



COMISIÓN  
PARA EL MERCADO  
FINANCIERO

## Documento de Trabajo

Documento de Trabajo N°03/19

# Estimación de prima por riesgo de crédito y otros costos implícitos en tasas de interés de créditos bancarios

Carlos Pulgar - Cristian Rojas

Julio 2019

# Estimación de prima por riesgo de crédito y otros costos implícitos en tasas de interés de créditos bancarios

Carlos Pulgar - Cristian Rojas

The Working Papers series is a publication of the Financial Market Commission (CMF), whose purpose is to disseminate preliminary research in the finance area for discussion and comments. These works are carried out by professionals of the institution or entrusted by it to third parties.

The objective of the series is to contribute to the discussion and analysis of relevant topics for financial stability and related regulations. Although the Working Papers have the editorial revision of the CMF, the analysis and conclusions contained therein are the sole responsibility of the authors.

La serie de Documentos de Trabajo es una publicación de la Comisión para el Mercado Financiero (CMF), cuyo objetivo es divulgar trabajos de investigación de carácter preliminar en el área financiera, para su discusión y comentarios. Estos trabajos son realizados por profesionales de esta institución o encargados por ella a terceros.

El objetivo de la serie es aportar a la discusión y análisis de temas relevantes para la estabilidad financiera y normativas relacionadas. Si bien los Documentos de Trabajo cuentan con la revisión editorial de la CMF, los análisis y conclusiones en ellos contenidos son de exclusiva responsabilidad de sus autores.

# Estimación de prima por riesgo de crédito y otros costos implícitos en tasas de interés de créditos bancarios\*

---

Carlos Pulgar<sup>1</sup> - Cristian Rojas <sup>2</sup>

July 2019

## ABSTRACT

This paper presents a methodology for estimating the credit risk premium and other implicit costs in bank loan interest rates. This tool allows analyzing the impact of changes in rules and regulations to the credit market on important components of interest rates charged by banks. It is based on information on balance sheets and statements of banks' income, as well as estimates of the probability of default (PD) and loss given default (LGD), consistent with the standards proposed by the Basel Committee on Banking Supervision. This method presents some advantages with respect to alternative econometric methods for estimating the impact of regulatory changes. Along with the methodology, examples of its application to recent regulatory changes are presented.

## RESUMEN

Este trabajo presenta una metodología para estimar la prima por riesgo de crédito y otros costos implícitos en las tasas de interés de créditos bancarios. Esta herramienta permite analizar el impacto de cambios en normas y regulaciones al mercado del crédito, sobre componentes importantes de las tasas de interés cobradas por los bancos. Se basa en información de balances y estados de resultados de bancos, además de estimaciones de probabilidad de incumplimiento (PD) y pérdida dado el incumplimiento (LGD), coherente con estándares propuestos por el Comité de Supervisión Bancaria de Basilea. Esta metodología presenta algunas ventajas respecto a métodos econométricos alternativos de estimación de impacto de cambios normativos. Junto con la metodología, se presentan ejemplos de su aplicación a cambios normativos recientes.

---

\*/ Las opiniones emitidas en este trabajo, errores y omisiones, son de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan la visión de la institución. Se agradecen los comentarios, consejos y sugerencias de Luis Figueroa, Jaime Forteza, Alfredo Pistelli y Nancy Silva así como también los de otros participantes en seminarios internos.

1/ Unidad Investigación, Dirección de Estudios, CMF, cpulgar@cmfchile.cl

2/ Unidad Desarrollo de Mercado, Dirección de Estudios, CMF, carojas@cmfchile.cl

## I. Introducción

Uno de los principales desafíos del proceso de elaboración y diseño de normas y políticas públicas es la evaluación de su impacto. En el caso de cambios normativos que afectan al funcionamiento de los bancos y del sistema financiero, las variables sobre la que usualmente se quiere analizar el impacto es el costo del crédito y/o las tasas de interés cobradas por las instituciones sujetas a cambio normativo.

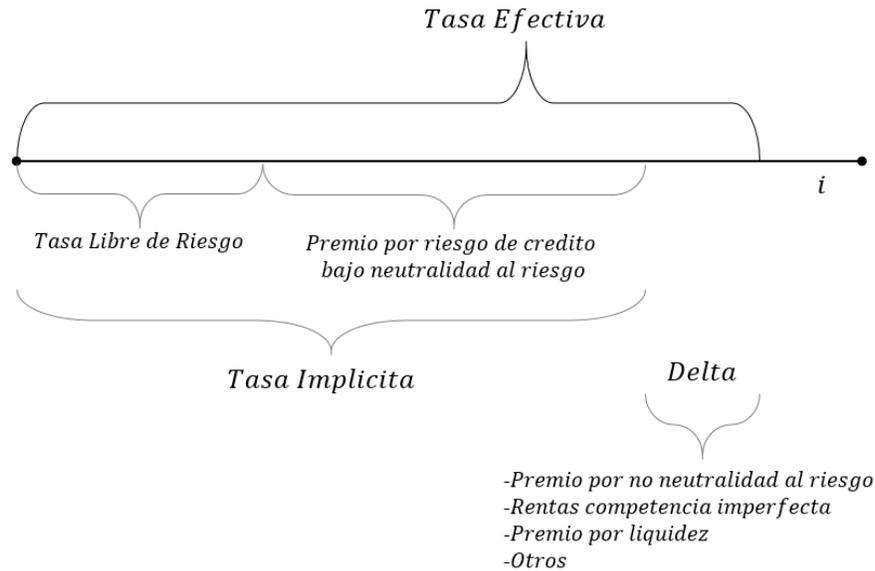
Para estimar el impacto de cambios normativos existen varios métodos. Entre los más utilizados destacan las metodologías econométricas y de impacto cuasi-experimentales, entre las que se incluye el método de *Diferencias en Diferencias* (DD). Esta última simula un experimento a partir de datos de estudios observacionales, mediante el análisis del efecto diferencial entre un grupo de tratamiento frente a un "grupo de control" en un experimento natural. Estos métodos requieren el uso de evidencia sobre un evento similar en el pasado, lo que no siempre es posible, especialmente en el caso de cambios normativos.

