniendo como base de análisis los riesgos ya incurridos, o bien teniendo como base de análisis los riesgos resultantes de ciertas hipótesis de comportamiento de la simulación de los factores de riesgo y de las masas de balance.

#### 3.3.1. Mediciones estáticas

La medición estática estima el riesgo del balance a fecha determinada, determinando el impacto sobre el valor patrimonial y el margen financiero esperado de posibles cambios en las variables de mercado. Esta se aplica a posiciones constantes, ignorando cualquier posibilidad de cobertura o estrategia de reinversión, y excluyendo cualquier efecto proveniente de la evolución dinámica de las variables de mercado y de las masas de balance. Los análisis de *gaps* vistos en el apartado anterior, aplicados al total de las posiciones en balance, son un ejemplo de medición estática de uso frecuente.

### 3.3.2. *Mediciones dinámicas*

En el tratamiento estático se ignora el paso del tiempo en la evolución de las masas del balance y su estructura de reprecación. En cambio, la medición dinámica parte de simular la evolución en el tiempo de los factores de riesgo de mercado y de las posiciones del banco, requiriendo el desarrollo de modelos para tratar a detalle la estructura temporal de vencimientos. La implantación de esta medición requiere un detalle de información y capacidad de cálculo significativamente mayores que la medición estática, proporcionando a cambio una mayor riqueza conceptual y profundidad de análisis.

Para simular el balance se requiere contar con los modelos de valoración de todos los activos y pasivos, escenarios para los factores de riesgo y escenarios para las masas de balance.

### 3.3.3. *Modelos de valoración*

Para modelizar los instrumentos en balance, es necesario definir funciones de valoración que, dado un vector de parámetros y variables de mercado, estimen el valor actual en una fecha cualquiera.

Hay posiciones en el balance para las que es directo modelizar el valor económico, porque corresponden a instrumentos de alta liquidez. Para los instrumentos de escasa liquidez es posible llegar a un tratamiento aproximado por argumentos de arbitraje. Sin embargo, en casos como los depósitos sin vencimiento definido o tarjetas de crédito, no es posible asignar un valor económico sin recurrir a hipótesis o supuestos difíciles de contrastar empíricamente.

### 3.3.4. *Escenarios para los factores de mercado*

El segundo requisito para implementar una simulación es modelizar la evolución en el tiempo de los factores de riesgo y parámetros que determinan el valor actual y flujos de los instrumentos.

El tipo de escenarios usados para modelizar la evolución de los factores de mercado dependerá del modelo estocástico asumido para generarlos. En el caso de la estructura de tasa de interés, son de uso común los llamados modelos de un factor, en los que una sola variable estocástica determina la evolución de toda la curva de tipos. En los modelos de un factor, dada la tasa de corto plazo, es posible recuperar toda la curva de tipos. Sin embargo, puede ser necesario generar los escenarios con modelos de dos o más factores, que incorporan la posibilidad de cambios en la pendiente y curvatura de la estructura de tipos de interés.

Se pueden también generar escenarios aplicando directamente observaciones históricas. Se asume la independencia en los cambios en las



variables de mercado y se generan las trayectorias aplicando sucesivamente cambios históricos tomados al azar de una serie histórica representativa. Si existen buenas razones para pensar que la independencia entre los cambios históricos lleva a aproximaciones muy pobres, entonces se debe recurrir a modelos que incorporen efectos autorregresivos en las variables de mercado; p. e., los modelos ARIMA [Tsay (2002)].

### 3.3.5. Escenarios para las masas de balance

Tan importante como la construcción de escenarios para la evolución de los factores de riesgo es la modelización de la evolución futura de las masas o volúmenes de los diferentes productos y líneas comerciales del balance. En la construcción de escenarios para los volúmenes, se deben considerar tanto la información histórica disponible como las expectativas y objetivos estratégicos de los gestores de las áreas de negocio. Además, la evolución de los volúmenes puede depender de las tasas de interés y demás factores de riesgo incorporados en la simulación. Por ejemplo, el volumen de depósitos y créditos en balance puede depender del nivel de actividad macroeconómica, que, a su vez, está correlacionada con la evolución de los tipos de interés. Se tienen, además, efectos de oferta y demanda de dinero, y el nivel de captación y colocación de recursos financieros depende de los rendimientos ofrecidos a los depositantes y los márgenes cobrados a los deudores, lo que, a su vez, se correlaciona con el nivel general de los tipos de interés prevaleciente y la competencia entre bancos.

A un nivel más específico, pueden ser determinantes factores como el comportamiento de la base de clientes, que puede variar según la región geográfica, estrato socio-económico, etc. Todo esto hace muy difícil establecer modelos de aplicación general, por lo que, en la práctica, el diseño de los escenarios debe realizarse caso por caso y con una estrecha colaboración entre los responsables de la gestión comercial, de riesgo y del balance.

### *Escenarios para las estrategias de reinversión*

Otro elemento importante para implementar un ejercicio de simulación es establecer reglas de reinversión para el vencimiento de los flujos de efectivo de los instrumentos del balance. Las reglas pueden ser específicas a cada clase de activos y pasivos o variar según los escenarios de mercado y volúmenes contemplados; *i. e.*, ser contingentes a la trayectoria que en particular se considere en la simulación. A continuación se mencionan algunos ejemplos de criterios posibles para establecer reglas de reinversión:

- *Simulación a estructura constante.* Como ejemplo típico de supuesto de reinversión, consiste en asumir una estrategia que mantiene la estructura del balance aproximadamente constante. Esto se logra

estableciendo como regla que cada activo o pasivo que expire se renueve por otro activo o pasivo de la misma naturaleza y con las mismas características de flujos y reprecitaciones que el original.

- *Liquidación de carteras.* Se pueden considerar estrategias que impliquen una liquidación progresiva del balance, en la que todos los vencimientos, tanto activos como pasivos, se liquiden en cajas a rendimiento y costo interbancario.
- *Escenarios de apalancamiento (leverage).* Los supuestos de reinversión se pueden usar para examinar el efecto de estrategias que tiendan a aumentar o disminuir la exposición frente a ciertos factores de riesgo, estableciendo patrones de migración entre diferentes clases de activos, pasivos o líneas de negocio.

### 3.3.6. *Criterios para la construcción de escenarios*

En general, el análisis del riesgo de las carteras en balance parte de establecer uno o varios escenarios para los factores de mercado y volúmenes que determinan su valor económico. En particular, si los escenarios tienen asociada una probabilidad estimada de acuerdo con un modelo estocástico, es posible derivar medidas de valor en riesgo a cierto nivel de confianza. Alternativamente, se puede prescindir de una interpretación probabilística de los escenarios y utilizarlos como herramienta para explorar el perfil de riesgo del balance y su posible comportamiento ante escenarios esperados o extremos. En cualquier caso, se puede establecer una clasificación de tipos de escenarios de acuerdo con el criterio usado para construirlos, como se enumera a continuación:

#### a) *Escenarios generados mediante modelos paramétricos*

En probabilidad y estadística existe la distinción entre los llamados modelos paramétricos y los no paramétricos. Un modelo paramétrico parte de suponer que el proceso estocástico que se ha de modelizar está bien descrito por una familia particular de funciones de distribución de probabilidad. Cada miembro de la familia se define asignando valores a un vector de parámetros, estimados de forma que la distribución resultante sea coherente en lo posible con las observaciones históricas del proceso estocástico que se ha de modelizar. Ejemplo común es la familia de distribuciones normales, cada miembro determinado por su media y varianza. Una vez definida la familia de distribuciones y estimados sus parámetros, las funciones de distribución se pueden usar para definir intervalos de confianza para los factores de riesgo o para realizar simulaciones numéricas en uno o varios períodos de tiempo.