Este documento presenta una metodología para estimar la prima por riesgo de crédito y otros costos implícitos en las tasas de interés de créditos, que es de utilidad para estimar el impacto de modificaciones a la regulación sobre operaciones de crédito, como por ejemplo: normas de provisiones por riesgo de crédito, requerimientos de capital regulatorio, normativa de tasa máxima convencional (en muchas jurisdicciones, como en Chile, existen leyes que limitan las tasas de interés sobre operaciones de crédito de dinero), entre otras.

Un aspecto distintivo de esta metodología es que, a diferencia de los métodos econométricos, no requiere una tasa de interés efectiva para su estimación, sino información anexa para estimar los costos implícitos. En este caso, la estimación de la prima por riesgo de crédito supone neutralidad al riesgo y no arbitraje frente a una alternativa libre de riesgo de crédito, basado solo en la tasa libre de riesgo de crédito y las características crediticias del deudor. Por lo tanto, se puede considerar la tasa obtenida como el *precio mínimo* del crédito en un escenario sin aversión al riesgo y con competencia perfecta. En un escenario con aversión al riesgo y competencia imperfecta son esperables premios adicionales. Por un lado, el prestamista no es indiferente a la incertidumbre y exigirá un premio adicional de acuerdo a su aversión al riesgo. Por otro lado, con competencia imperfecta, los bancos con poder de mercado también cobrarán un premio adicional.

De este modo, la metodología aporta una medida referencial de tasa implícita basada en costos. Si un banco otorga créditos con tasas bajo este nivel, los ingresos no serán suficientes para cubrir los fundamentales de riesgo y requerimientos mínimos de rentabilidad, considerando el costo alternativo de los recursos involucrados. Con todo, la tasa efectiva se puede descomponer en tres componentes: la tasa libre de riesgo, el premio por riesgo de crédito y un spread adicional por imperfecciones de mercado, como muestra la Figura 1. La suma de los dos primeros componentes corresponde a la tasa implícita.

**Figura 1:** Relación entre tasa efectiva e implícita



La estimación de la tasa implícita permite obtener la prima cobrada por el banco y así analizar varios aspectos del negocio bancario, entre otros: diferencias de *spread* a través de instituciones bancarias y carteras, análisis de posibles asimetrías de información presente en el otorgamiento de los créditos, estrategias comerciales de expansión a nuevos segmentos y carteras, entre otros. Esto también permitiría calcular el margen de intermediación ajustado por los niveles de riesgo<sup>3</sup> en una economía. Si consideramos la literatura estándar sobre el tema se requiere analizar un *spread* ajustado por riesgo de crédito para ver el costo *real* de intermediación del sistema financiero.

Esta metodología también es de utilidad para la discusión del llamado puzle de la tasa libre de riesgo de crédito. Este se relaciona a las veces que representa la prima por riesgo de un activo con respecto a su tasa de incumplimiento. De acuerdo a la literatura, si esta relación es superior a uno entonces habría otros factores que afectan el *spread* de un activo, lo cual puede estar asociado a los elementos antes mencionados (aversión al riesgo, niveles de competencia, liquidez de los instrumentos, entre otros).

La estructura del documento es la siguiente. En la sección II se presenta una breve revisión de la literatura relacionada, en la sección III se expone la metodología para obtener la prima por riesgo de crédito de la *tasa implícita*. En la sección IV se presentan aplicaciones y en la sección V las principales conclusiones.

<sup>3</sup> El margen es visto en la literatura como el costo de intermediación o el costo del sistema financiero. No obstante, esto no considera el riesgo implícito en las operaciones de crédito.

## II. Revisión de Literatura

Para la estimación de la probabilidad de incumplimiento (PD por sus siglas en inglés), existen varios modelos cuantitativos, agrupados en los de tipo *reducido* y *estructural*<sup>4</sup>. Mientras que los modelos estructurales están basados en la estructura de capital de la empresa, los modelos reducidos consideran la PD y la tasa de recuperación (RR por sus siglas en inglés) independiente de la estructura de la firma, de la volatilidad de sus activos y de su *leverage*, por lo que la estructura de la firma es un evento estocástico. El Modelo de Merton (1974), que es fundacional en varios aspectos, es del tipo estructural.

Entre los modelos reducidos están los de *credit scorings*, entre ellos: análisis discriminante, modelos de probabilidad lineal, modelos *logit*, modelos de programación lineal, redes neuronales, árboles de decisión, entre otros<sup>5</sup>. Líneas experimentales más recientes se valen de técnicas como *machine* y *deep learning* (véase Galindo (2010)).

Numerosos investigadores han encontrado una importante diferencia empírica entre la tasa de incumplimiento (variable observable de la PD) y la prima por riesgo de crédito. Esta prima se determina empíricamente como la diferencia entre la tasa de un bono corporativo y la de un bono libre de riesgo (tesoro o banco central del país respectivo, para plazos equivalentes). En general, se encuentra que la tasa de incumplimiento es bastante inferior a la prima por riesgo de crédito.

La diferencia entre la prima por riesgo de crédito y la pérdida efectiva es lo que se conoce en la literatura como el Puzle de Riesgo de Crédito, de acuerdo a la denominación otorgada por Amato y Remolona (2003), sin perjuicio de que muchos investigadores han intentado encontrar una explicación, desde el artículo seminal de Jones, Mason y Rosenfeld (1984).

La mayoría de los investigadores han intentado encontrar una explicación utilizando el enfoque estructural de Merton y variaciones, enfocándose en bonos de vencimiento medio y largo. Mediante dichos modelos estructurales han sido capaces de generar una amplia gama de diferenciales de crédito que abarcan las primas observadas por riesgo de crédito corporativo<sup>6</sup>.

De manera de conciliar los valores empíricos, Amato y Remolona (2003) proponen incluir la LGD para comparar con la prima por riesgo de crédito. Sin embargo, se mantienen las diferencias, pues la pérdida esperada supera entre 1 y 15 veces la prima por riesgo de crédito. Los autores atribuyen

---

<sup>4</sup> Chatterjee (2016)

<sup>5</sup> Ver Rayo, Lara y Camino (2010)

<sup>6</sup> Mientras Jones, Mason y Rosenfeld (1984) han demostrado que los diferenciales de rendimiento crediticio predichos por el modelo original de Merton (1974) están muy por debajo de los diferenciales de rendimiento corporativos observados empíricamente, otros han argumentado que las extensiones del enfoque estructural de Merton que incorporan ciertas consideraciones económicas realistas pueden explicar completamente los márgenes de rendimiento observados (al menos para los bonos con vencimientos suficientemente largos). Anderson y Sundaresan (1996), por ejemplo, estudian el diseño y la valoración de los contratos de deuda en un entorno dinámico general bajo incertidumbre. Su marco básico es un juego determinado por los términos de un contrato de deuda y las leyes de bancarrota aplicables, donde los tenedores de títulos y accionistas se comportan de manera no cooperativa. Con esto, el incumplimiento estratégico de la deuda da como resultado primas por incumplimiento significativamente más altas, incluso con costos de liquidación pequeños. Collin-Dufresne y Goldstein (2002) desarrollan un modelo estructural de incumplimiento con tasas de interés estocásticas que generan relaciones de apalancamiento estacionarias. En comparación con los modelos estructurales propuestos anteriormente, su modelo genera mayores spread de crédito para empresas con bajos índices de apalancamiento iniciales, lo que estaría en línea con la observación empírica de los autores.

esta importante diferencia a que el spread también incluiría efectos asociados a impuestos y a la liquidez, a la aversión al riesgo y la dificultad para diversificar los portafolios de bonos. En general, se asume que la diversificación puede eliminar pérdidas inesperadas en un portafolio de bonos. La asimetría observada en las carteras de bonos hace que sea más difícil diversificar y se requieren muchos deudores diferentes para reducir al mínimo las pérdidas inesperadas. Finalmente concluyen que, en la práctica, las grandes carteras no son posibles de diversificar y, por lo tanto, los inversionistas deben ser recompensados por este riesgo.

Bansal y Yaron (2004) muestran que una fracción importante de la prima de riesgo de capital podría ser explicada por las fluctuaciones a largo plazo de las tasas de crecimiento macroeconómico, indicando que la incertidumbre económica estaría contenida en los precios de los activos.

Chen, Collin-Dufresne y Goldstein (2009) aplican un modelo de valorización de activos, basado en el consumo, para estudiar el Puzle de Riesgo de Crédito. Muestran que este puzle puede ser resuelto si se toma en consideración la simultaneidad de los comportamientos de las tasas de default y el exceso de retorno por unidad riesgo, los cuales a su vez tienen un comportamiento contracíclico.

En estudios más recientes, Giesecke et al (2011) analiza cómo afecta el ciclo económico y otras variables financieras a las tasas de incumplimientos observadas. Los autores también comparan las pérdidas con las primas por riesgo de crédito y concluyen que dichos spreads corresponden al doble de las primas por riesgo.

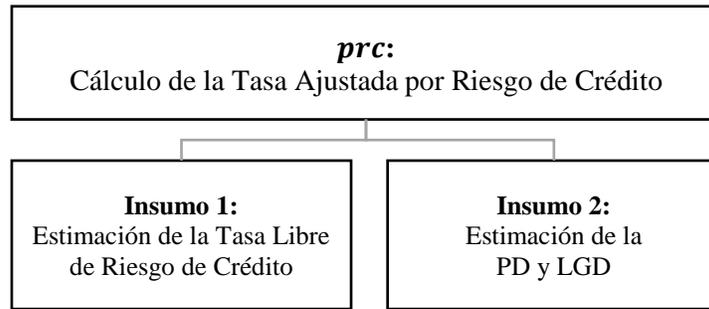
Como señala Huang y Huang (2012), el riesgo de crédito es solo parte de los spreads encontrados en la práctica en distintos instrumentos financieros de crédito (bonos y préstamos). Mientras que, a partir del modelo de Merton, los trabajos empíricos subsiguientes encontraron que los spreads eran sustancialmente más altos que los predichos, enfoques empíricos modernos que incluyen liquidez, tratamientos tributarios y otros elementos del negocio financiero han sido capaces de explicar en mayor medida los spreads observados.