#### b) *Escenarios históricos*

Consiste en construir escenarios derivados de uno o varios eventos históricos en los mercados relevantes a las posiciones en cartera y apli-

carlos para estimar las pérdidas máximas estimadas bajo la hipótesis de que dichos eventos volviesen a ocurrir. Esta medida tiene, entre otras ventajas, la sencillez de los supuestos de que parte, su objetividad y asegurar la plausibilidad de los escenarios usados. Su principal desventaja es la poca flexibilidad para incorporar expectativas de eventos posibles, pero sin precedente histórico.

Para el cálculo del *stress-test* histórico, se reevalúa la cartera con escenarios obtenidos a partir de eventos extremos observados en el pasado. Se asume que se cuenta con las series históricas para cada una de las variables de mercado y que se ha decidido reevaluar las carteras aplicando los cambios experimentados por las variables entre dos fechas determinadas.

Existen diversos criterios que se pueden usar para elegir la fecha inicial y final para el *stress-test*. Uno puede ser encontrar, dentro del evento de crisis que se contemple, las dos fechas entre las que sea máxima la pérdida acumulada. Otro, simplemente tomar las dos fechas sucesivas que arrojen la mayor pérdida diaria durante el evento de crisis. Naturalmente, estas fechas dependerán de las posiciones que se tengan en cartera.

### c) *Escenarios de diseño a medida*

Se lleva a cabo utilizando escenarios extremos construidos a partir de movimientos para las variables de mercado que no necesariamente tienen correspondencia con eventos históricos. Distinguimos tres criterios generales para el diseño de estos escenarios, según el tipo de análisis que se quiera llevar a cabo con ellos:

- Definición del perfil de riesgos de una cartera.
- Análisis de escenarios adversos o *Worst Case*.
- Análisis de expectativas.

### 3.3.7. *Medidas de riesgo obtenidas a partir de la simulación del balance*

El resultado de un ejercicio de simulación dinámica realizado bajo  $N$  escenarios es un conjunto de  $N$  trayectorias posibles de la evolución futura del valor económico y flujos de efectivo, para todos los instrumentos dentro o fuera del balance.

En la práctica, la simulación se puede llevar a cabo en carteras agregadas o comprimidas, a fin de hacer más eficiente el cómputo. Si cada trayectoria consta de  $M$  nodos de acuerdo con la partición temporal usada, entonces los resultados definen matrices de  $N \times M$  de valores, de los

cuales se deben extraer las medidas de desempeño y riesgo que se requieran.

Cuando se realiza una simulación con escenarios con pesos probabilísticos, se derivan funciones de distribución para las diferentes variables que se han de determinar, a saber:

- *Distribución del margen financiero.* A partir de la matriz de interés devengado por producto o línea de productos, se puede obtener la distribución del margen financiero, bajo los escenarios contemplados y en cualquier período contenido en el plazo de la simulación. De la distribución anterior se pueden estimar intervalos de confianza y percentiles, obteniendo medidas de margen en riesgo.
- *Distribución del valor patrimonial.* A partir de una simulación dinámica es posible obtener la evolución del valor patrimonial del balance en el tiempo bajo cada escenario considerado. La distribución resultante puede usarse, entre otras cosas, para derivar medidas del tipo de valor en riesgo, inclusive para horizontes de inversión mayores, donde las medidas estáticas de VaR dejan de tener validez. Este punto es especialmente relevante en el caso del riesgo de tipos de interés, dado el hecho empírico de que los tipos tienden a mostrar efectos de reversión a la media en el medio y largo plazo. Por tanto, es discutible extender las medidas de VaR diario a períodos mayores con reglas simples, como el escalamiento por la raíz cuadrada del tiempo, pudiendo llevar a sobrestimaciones muy burdas del riesgo.

Finalmente, la posibilidad de contar con una distribución en el tiempo del margen financiero y del valor patrimonial permite el diseño de estrategias de cobertura dinámicas, en las que las decisiones de rebalanceo son contingentes a la realización particular de cada trayectoria de los factores de mercado.

#### 4. RIESGO DE LIQUIDEZ EN LA GESTIÓN DEL BALANCE

La liquidez de una entidad financiera es un concepto amplio y, en muchos casos, de carácter ambiguo. Liquidez es un concepto que se utiliza con dos sentidos muy diferentes, aunque relacionados [Fiedler (1997)]:

- La liquidez de un mercado o conjunto de instrumentos financieros, *i. e.*, una medida de la facilidad de realizar transacciones de compraventa de cierta clase de activos sin afectar significativamente a su precio.
- La liquidez en el sentido de la capacidad de una entidad para obtener en todo momento el efectivo necesario para operar y hacer frente a sus obligaciones (pasivos) en tiempo y a costos razonables.

En el contexto de la función de balance, la segunda acepción es la más relevante. Habiendo dicho esto, el seguimiento de la liquidez de los instrumentos financieros y la profundidad de los mercados son fundamentales para evitar que una crisis de liquidez en cierto tipo de instrumentos financieros pueda provocar problemas de liquidez en el balance.

Una institución puede tener valor actual neto positivo (solventía) y, sin embargo, tener problemas para cumplir sus compromisos pasivos de corto o medio plazo. Caer en el impago, o ser percibido por el mercado como en peligro de caer en el mismo, se traduce en costos económicos muy altos y estrechamiento inmediato de las fuentes de financiación.

De manera similar a lo realizado para la medición, control y seguimiento del riesgo de interés, el proceso de riesgos y, en especial, lo relativo a la construcción y análisis de escenarios ante ciertos eventos, definidos o *ad hoc*, son la principal herramienta de análisis del riesgo de liquidez. La diferencia fundamental del proceso de riesgos entre liquidez e interés está en el mapa de la estructura temporal, donde para riesgos de interés se utiliza el plazo de reprecación, mientras que para el análisis de liquidez se utilizan vencimientos contractuales.

#### **4.1. Liquidez de los mercados financieros**

Un mercado financiero es líquido si los instrumentos operados en él lo son. Un instrumento es líquido si puede ser negociado en montos razonables sin afectar significativamente a su precio en el momento de la transacción. Por tanto, el concepto de liquidez es relativo a los montos operados y la profundidad de los mercados en los que operan. Un indicador obvio del nivel de liquidez de un mercado es el diferencial entre las posiciones de compra y venta (*bid-ask spread*). Un diferencial alto implica que quien debe comprar, compra caro, o bien que quien debe vender, vende barato, habiendo por ello poca disposición a realizar transacciones por parte de los operadores, excepto cuando se ven forzados a ello. Esto puede darse en situaciones de gran incertidumbre en los mercados, como podría ser una crisis sistémica.