Este documento intenta contribuir a esta discusión, ofreciendo una metodología que podría explicar parcialmente las diferencias encontradas en trabajos previos.

### **III. Metodología**

Para estimar la diferencia entre la prima por riesgo de crédito ( $prc$ ) y la pérdida efectiva, la metodología propuesta requiere haber estimado previamente la tasa libre de riesgo de crédito y los parámetros de riesgo PD y LGD. En lo que sigue, se discute primeramente el cálculo de la tasa ajustada por riesgo de crédito. En segundo lugar, se plantea una metodología para estimar la tasa libre de riesgo de crédito y, finalmente, el cálculo de la PD y LGD.

Figura 2: Esquema general del modelo



Nota: Este modelo tiene como principal componente la estimación de la PRC. Los insumos son parte de la calibración del modelo.  
Fuente: Elaboración propia.

### III.1 Prima por Riesgo de Crédito

Para medir la prima por riesgo de crédito de forma adecuada, una importante rama de la investigación financiera ha elaborado la metodología de árboles binomiales. Tuckman (2011), por ejemplo, desarrolla esta técnica para la estimación del premio por riesgo (*risk premium*). No obstante lo anterior, no se encuentran en la literatura aplicaciones concretas que utilicen esta metodología de estimación para el riesgo de crédito.

Para determinar el Premio por Riesgo de Crédito o *prc* se consideran dos escenarios. El primero de ellos se denomina mundo real, e incluye el riesgo de crédito. Al segundo lo denominaremos mundo libre de riesgo de crédito (o *lrc*). El valor presente esperado de los flujos futuros para el acreedor debe ser equivalente en ambos escenarios, relación que resume la fórmula (1). La *prc* puede determinarse mediante un árbol binomial que depende, entre otros factores, del plazo del crédito. Esta estrategia está basada en la teoría ampliamente desarrollada de *pricing* neutral al riesgo<sup>7</sup>, la cual considera neutralidad al riesgo en la valorización del instrumento riesgoso y no arbitraje.

$$\sum_{i=1}^N \frac{\mathbb{E}_0[c(r^{lrc} + prc)]}{(1 + r^{lrc})^i} = \sum_{i=1}^N \frac{c(r^{lrc})}{(1 + r^{lrc})^i}, \quad (1)$$

donde,

- $r^{lrc}$ : Tasa de interés libre de riesgo de la operación  $i$ <sup>8</sup>,
- $prc$ : Prima por riesgo de crédito de la operación  $i$ ,
- $\mathbb{E}_0[.]$ : Esperanza condicional a la información disponible al momento del otorgamiento,
- $c(.)$ : Valor de la cuota, para una determinada tasa de otorgamiento,
- $N$ : Número de cuotas hasta el vencimiento.

En el lado izquierdo se tiene la sumatoria de los flujos esperados considerando la prima por riesgo, y descontado a la tasa libre de riesgo de crédito. A la derecha se tienen los flujos descontados a la misma tasa, pero ahora en un mundo libre de riesgo de crédito.

<sup>7</sup> El modelo de valorización más clásico que utiliza estos supuestos es el desarrollado por Black and Scholes (1973).

<sup>8</sup> Si bien la periodicidad de pagos de la fórmula (1) se expresa en términos generales, en adelante se utilizará la convención de tasas anuales, por simplicidad.

Con la determinación de  $prc$  es posible determinar la tasa implícita de la operación mediante la fórmula (2), y con ésta el  $spread$ , de acuerdo a la fórmula (3). Este  $spread$  refleja la tasa de retorno “sobre lo normal” de la operación  $i$ , pues el retorno sobre el capital ya está considerado.

$$TI_i = r_i^{lrc} + prc_i \quad (2)$$

$$S_i = TO_i - TI_i \quad (3)$$

donde,

- $TI_i$ : Tasa anual de interés implícita de la operación  $i$ ,
- $S_i$ : Spread de la operación  $i$ ,
- $TO_i$ : Tasa anual de interés de otorgamiento de la operación  $i$ .

Adicionalmente, se utilizará la metodología RAROC para generar una métrica *benchmark* de la tasa implícita y el  $spread$ . La intención es lograr flexibilidad en la medición, de manera de contrarrestarlas en términos teóricos y prácticos, al aplicarlas a cada entidad bancaria.

El enfoque *Risk-Adjusted Return On Capital* o RAROC, corresponde a una métrica de retorno sobre riesgo. Es comparable con el ratio de *Sharpe*. Su numerador es una medida de ingreso ajustado sobre un denominador que estima la pérdida inesperada o capital económico en riesgo asociado a alguna actividad, tal como muestra la fórmula (4).

$$RAROC = \frac{\text{Ingresos} - \text{Costos} - PE \cdot \text{Activos}}{\text{Valor en Riesgo}}, \quad (4)$$

donde  $PE$  es el ratio de pérdida esperada, que al multiplicar al Activo genera el monto de pérdidas esperadas.

Para definir una tasa que sea asimilable al resto, se modifica el denominador por el activo que genera los ingresos, con lo que  $TI^{raroc}$  queda definido por la fórmula (5). De esta manera se deriva un  $spread$  asimilable con dicha metodología, mediante la fórmula (6).

$$TI_i^{raroc} = r_i^{lrc} + PE_i, \quad (5)$$

$$S_i^{raroc} = TO_i - TI_i^{raroc}, \quad (6)$$

donde,

- $S_i^{raroc}$ : Spread de tasa asociado a la operación  $i$ , usando la metodología RAROC.
- $TI_i^{raroc}$ : Tasa de interés implícita de la operación  $i$ , usando la metodología RAROC.

En rigor, el enfoque RAROC difiere del enfoque de *pricing* ajustado por riesgo sólo por el supuesto de que la pérdida esperada ( $PE$ ) es un componente directamente computable en la estructuración del nivel de tasa de interés, en contraposición a la idea de computar un  $spread$  en función de una medida de riesgo de crédito. No obstante, el enfoque RAROC es comúnmente utilizado en la literatura de *pricing* de créditos debido a su sencillez.

Es ilustrativo ver como estas metodologías se aplican en un crédito simple de un año. Como ya mencionamos un inversionista o prestamista debe estar indiferente entre prestar a un deudor con

riesgo de crédito y uno sin riesgo de crédito. Para esto deberá cobrar una prima en tasa que lo deje indiferente entre ambas opciones, lo que se representa según la fórmula (7):

$$1 + r^{lrc} = (1 - PD) \cdot (1 + r^{lrc} + prc) + PD \cdot (1 - LGD) \quad (7)$$

La fórmula considera que en caso de cumplimiento (con probabilidad  $1 - PD$ ) el banco recibe una prima por riesgo, mientras que en el caso de incumplimiento (con probabilidad  $PD$ ) la recuperación de la operación es una fracción del saldo del crédito sin intereses, que equivale a sólo  $1 - LGD$ . Es interesante notar que la igualdad anterior lleva al banco solo a una condición de *zero profit* por riesgo de crédito<sup>9</sup>. Despejando  $prc$  llegamos a la fórmula (8):

$$prc = PD \cdot \left[ \frac{LGD + r^{lrc}}{1 - PD} \right] \quad (8)$$

Dado que  $(1 - PD) \leq 1$  y que  $r^{lrc} > 0$  entonces, en cualquier caso  $prc > PD \cdot LGD$ , lo que significa que la prima por riesgo de crédito expresada en tasa de interés es mayor a la pérdida esperada, considerada en la metodología RAROC. Enfoques similares para la obtención de tasas de interés a partir de costos administrativos y parámetros de riesgos se pueden observar en Madeira (2019). Definiendo una  $PD$ , una  $LGD$  y una  $r^{lrc}$  podemos obtener una prima en tasa de interés, no obstante, no es clara la aplicación para instrumentos con múltiples periodos de pago cuyas  $PD$  y  $LGD$  pueden variar en el tiempo. Es aquí donde los árboles binomiales son de utilidad.

Es importante utilizar todos los flujos del crédito, extendiendo el modelamiento de Madeira (2019), debido a que, de acuerdo con diversos autores (véase por ejemplo Fons (1994)<sup>10</sup>), existen importantes diferencias en los parámetros de riesgo  $PD$  y  $LGD$ , en la medida de que existe amortización del capital y, por ende, historial de cumplimiento.

Por ejemplo, para los instrumentos corporativos, de acuerdo con Longstaff et al (2005) el riesgo de crédito es uno de los principales componentes al momento de estructurar una curva de tasas<sup>11</sup>. Si se utiliza una metodología simplificada que considerase sólo un año de flujos, se obtendrá que el spread de riesgo de crédito no depende del plazo del crédito, en contraste con la literatura tradicional que analiza la como el riesgo de crédito se manifiesta a través de la curva de tasas (Ver Merton (1974)<sup>12</sup>, Helwege & Turner (1999)<sup>13</sup>, Duffie & Lando (2001)<sup>14</sup>). En un instrumento de

<sup>9</sup> Es decir, el prestamista hasta el momento solo está cubriendo sus costos de fondeo y de riesgo de crédito, sin tener ninguna utilidad sobrenormal.

<sup>10</sup> El autor calcula empíricamente las tasas de incumplimiento de bonos a lo largo de su madurez, encontrando diferentes evoluciones.

<sup>11</sup> Líneas de investigación alternativas derivan las probabilidades de default a partir de los *credit spread* según distintos plazos de maduración. Véase Meres et al (2008) y Cao et al (2012).

<sup>12</sup> Usando análisis de opciones indica que aquellos deudores de baja calidad crediticia deberían mostrar *yield curves* decrecientes en el tiempo debido a que estas firmas solo podrían mejorar sus probabilidades de pago en el tiempo. En cambio, aquellas firmas con alta calidad crediticia al momento de emisión, en el tiempo es más probable que experimenten reducciones en sus capacidades de pago, mostrando así *yield curves* crecientes.