Debido a que una crisis de liquidez puede producir fuertes pérdidas económicas, muchos instrumentos financieros traen aparejada una prima por riesgo de liquidez. Un ejemplo típico es el exceso en la tasa interna de rendimiento de bonos del tesoro norteamericano, cuyos plazos no se corresponden con los plazos de las emisiones recientes, por lo general más líquidas. Otro caso interesante es el de los llamados Bondes, instrumentos de deuda a largo plazo del gobierno mejicano que pagan cupones variables de acuerdo con las tasas de interés gubernamentales de referencia de corto plazo. Dado que los Bondes flotan y descuentan con la curva gubernamental, su valor teórico al corte de cupón debería, en principio, coincidir con su valor nominal. En la práctica, son operados a una tasa de descuento por encima de la tasa de interés vigente. Esta

prima puede interpretarse como una prima de liquidez, que compensa el plazo de vencimiento del principal [Tarriba (1998)].

#### 4.2. Liquidez de una entidad financiera

Se dice que un banco tiene suficiente liquidez si le es posible afrontar el pago de sus obligaciones pasivas, incurriendo en impago en el caso contrario. Una de las principales funciones de la gestión financiera es asegurar que la entidad mantenga una liquidez adecuada. Los problemas de liquidez de entidad pueden tener su origen en efectos sistémicos o estructurales propios de la institución financiera. Por efecto sistémico se entienden aquellos acontecimientos fuera del control de la institución; p. e., eventos masivos de suspensión de pagos en las contrapartidas en el activo o crisis de liquidez del sistema financiero en general. La falta de liquidez originada por desequilibrios en la estructura del balance o una mala gestión se produce cuando existe una cantidad desproporcionada de vencimientos en el pasivo respecto a vencimientos en el activo que no es posible compensar, ya sea con:

- Una reserva de activos de alta liquidez listos para ser vendidos según se requiera.
- Líneas de crédito con el banco central u otras instituciones de crédito.

Por mayor o menor liquidez de una institución financiera se entiende su mayor o menor capacidad de no incumplir sus compromisos pasivos dentro de cierto período de tiempo. No obstante, dos bancos pueden mantener el mismo grado de liquidez y, sin embargo, hacerlo a diferente costo.

Al igual que para la medición del riesgo de interés, las medidas de liquidez se obtienen a partir de la descripción de una estructura temporal de las actividades de balance, con la diferencia de que se utilizan los plazos de vencimiento. La medida de liquidez no es más que la expresión del descuadre entre activos y pasivos, ya sea en términos absolutos o relativos. La sofisticación de los análisis de liquidez está en los modelos predictivos de comportamiento de los activos y pasivos a vencimiento y de la evolución dinámica de las masas de balance de la entidad. Si bien hay ciertas medidas porcentuales estándar en el mercado, el poder comparar entre instituciones su posición de liquidez partiendo de la información pública es difícil, por no decir imposible. El riesgo de liquidez es un riesgo que se manifiesta más por la percepción del mercado ante actuaciones de la entidad y el coste que está dispuesta a pagar que por datos públicos medibles y verificables. En consecuencia, la combinación de mediciones estáticas y dinámicas, combinadas con análisis de escenarios históricos, probabilísticos y *ad hoc*, es lo que permite definir, controlar y seguir la gestión de la liquidez.

### 4.3. Medición estática

La medición estática de riesgo de liquidez parte de proyectar los flujos pasivos y activos para un período dado de tiempo, bajo un escenario pre-determinado. Para flujos contractuales la estimación es directa. Para el caso de flujos inciertos, es necesario recurrir a hipótesis de comportamiento, ya sea con base en la historia pasada en el caso de los volúmenes en balance, o extrapolando las curvas de tipos de interés para el caso de flujos ligados a índices de mercado. Esto permite proyectar en el tiempo tanto los flujos pasivos como los activos y determinar los montos con superávit o con déficit por *bucket* temporal y el monto acumulado a lo largo de un período de tiempo. Con esta información es posible derivar diversas medidas que sirven para controlar los niveles de liquidez mínimos requeridos.

#### 4.3.1. Gap de liquidez acumulado

Así como se pueden definir *buckets* temporales de reprecación y de vencimiento para medir el riesgo de tipo de interés, se pueden definir para riesgo de liquidez. La diferencia principal entre ambos tipos de *buckets* es que, para fines de liquidez, la magnitud relevante es el descuadre (*gap*) entre los flujos de caja realizados, con independencia del impacto que tengan sobre el margen financiero y el valor actual del balance. El ejemplo más claro de que ambos *gaps* no tienen que coincidir son los instrumentos de deuda con cupón flotante, donde el pago de principal puede darse en plazo mucho mayor que el de su *bucket* de reprecación, asignado según la fecha de revisión de cupón más próxima. Además, para facilitar la gestión diaria de la liquidez, por lo general los *buckets* de liquidez tienen una partición más fina y un horizonte temporal más corto que los *buckets* de reprecación.

Una vez calculado el *gap* de liquidez de cada *bucket*, se puede estimar el llamado *gap* de liquidez acumulado, para lo que se acumulan consecutivamente los *gaps* de los *buckets* comprendidos dentro de cierto período de tiempo. Su definición matemática es:

$$C_{t_N}^{\text{acum}} = \sum_{i=0}^N (C_{t_i}^A - C_{t_i}^P) \quad [3]$$

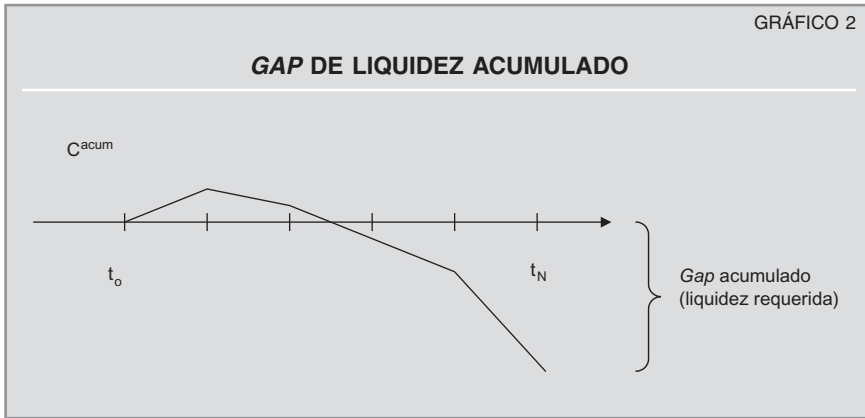
donde:

$C_{t_N}^{\text{acum}}$  = *Gap* de liquidez acumulado para el período  $t_N$

$C_{t_i}^A$  = Flujos de caja positivos (*i. e.*, de los activos) en el *bucket*  $t_i$

$C_{t_i}^P$  = Flujos de caja negativos (*i. e.*, de los pasivos) en el *bucket*  $t_i$





El *gap* de liquidez acumulado provee información acerca de los requerimientos (*gap* negativo) o excesos (*gap* positivo) de liquidez en el período. En el gráfico 2 se ilustra su significado, considerando un caso en el que la medida arroja un déficit neto de liquidez que se ha de financiar.

La posibilidad de un *gap* acumulado positivo también es importante. Un exceso innecesario de liquidez puede tener un impacto negativo en la rentabilidad de la gestión del balance. Sin embargo, en el contexto de una función de control de riesgo, el objetivo es establecer niveles mínimos de liquidez que permitan minimizar la posibilidad de que la institución financiera incumpla con sus compromisos pasivos. Esto lleva al establecimiento de razones o *ratios de liquidez*, de las cuales a continuación se dan un par de ejemplos.

#### 4.3.2. Coeficiente de perfil de liquidez neta acumulada

A través de este coeficiente se pretende controlar la liquidez mínima requerida en el corto plazo. El plazo contemplado se sitúa usualmente entre una y cuatro semanas, y el coeficiente se calcula tomando la razón entre el *gap* de liquidez acumulado y los pasivos exigibles en el período. Los límites se establecen exigiendo un valor mínimo a la cantidad:

$$RPL_N = \frac{C_{t_N}^{acum}}{P_{t_N}} = \frac{\sum_{i=0}^N (C_{t_i}^A - C_{t_i}^P)}{\sum_{i=0}^N C_{t_i}^P} \quad [4]$$

En la ecuación [4]  $C_{t_N}^{acum}$  es el *gap* de liquidez acumulado para el período  $t_N$ , definido en la ecuación [3] y

$$P_{t_N} = \sum_{i=0}^N C_{t_i}^P \quad [5]$$

es simplemente el total de flujos pasivos exigibles esperados en el período.

Para entender el significado de este coeficiente, considérense los siguientes casos:

- Si  $RPL_N < 0$ , el coeficiente indica el porcentaje de pasivos exigibles que se deben financiar en el período.
- Si  $RPL_N = 0$ , significa que los flujos generados por los activos compensan los pasivos exigibles y la posición es, por tanto, autofinanciable.
- Si  $RPL_N > 0$ , significa que durante el período se genera un exceso de liquidez, que se expresa como porcentaje de los pasivos exigibles.

#### 4.3.3. Coeficiente de liquidez

Esta es una medida complementaria de la anterior para controlar la cantidad mínima de activos líquidos que permiten enfrentar posibles contingencias que afecten a las fuentes normales de financiación del balance. Se define simplemente como:

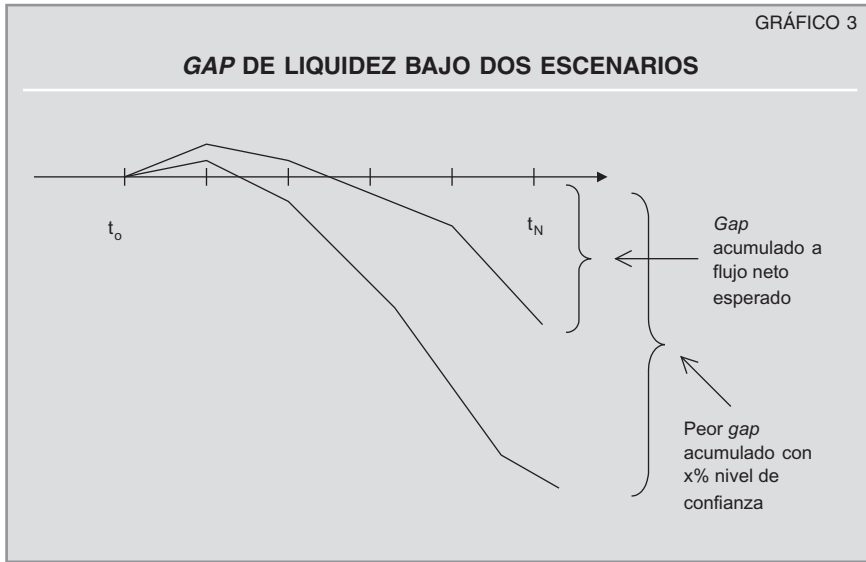
$$CL_N = \frac{A_{Liq}}{P_{tN} + P_{tN}^{Cont}} \quad [6]$$

En la ecuación anterior,  $A_{Liq}$  representa el total de activos con un grado alto de liquidez,  $P_{tN}$  son los pasivos exigibles definidos en la ecuación [5], a los cuales se adiciona un término  $P^{Cont}$ , que es una estimación de los pasivos contingentes que pueden surgir en el período, debido a compromisos del banco con clientes u otras instituciones financieras.

#### 4.4. Medición Dinámica

A diferencia de la medición estática, parte de considerar diversos escenarios futuros para la evolución de los flujos de efectivo netos. Implica modelizar la porción incierta de los flujos futuros. Las fluctuaciones en los flujos se pueden deber, entre otras cosas, a:

- Pagos contingentes por posiciones en derivados financieros.
- Encarecimiento o cierre de fuentes de financiación; p. e., retiros anormales de depósitos de clientes.
- Eventos de suspensión de pagos por el lado de los activos.
- Eventos de prepago.



El tratamiento dinámico del riesgo de liquidez implica desarrollar modelos probabilísticos y de comportamiento para las variables de mercado y líneas de balance. A partir de los modelos es posible generar múltiples escenarios futuros para la distribución de los flujos activos y pasivos, de forma análoga a la descrita anteriormente para el caso de medición dinámica del riesgo de interés.

#### 4.5. Medidas del tipo *cash-flow-at-risk*

Son medidas análogas a la medida de VaR, pero aplicadas al riesgo de liquidez. Se parte de generalizar las medidas de liquidez, pero considerando no uno, sino múltiples escenarios. Por ejemplo, un peor *gap* acumulado de un millón de dólares al 5% de confianza indicaría que, con un 5% de probabilidad, la función gestión financiera tendrá que buscar financiación por dicha cantidad. Como ejemplo, considérese la medida del *gap* de liquidez acumulado en cierto período. Dada la distribución de probabilidad para los escenarios, es posible asignar un requerimiento máximo de financiación a cierto nivel de confianza. En el gráfico 3 se ilustra este concepto.

En el gráfico se muestra el *gap* acumulado esperado, discutido en la sección anterior. Asimismo, se muestra el *gap* acumulado bajo un escenario que representa el peor *gap* acumulado a cierto nivel de confianza.

### 5. ESTIMACIÓN DEL RIESGO DE INTERÉS Y DE LIQUIDEZ PARA DEPÓSITOS SIN VENCIMIENTO

Como ejemplo del tipo de acercamientos que se pueden adoptar para modelizar posiciones en balance sin liquidez ni correspondencia obvia

con instrumentos de mercado, se describe la aplicación de una metodología orientada al tratamiento de depósitos de clientes sin vencimiento contractual definido. El modelo se desarrolló para poder estimar, al menos en primera aproximación, la contribución de las cuentas al riesgo de tipos de interés y liquidez del balance, y por tanto ilustra con un caso práctico la aplicación de los conceptos expuestos en la sección 4. El problema es relevante, pues la captación de este tipo de depósitos puede representar una fuente de financiamiento importante de un banco comercial.