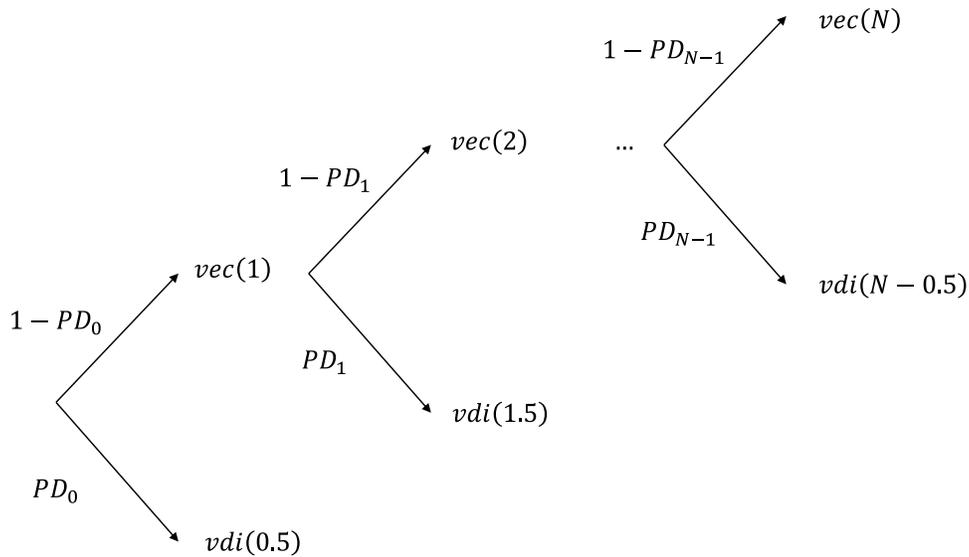
<sup>13</sup> Muestran que las *yield curves* son siempre crecientes, cuando se agrupa correctamente según nivel de riesgo.

<sup>14</sup> Plantean un modelo donde simulan como la información imperfecta que tienen los actores respecto al valor de las firmas afecta la forma de las curvas de tasas. Encuentran que las curvas deben ser necesariamente crecientes a partir del momento de emisión dado que, con información imperfecta, el inversionista no sabe realmente como evolucionará el valor de los activos afectando entonces la probabilidad de incumplimiento del emisor en el tiempo.

más de un año, la prima por riesgo de crédito deberá ser superior a la obtenida si sólo se considera un año de flujos, pues debe compensar las pérdidas asociadas a los escenarios de incumplimientos posteriores al primer año.

Para la metodología del árbol binomial se consideran los diferentes periodos de pago, para créditos de más de una cuota, con PD y LGD condicionadas al periodo de pago, tal como muestra la Figura 3.

**Figura 3:** Árbol binomial de Tasa de Interés para el Cálculo de la Prima por Riesgo de Crédito<sup>15</sup>



Fuente: Elaboración propia.

donde,

$PD_t$ : Probabilidad de incumplimiento después de  $t$  años de pago.

$N$ : Número de años al vencimiento, desde el otorgamiento del crédito.

Los valores de pago quedan representados por las funciones de valor en cumplimiento ( $vec$ ), y valor dado el incumplimiento ( $vdi$ ), según sea el caso. Dichas funciones dependerán del número de años desde el otorgamiento ( $t$ ), y se muestran en las fórmulas (9) y (10) respectivamente:

$$vec(t) = \sum_{i=1}^{12} \frac{c(r^{lrc} + prc)}{(1 + r^{lrc})^{t-1+\frac{i}{12}}}, \quad (9)$$

$$vdi(t) = \sum_{i=1}^6 \frac{c(r^{lrc} + prc)}{(1 + r^{lrc})^{t-0.5+\frac{i}{12}}} + \frac{S_t \cdot (1 - LGD_t)}{(1 + r^{lrc})^t}, \quad (10)$$

donde,

$S_t$ : Saldo del crédito después de  $t$  años de pago.

$LGD_t$ : Pérdida dado el incumplimiento después de  $t$  años de pago.

<sup>15</sup> Este árbol se puede restringir fácilmente a una fracción de año, si corresponde, considerando la proporción de la probabilidad de incumplimiento.

Es importante notar que la estructura del árbol se construye anualmente, debido a la naturaleza del parámetro de riesgo  $PD^{16}$ . Por lo tanto es necesario ajustar el flujo  $vd_i$  considerando el pago de las 6 primeras cuotas del periodo, además del flujo propio de la recuperación, toda vez que se asume que los flujos asociados a las pérdidas se asignan a la mitad del periodo.

Para determinar el valor de  $S_t$ , se puede suponer que el crédito es mensual y que tiene una cuota fija. Con eso se obtiene una forma explícita para las funciones  $c(\cdot)$  y  $S_t$ , que quedan determinadas por las fórmulas (11) y (12), respectivamente<sup>17</sup>.

$$c(r) = \frac{\left( (1+r)^{\frac{1}{12}} - 1 \right) (1+r)^N}{(1+r)^N - 1} \quad (11)$$

$$S_t = (1 + r^{lrc} + prc)^t - t \cdot 12 \cdot c(r^{lrc} + prc) \quad (12)$$

Es importante notar que ambos parámetros de riesgo dependen del tiempo, pues es común encontrar evidencia empírica que indica que:

- 1) La probabilidad de incumplimiento decae en la medida en que se observa un buen comportamiento del deudor con respecto al pago de sus cuotas anteriores.
- 2) La LGD podría decaer de manera importante si el crédito está caucionado por una garantía, pues cubriría un porcentaje mayor de la deuda en la medida que ésta se pague.