Al igual que para el resto de las actividades de balance, la medición del riesgo de las cuentas requiere asignar a estas una estructura de plazos de depreciación y de vencimiento. Una vez definida la estructura de plazos, la metodología de medición es la misma que se aplica a instrumentos financieros con vencimiento contractual. Sin embargo, una particularidad de estas cuentas radica en que el comportamiento de los depositantes puede verse afectado por aspectos no financieros.

La problemática de las cuentas sin vencimiento es amplia. Para la estimación de su estructura temporal de depreciación se utilizan en muchos casos modelos predictivos de una complejidad muy alta. A pesar de lo anterior, se propone utilizar un modelo bastante sencillo, que pretende obtener estructuras temporales basadas únicamente en la sensibilidad del comportamiento de los depositantes a una sola variable, tipos de interés a corto plazo. La metodología desarrollada se presenta con mayor detalle en Tarriba (1999). Aquí se presenta un resumen general. Igualmente se presentan los resultados de un análisis basado en información histórica de saldos y costos financieros del agregado de cuentas de ahorro remuneradas de cierto banco europeo. El estudio se realizó con los saldos a fin de mes para el período comprendido entre enero de 1999 y enero de 2003.

El modelo se desarrolló para estimar el efecto de los movimientos de la curva de tipos de interés sobre la contribución al margen financiero neto y al valor económico de los depósitos sin vencimiento. No se pretende explicar la sensibilidad a otras variables. Se decidió ignorar otras variables económicas, que sin duda tienen una influencia importante en la evolución de los saldos, pero cuya inclusión habría complicado enormemente el estudio. Por otro lado, según ciertas observaciones del mercado, es la variación de los tipos de interés la variable más significativa en la sensibilidad de la estructura temporal de estos pasivos.

### **5.1. Parámetros principales del modelo**

El modelo es unifactorial. Escoge la tasa de interés de corto plazo como factor primario de riesgo, a partir de la cual se deriva la evolución de la estructura de las curvas de tipos de interés para los demás plazos.

Cabe decir que hay modelos de bastante más complejidad que conllevan el uso de varios parámetros adicionales. Sin embargo, en una prime-

ra aproximación, el salto a modelos multifactoriales añade marginalmente un nivel de precisión en las medidas calculadas que no justifica la dificultad adicional de su utilización.

El modelo que aquí se presenta se basa en dos parámetros principales:

- *alfa* (*i. e.*, la letra griega  $\alpha$ ), que representa la elasticidad de los saldos de los depósitos a los movimientos de las tasas de interés a corto plazo.
- *beta* ( $\beta$ ), que representa la proporcionalidad entre la variación de los tipos de interés y el costo financiero de las cuentas.

Las hipótesis de trabajo se resumen a continuación:

- Las cuentas están valoradas como una perpetuidad.
- Se utiliza un coste operativo anualizado por cuenta del orden de entre 50 pb y 100 pb. Este valor es un promedio que se obtiene de estudios realizados en el mercado americano y que se utiliza en los cálculos que a continuación se presentan [Hutchison y Pennachi (1996), O'Brien (2000)]. En todo caso, el valor que se ha de utilizar debe resultar del análisis realizado por la institución financiera en cuestión o, por lo menos, de un consenso apropiado al mercado que se pretende estudiar.
- Para los casos donde los depósitos representan una actividad estable y para instituciones financieras con una cuota de mercado significativa, habría que establecer un costo marginal por cuenta como alternativa al punto anterior.

Como todo modelo, y en especial este planteamiento, que persigue simplificar en aras de facilitar su aplicación y utilización tanto en mercados desarrollados como emergentes, es conveniente resaltar sus limitaciones. Se resaltan las siguientes:

Para los mercados donde las tasas de interés son bajas, el comportamiento de los clientes y otros aspectos no puramente financieros podrían tener un peso significativo en la determinación de la estructura temporal y evolución de los saldos de las cuentas.

Es difícil identificar la transferencia de saldos a otros productos de pasivo que pueden distorsionar el efecto de una posible variación en los saldos derivada de la modificación de las tasas de interés.

Un error potencial de la metodología propuesta, al igual que para toda metodología de análisis, es la calidad de la información. Esto es especialmente aplicable en los bancos de carácter global con presencia geográfica en varios países. La utilización del modelo propuesto requiere la interpretación de los resultados de acuerdo con el análisis del coste de las cuentas, saldo estable, transferencia de saldos a otros productos, etc.

## 5.2. Resumen de la metodología

El modelo parte de identificar aquella porción de saldo que puede ser tratada como una perpetuidad. El valor teórico de dicha perpetuidad está determinado por:

- a) El tipo de descuento a largo plazo prevaleciente.
- b) El costo total esperado, definido como un costo operativo fijo más un costo financiero igual al rendimiento que recibe el ahorrador.

Considérese un banco que capta un depósito a perpetuidad de valor nominal  $D$ , con un costo esperado para el banco igual a  $s$  en composición continua. Se asume que la estructura de tipos de interés es plana, de forma que el tipo de descuento interbancario es  $r$  a todos los plazos. El banco invierte los fondos captados a cierto plazo  $T$  al tipo  $r$ , de forma que el valor inicial de los activos es precisamente  $D$ , y su duración modificada, definida en la ecuación [1], es igual a  $T$ .

El valor de este balance simplificado es la suma del valor actual de los activos más el de los pasivos; *i. e.*:

$$V = V_A + V_P \quad [7]$$

con:

$$V_A = D \quad [8]$$

el valor actual de los activos y

$$V_P = -D \int_0^{\infty} e^{-rt} s \, dt = -D \frac{s}{r} \quad [9]$$

el valor del pasivo tratado como perpetuidad. Combinando las expresiones anteriores, se obtiene:

$$V = D \left( 1 - \frac{s}{r} \right) \quad [10]$$

Se busca examinar la sensibilidad de este balance ante movimientos en el tipo de interés  $r$ . El cambio en el valor  $V$  ante una variación  $\Delta r$  está dado formalmente por:

$$\Delta V = \frac{\partial V}{\partial r} \Delta r = \left[ \frac{\partial V_A}{\partial r} + \frac{\partial V_P}{\partial r} \right] \Delta r \quad [11]$$

De la definición de duración modificada, ecuación [1], se tiene que:

$$T = -\frac{1}{D} \frac{\partial V_A}{\partial r} \quad [12]$$

de forma que:

$$\frac{\partial V_A}{\partial r} = -D T \quad [13]$$

En el caso del pasivo, para facilitar la exposición se examina primero el caso en que el saldo y el costo son independientes de  $r$ , de forma que podemos hacer

$$\frac{\partial V_P}{\partial r} = \frac{\partial}{\partial r} \left( -D \frac{s}{r} \right) = -D s \frac{\partial}{\partial r} \left( \frac{1}{r} \right) = D \frac{s}{r^2} \quad [14]$$

Sustituyendo ambas expresiones en la ecuación [11], se obtiene finalmente:

$$\Delta V = -D \left( T - \frac{s}{r^2} \right) \Delta r \quad [15]$$

Para asignar una duración efectiva de los pasivos sin vencimiento a fin de estimar su sensibilidad de valor ante movimientos de los tipos de interés, se procede igualando a cero la expresión en paréntesis en el lado derecho de la ecuación [15]. De esta forma se obtiene el plazo al que el banco debe invertir el monto captado para obtener un balance neutral ante pequeños movimientos  $\Delta r$ :

$$\left[ T_{\text{eff}_{VP}} - \frac{s}{r^2} \right] = 0 \quad \Rightarrow \quad T_{\text{eff}_{VP}} = \frac{s}{r^2} = \frac{s}{r} \times \frac{1}{r} = \frac{s}{r} T_{\text{per}} \quad [16]$$

donde se ha usado la identidad para la duración modificada de una perpetuidad:

$$T_{\text{per}} = -\frac{1}{V_{\text{per}}} \frac{\partial V_{\text{per}}}{\partial r} = \frac{1}{\left( \frac{s}{r} \right)} \frac{s}{r^2} = \frac{r}{s} \times \frac{s}{r^2} = \frac{1}{r} \quad [17]$$

De lo anterior se deduce que el plazo al que se debe invertir el dinero recibido no es igual a la duración de la perpetuidad, sino a esta última escalada por la razón entre el costo de la cuenta y la tasa interbancaria. Por



ejemplo, con niveles de tasas del 6%, si una cuenta se puede considerar como una perpetuidad con costo fijo del 1%, el plazo en que habría de invertir los activos para cancelar el riesgo de tasa de interés resulta del orden de  $(.01/.06)/(.06) = 2,8$  años. En cuanto a la sensibilidad de margen, en este caso está enteramente determinada por el plazo a depreciación/vencimiento del activo, pues se asume un costo fijo independiente de  $r$ .

Ahora considérese el caso más complicado en que el saldo de los depósitos depende tanto de la tasa  $r$  como del costo  $s$ . Esto significa que existe en principio una función  $D = D(r,s)$  tal que, ante incrementos en tipos y costos  $\Delta r$  y  $\Delta s$ , respectivamente, el saldo de las cuentas cambia como:

$$\Delta D = \frac{\partial D}{\partial r} \Delta r + \frac{\partial D}{\partial s} \Delta s \quad [18]$$

Procediendo de forma análoga al caso más simple descrito arriba, se encuentra que el cambio en el valor del balance [10] está dado por una expresión de la forma:

$$\Delta V = \left[ 1 - \frac{s}{r} \right] \left( \frac{\partial D}{\partial r} \Delta r + \frac{\partial D}{\partial s} \Delta s \right) - D \left[ T - \frac{s}{r^2} \right] \Delta r - D \frac{\Delta s}{r} \quad [19]$$

El primer término tiene en cuenta el efecto del cambio del tipo y costo en el saldo de las cuentas. El segundo término proviene del cambio en el valor del balance, debido al cambio en el tipo de descuento, y el último término proviene del cambio en el costo.

Para proseguir, es necesario establecer un modelo que relacione los saldos y costos con los tipos de mercado. Para el costo y los tipos de interés, lo más sencillo es asumir una relación lineal de la forma:

$$s = \beta r + C_0 \quad [20]$$

que define el parámetro de elasticidad tipo-costo  $\beta$  (*beta*), y que es tal que:

$$\Delta s = \beta \Delta r \quad [21]$$

El otro parámetro que entra en la ecuación [20] es la constante  $C_0$ , que representa la componente fija del costo. Este parámetro, como se discute más adelante, tiene un efecto importante en la sensibilidad de valor asignada a los depósitos.

Para abordar el problema de la relación entre saldos con tasa y costo, considérense primero dos parámetros de elasticidad  $\alpha_1$  y  $\alpha_2$ , tales que:

$$\frac{\Delta D}{D} \approx \alpha_1 \frac{\Delta r}{r} + \alpha_2 \frac{\Delta s}{s} \quad [22]$$

El parámetro  $\alpha_1$  modela el efecto del cambio en los tipos de mercado sobre el nivel de los saldos, todo lo demás constante. El parámetro  $\alpha_2$  hace lo propio para el efecto del cambio en el rendimiento que recibe el ahorrador en una cuenta remunerada.

Bajo este esquema, es necesario, en principio, estimar cuatro parámetros: la elasticidad saldos/tipos ( $\alpha_1$ ), la elasticidad saldos/costos ( $\alpha_2$ ), la constante  $\beta$  (costo/tipos) y el término de costo fijo  $C_0$ . Sin embargo, es recomendable reducir en lo posible el número de parámetros que se han de estimar, pues normalmente las únicas series disponibles para realizar las estimaciones son las de los saldos, tipos de mercado y costos de las cuentas. Para simplificar el modelo combinamos las ecuaciones [21] y [22] como sigue:

$$\frac{\Delta D}{D} \approx \alpha_1 \frac{\Delta r}{r} + \alpha_2 \frac{\Delta s}{s} = \alpha_1 \frac{\Delta r}{r} + \alpha_2 \frac{\beta r}{s} \frac{\Delta r}{r} = \left( \alpha_1 + \alpha_2 \frac{\beta r}{s} \right) \frac{\Delta r}{r} \quad [23]$$

y se introduce una nueva elasticidad efectiva costo/saldos, definida como

$$\alpha = \alpha_1 + \alpha_2 \frac{\beta r}{s} \quad [24]$$

de modo que:

$$\frac{\Delta D}{D} \approx \alpha \frac{\Delta r}{r} \quad [25]$$

Sustituyendo las ecuaciones [20] y [21] en [19] y agrupando términos, se llega a la siguiente expresión para el cambio en el valor del balance, dado un cambio en los tipos:

$$\Delta V = D \left( \alpha \left[ 1 - \frac{s}{r} \right] - \left[ T - \frac{C_0}{r^2} \right] \right) \Delta r \quad [26]$$

Procediendo como en el caso anterior, se tiene la duración efectiva de los depósitos igualando la expresión [26] a cero y despejando T:

$$T_{\text{eff}_{VP}} = \alpha \left[ 1 - \frac{s}{r} \right] + \frac{C_0}{r^2} \quad [27]$$

De la definición de duración modificada se sigue entonces que la contribución, en términos absolutos, de las cuentas sin vencimiento definido a la sensibilidad del balance a movimientos del 1% en las tasas de interés debe ser:

$$\Delta VP_{1\%} = 0.01 * D_0 * T_{\text{eff}_{VP}} \quad [28]$$

Procedemos a derivar la expresión para el plazo efectivo, a fin de estimar la sensibilidad de margen de las cuentas. El margen financiero a un año ( $MF_{1año}$ ) proyectado para el balance simplificado es:

$$MF_{1año} = D (r - s) \quad [29]$$

Procediendo análogamente a la derivación de la duración efectiva, se asume que el activo en el que se invierte el monto captado tiene cierto plazo a depreciación denotado por  $T_{MF}$ . Este plazo es tal que, ante un movimiento  $\Delta r$  de los tipos, el cambio en la proyección del interés devengado por el activo está dado por:

$$\Delta I_{1año} = D (1 - T_{MF})^+ \Delta r \quad [30]$$

expresión que se deriva, de hecho, de que el cambio en los tipos afecta solo al interés proyectado de la fecha de depreciación hasta el final del año. Como depreciaciones por arriba de un año no tienen efecto alguno, se introduce la notación:

$$(1 - T_{MF})^+ = \max[0, 1 - T_{MF}] \quad [31]$$

Para un movimiento del tipo de mercado ( $\Delta r$ ) y en el costo ( $\Delta s$ ), el cambio en el margen esperado es, por tanto:

$$\Delta MF_{1año}^{1\%} = (r - s) \left( \frac{\partial D}{\partial r} \Delta r + \frac{\partial D}{\partial s} \Delta s \right) + D [(1 - T_{MF})^+ \Delta r - \Delta s] \quad [32]$$

El primer término de la expresión anterior corresponde al cambio en el margen financiero esperado, debido al cambio en el volumen de las cuentas (ecuación [18]). El segundo término es la contribución a volumen constante, que incluye el término de depreciación del activo y el incremento en el costo  $\Delta s$ , que afecta al margen proyectado durante todo el año.