La ecuación (1) es un polinomio sin solución analítica, de manera que resulta necesario realizar un procedimiento numérico para la búsqueda de la prima  $prc$  de cada operación. Para este problema la literatura ofrece diversos métodos, entre los cuales destaca el de bisección<sup>18</sup>, debido a su sencillez y eficiencia (bajo número de iteraciones).

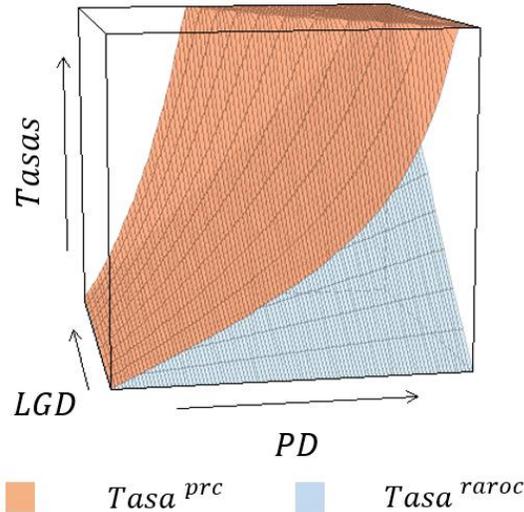
---

<sup>16</sup> Es posible también considerar un árbol mensual, sin modificar de manera importante la metodología. Sin embargo, en este caso existe la necesidad de estimar probabilidades de incumplimiento mensuales, lo cual se desalinearía del concepto tradicional de PD, generando así un importante grado de arbitrariedad. Por último, es importante mencionar que, dada una dinámica de probabilidades de incumplimiento mensuales, la temporalidad de los flujos no afecta significativamente los resultados.

<sup>17</sup> Se puede demostrar que, en dicho caso, la sumatoria del lado derecho de la ecuación (1) se puede simplificar obteniéndose el valor de uno.

<sup>18</sup> Este método permite encontrar raíces de un polinomio, mediante la segmentación sucesiva de los intervalos de solución.

**Figura 4:** Ejemplo de cálculo de la prima por riesgo de crédito  $prc$  y  $rarc$



El ejemplo considera un crédito en cuotas mensuales, con plazo de 2 años y una tasa libre de riesgo de crédito de 8%. Los parámetros de riesgo, PD y LGD se asumen constantes. Se eliminan los casos con  $PD = 0$ .

Fuente: Elaboración propia.

Como era esperable, existe una importante sensibilidad del parámetro  $prc$  a los parámetros de riesgo PD y LGD (Figura 4). En particular, a medida que aumenta la PD y la LGD la brecha de tasas entre un enfoque mediante árbol binomial y un enfoque lineal se incrementa. Esto indica que el *spread* por riesgo de crédito es superior a la combinación lineal de la PD y la LGD y que, a su vez, la brecha generada es convexa en ambos parámetros. También se observa que para determinadas combinaciones de PD y LGD la tasa es superior a 100%<sup>19</sup>. La diferencia entre ambos enfoques, cuando la LGD es igual a cero, se basa en que al llegar a un nodo de no pago una recuperación completa del crédito es sólo sobre el saldo insoluto, no incluyendo intereses<sup>20</sup>.

El procedimiento desarrollado asume neutralidad al riesgo de una operación por parte de la unidad de toma de decisiones del banco, pues la función de utilidad se modela linealmente. Este supuesto fija una cota inferior para la tasa de otorgamiento, pues la utilización del supuesto de neutralidad al riesgo es insalvable para fines prácticos, tendiendo a subestimarse la prima por riesgo de crédito. Sin embargo, el supuesto de bancos neutrales al riesgo podría parecer más razonable ante la evaluación de una operación marginal en relación con el riesgo total de la cartera.

### III.2 Tasa libre de riesgo de crédito

La sección anterior muestra la metodología para la estimación de la  $prc$ , siguiendo la literatura de prima por riesgo y usando los parámetros de riesgo de crédito. No obstante, para estimar la tasa implícita se requiere el cálculo de la *tasa libre de riesgo*, o  $r^{lrc}$ . Para las diferentes aplicaciones que

<sup>19</sup> Si la  $PD=100\%$  no existe tasa que permita tener igual valor presente a la alternativa libre de riesgo, por lo que se acotan a 100% las tasas en estos casos, para efectos gráficos.

<sup>20</sup> Dado que es un enfoque de equilibrio la  $prc$  debe entregar el mismo valor presente esperado que la alternativa libre de riesgo.

la metodología permite, se consideran tres tipos de costos bancarios al momento de otorgar un crédito (fórmula 13):

$$r^{lrc} = CA + CFP + CFC \quad (13)$$

### III.2.1 Costos Administrativos (CA)

El cálculo de los costos administrativos representa uno de los mayores desafíos en la estimación de los parámetros asociados a la *tasa libre de riesgo*. Esto debido a la compleja asignación de los gastos administrativos a las distintas carteras y, principalmente, por ausencia de información detallada.

Sin dicha información se hace imposible generar una estimación rigurosa de los costos de administración. Pese a ello, es posible efectuar estimaciones razonables para la cartera de consumo, considerando las diferencias entre los gastos de administración para las distintas carteras. Dicha estimación, que denominaremos  $CA_{b,t}$ , es realizada para el conjunto de operaciones otorgadas en el periodo  $t$  y para el banco  $b$ , utilizando la expresión (14):

$$CA_{b,t} = \frac{\sum_{p=t-11}^t GAE_{b,p}}{\sum_{p=t-11}^t SCC_{b,p} / 12} \quad (14)$$

donde,

$GAE_{b,p}$ : Gastos administrativos del ejercicio  $p$  para el banco  $b$ <sup>21</sup>. Dicha información se obtiene de información contable individual de Estados de Resultados y considera “Remuneraciones y gastos del personal”, “Servicios subcontratados” y “Publicidad y propaganda”<sup>22</sup>.