Igualando a cero el lado derecho de la ecuación [32] e introduciendo los parámetros  $\beta$  y  $\alpha$  definidos en [25] y [21], se obtiene el plazo efectivo de vencimiento/repreciación que hace que el margen financiero proyectado a un año sea insensible ante movimientos en los tipos de interés:

$$T_{eff, MF} = [1 - \beta + \alpha(r - s)]_{(0,1)} \quad [33]$$

donde el subíndice (0,1) en el corchete derecho indica que el plazo máximo permisible es 1 y el mínimo 0; *i. e.*:

$$[t]_{(0,1)} = \begin{cases} 0 & \text{si } t \leq 0 \\ 1 & \text{si } t \geq 1 \\ t & \text{si } 0 < t < 1 \end{cases} \quad [34]$$

En términos del plazo efectivo dado por la ecuación [33], la contribución en términos absolutos de las cuentas sin vencimiento definido a la sensibilidad del margen esperado a un año para cambios del 1% en las tasa es:

$$\Delta MF_{\text{año}}^{1\%} = -0.01 * D * (1 - \text{Teff}_{MF}) \quad [35]$$

Un punto importante que cabe tener en cuenta en el modelo descrito es la relevancia de la estimación de los costos fijos asociados a las cuentas, que tiene un efecto importante en el cálculo de la duración efectiva. Esto se ve en la ecuación [27], donde, en el caso de que la elasticidad saldos/costos sea despreciable ( $\alpha = 0$ ), la duración efectiva está totalmente determinada por los tipos a largo plazo y el costo fijo  $C_0$ , definido en la ecuación [20]. Por ello, en el caso de cuentas no remuneradas, solo es posible tener una duración efectiva mayor a cero si se incluye en el costo fijo una componente no financiera. Este supuesto, que tiene poco impacto cuando los costos operativos representan una fracción pequeña del costo total (p. e., en cuentas de alta remuneración), puede llevar a resultados poco intuitivos en el caso de cuentas de baja o nula remuneración, en las que los únicos costos son precisamente los operativos.

### 5.3. Aplicación del modelo. Resumen de resultados

Para mejor entendimiento de la metodología, se describen a continuación los resultados de la aplicación del modelo al caso de un banco europeo. Se excluye cualquier referencia a la discusión de los tipos de pasivo y de los criterios de segmentación de los pasivos sujetos de este análisis.

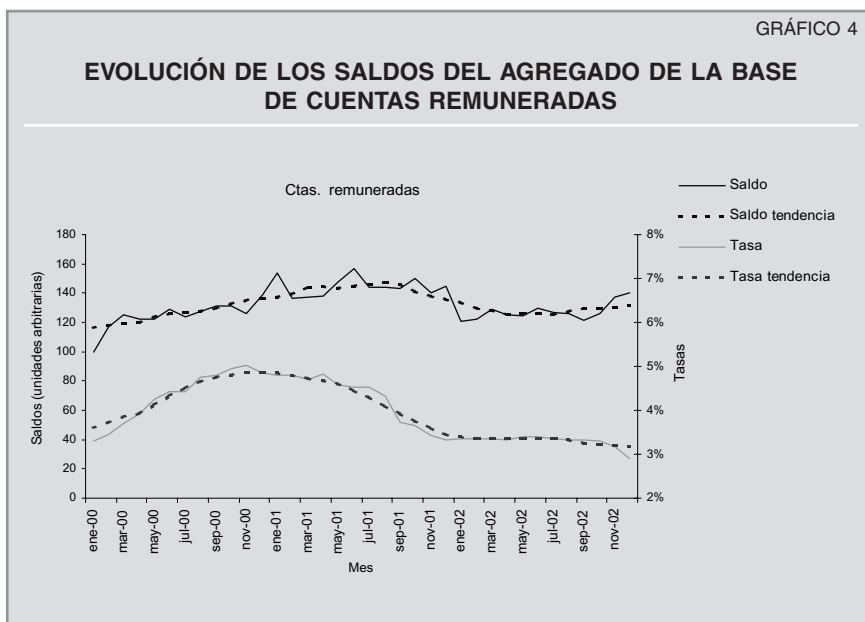
En el gráfico 4 se muestran: la evolución de los saldos del agregado de la base de cuentas remuneradas analizada (línea azul); su media móvil de seis meses y su nivel estable, obtenido mediante un análisis estadístico de las variaciones de los saldos alrededor de la media. Por saldo estable se entiende el monto que, con alta probabilidad, se mantiene en saldo y que, por lo tanto, no contribuye a los requerimientos de liquidez de corto plazo.

En la escala del eje de la derecha del gráfico se muestra la evolución de los tipos de interés de mercado en el mismo período (Euribor a un mes). Los datos indican que la elasticidad de los saldos ante movimientos de los tipos de mercado es poco significativa, por lo que se fija  $\alpha = 0$  en las ecuaciones [27] y [33], por lo que el problema se reduce a estimar el parámetro  $\beta$  introducido en la ecuación [20].

Para la estimación del parámetro  $\beta$  se llevó a cabo un análisis de la distribución por percentiles del 20% del saldo total, ordenados de menor a mayor costo financiación, distribución que se obtiene como a continuación se describe.

En las series originales, la información se presenta desagregada por intervalos de medio punto porcentual del costo de financiación, de forma

GRÁFICO 4

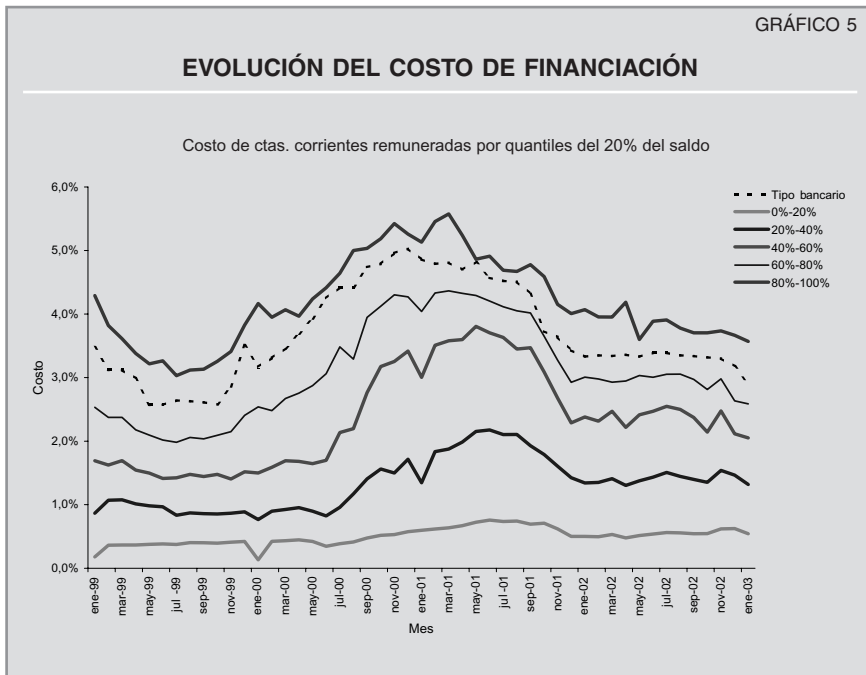


que, para cada fecha, es posible saber el saldo de cuentas que pagaban al cliente entre el 0% y el 0,5%, las que pagaban entre el 0,5% y el 1%, y así sucesivamente. Sumando los montos sobre todos los intervalos de costo, se obtiene el saldo total reportado. El siguiente paso es agrupar los saldos de los diferentes intervalos por percentiles del 20% del total, agregando primero el 20% de las cuentas con el menor costo, luego el siguiente 20%, y así hasta agregar el 20% con el mayor costo.

En el gráfico 5 se muestra la evolución del costo de financiación para cada una de las cuentas agregadas por percentiles, tal y como se describe en el párrafo anterior. Se muestra también la evolución del costo de financiación interbancario (Euribor a un mes). La línea con etiqueta «80%-100%» corresponde al costo promedio del 20% del saldo con financiación más caro, que, como se puede observar, queda por arriba del costo interbancario. El siguiente percentil corresponde al segundo 20% más caro, y así sucesivamente.

Una observación interesante corresponde a los desfases en el patrón de depreciación que acompaña la subida de tipos de mercado entre mediados de 1999 y finales del 2000, efecto que es más pronunciado para los percentiles de costo menor. En contraste, la depreciación a la baja en el subsiguiente descenso abrupto de los tipos de mercado durante el segundo semestre de 2001 es casi instantánea para todos los percentiles. Esta asimetría en los patrones de depreciación al alza y a la baja ha sido observada y estudiada ampliamente en instituciones de ahorro norteamericanas [Tarriba (1999)].

El siguiente paso es estimar para cada serie de percentiles el parámetro  $\beta$  que determina los plazos de depreciación para definir la estructura temporal. Las *betas* estimadas resultan en una banda que va desde un



10% para las cuentas de más baja remuneración, hasta un 96% para las de más alta remuneración. Como por definición cada percentil tiene la misma contribución a la mezcla total de pasivos, la *beta* del total es el promedio simple de las betas estimadas por percentil. Haciendo lo anterior, se obtiene una *beta* del orden del 60%. En términos de riesgo de interés, esto se traduce en que, por cada movimiento de 1% de los tipos interbancarios, se espera un incremento promedio en el costo total de los pasivos del 0,6%.

Con estos resultados, se deriva un plazo de depreciación de 0,4 años para el cálculo de la sensibilidad del margen financiero y una duración modificada de 1,5 años para la sensibilidad de valor patrimonial.

## 6. CONCLUSIONES

En el presente artículo se hizo una revisión de los conceptos generales de la gestión de riesgos del balance, poniendo énfasis en los riesgos de mercado y de liquidez. Se describe un área de riesgos en una institución de ámbito global, desde una perspectiva práctica. Se han abordado temas como los factores de riesgo que se han de considerar en la gestión del balance, el problema de la asignación de capital económico, la necesidad de contar con medidas de riesgo de tipos de interés y su impacto sobre el margen financiero y valor económico del balance. También se han cubierto aspectos relacionados con la gestión del riesgo de liquidez. Finalmente, se presenta como ejemplo práctico la aplicación de una metodología desarrollada para el tratamiento de depósitos de clientes sin vencimiento definido.

## BIBLIOGRAFÍA

- AGGARWAL, A. y S. WATSON (eds.) (1997). *Risk Management for Financial Institutions*, Risk Pubs./PriceWaterhouse.
- BASEL COMMITTEE ON BANKING SUPERVISION (2001). *Principles for the Management and Supervision of Interest Rate Risk*, Supporting Document to the New Basel Capital Accord, Bank for International Settlements, enero.
- CORYNYN, A. G. (ed.) (1997). *Controlling and Managing Interest-Rate Risk*, New York Institute of Finance, Nueva York.
- FABOZZI, F. (1997). *Fixed Income Mathematics*, 3.<sup>a</sup> ed., McGraw-Hill, Estados Unidos.
- (ed.) (1996). *The Hand Book of Asset/Liability Management*, IRWIN, Estados Unidos.
- FIEDLER, R. E. (1997). *Liquidity Risk Methodology*, Deutsche Bank working paper.
- HULL, J. C. (2000). *Option, Futures and other Derivative Securities*, 5.<sup>a</sup> ed., Prentice Hall.
- HUTCHISON, D. y G. PENNACHI (1996). «Measuring Rents and Interest Rate Risk in Imperfect Financial Markets: The Case of Retail Bank Deposits», *Jour. of Fin. and Quant. Analysis*, vol. 31, no. 3, p. 339.
- JARROW, D. R. y D. VAN DEVENTER (eds.) (1998). *Asset/Liability Management: A Synthesis of New Methodologies*, Risk Books y Kamamkura Corp.
- JUDGE, G. (ed.) (1980). «Wiley series in probability and mathematical statistics», *The Theory and practice of econometrics*, John Wiley.
- NEFTI, S. N. (1996). *Mathematics of Financial Derivatives*, Academic Press.
- O'BRIEN, J. M. (2000). *Estimating the Values and Interest Rate Risk of Interest-Bearing Transaction Deposits*, Board of Governors of the Federal Reserve System.
- REBONATO, R. (1996). *Interest-Rate Option Models*, 2.<sup>a</sup> ed., Wiley.
- SCHERER, B. (ed.) (2003). *Asset and Liability Management Tools: A Handbook for Best Practice*, Risk Books, Londres.
- SRINIVASULU, S. (2000). *Asset/Liability Management*, 2.<sup>a</sup> edición, Euromoney-dc gardner workbooks, Londres.
- TARRIBA UNGER, J. M. (1998). «Valuación y medición de riesgo de los BONDES», en *Revista de Banca y Mercados Financieros*, CNBV, p. 21, Méjico, DF.
- (1999). «Valoración y medición de riesgo de pasivos bancarios sin vencimiento definido», en *Seminario de Matemática Financiera MEFF-UAM*, vol. 2, Madrid.
- TSAY, R. S. (2002). *Analysis of Financial Time Series*, Wiley Series in Probability, Estados Unidos.
- UYEMURA, D. y D. VAN DEVENTER (1993). *Financial Risk Management in Banking*, IRWIN, pp. 188.
- ZIEMBA, W. T. y J. MULVEY (eds.) (1998). *Worldwide Asset and Liability Modeling*, Cambridge University Press, Reino Unido.