$SCC_{b,p}$ : Stock de colocaciones para el banco  $b$  y el periodo  $p$ . Dicha información se obtiene de la información de balance individual, asociada a la cartera total.

Es importante mencionar que los gastos y el stock promedio se computan sobre una base anual móvil. En general se tiene que, por efecto de economías de escala, los bancos de menor tamaño presentan los mayores costos administrativos.

Es recomendable asignar un único  $CA$  por banco, utilizando el promedio histórico de  $CA_{b,t}$  para la muestra. De esta forma, se ponderan en menor medida los costos administrativos asignados a periodos con menor nivel de colocaciones, que justamente coinciden con los de mayor volatilidad.

Estudios locales hacen referencia a un valor de  $CA$  de 5% para las colocaciones totales del sistema y 10% para la banca *retail*<sup>23</sup>. Si se considera como *benchmark* un ratio alternativo, constituido por el cociente entre gastos de apoyo ( $GA$ ) y el stock de colocaciones, se obtienen valores levemente

<sup>21</sup> En general, estos gastos se pueden asignar no sólo a las colocaciones, sino también a otras actividades, como gestión de captaciones, gestión de mesa de dinero, etc. No obstante, se asume que todo este gasto es asignable a colocaciones debido a que, en general, concentra la mayor intensidad de uso de horas trabajadas. Para ilustrar el punto, si se hubiese considerado el prorrateo considerando los instrumentos de deuda, el supuesto hubiese generado un sesgo importante debido a que el gasto en salarios en relación al monto de las operaciones, normalmente de valor elevado, es bajo.

<sup>22</sup> Dentro del total de gastos considerados, el 89% corresponde a “Remuneraciones y gastos del personal”, un 8% a “Servicios Subcontratados” y finalmente, sólo un 3% en “Publicidad y Propaganda”.

<sup>23</sup> Ver, por ejemplo, Alegría, Cowan y Opazo (2012).

menores al que resulta de la estimación. No obstante, cabe destacar que esa estimación tiene dos sesgos importantes:

- [1] Considera como costo asociado a una tasa de colocación los gastos de apoyo que incorporan “salarios”, “costos administrativos” y “depreciaciones y amortizaciones”, además de otros ítems que por sus características no parece apropiado incluir en la estructura de una tasa de interés de colocación, tales como: “gastos generales de administración”, “gastos del directorio”, “impuestos, contribuciones y aportes” y “depreciaciones y amortizaciones”.
- [2] Considera equivalentes los costos asociados entre las distintas carteras. Este supuesto es altamente discutible, ya que evidentemente los gastos totales asociados a la cartera de consumo, normalizados por el volumen de esta cartera, son mayores.

Con todo, el valor asignado por este trabajo al componente *costos administrativos (CA)* de la *tasa implícita*, en general es menor que el de otros estudios locales (Tabla 1).

**Tabla 1:** Gastos de Apoyo (GA) sobre Stock de Colocaciones

GA/Colocaciones	CA
2.97%	3.04%

Fuente: Información de archivos Normativos “Balance Individual” (MB2) y “Estados de Resultados Individual” (MR2) a diciembre del 2012.

### III.2.2 Costos de Financiamiento a través de Pasivos (CFP)

El cálculo de los costos de financiamiento tiene la complejidad natural que se deriva del descalce de financiamiento que caracteriza a la intermediación financiera y, en el caso general, de la ausencia de una correspondencia directa entre una determinada operación de captación hacia una operación de colocación en particular<sup>24</sup>. La variable *CFP* tiene relación con el financiamiento asociado a pasivos no subordinados, y viene dado por la siguiente expresión (15):

$$CFP = FP \cdot CF \quad (15)$$

donde,

*CFP*: Costo de financiamiento por medio de pasivos asociado a la operación *i*,

*FP*: Fracción del crédito que es financiada con pasivos,

*CF*: Tasa anual de interés de financiamiento a través de pasivos, del banco *b*.

La Fracción Financiada con Pasivos (*FP*), corresponde a todo lo que no es financiado mediante capital regulatorio, es decir, se cumple la expresión (16). Se utiliza el capital regulatorio y no el capital básico, pues se desea capturar una visión asociada a riesgos y no a criterios contables.

$$FP = (1 - PI) \quad (16)$$

<sup>24</sup> Una excepción es el caso de créditos hipotecarios financiados con letras de crédito hipotecarias, donde es unívoca la relación o; más reciente, con los mutuos hipotecarios financiados mediante bonos hipotecarios.

donde  $PI$  es la pérdida inesperada para la operación por riesgo de crédito.

La composición del financiamiento de la banca a través de pasivos no subordinados (activos netos del capital regulatorio) es presentada en la Tabla 2.

**Tabla 2:** Composición de Pasivos no subordinados de la Banca

Tipo de Pasivo	Porcentaje del total
Depósitos a Plazo	40.5%
Depósitos y otras captaciones a la vista	22.5%
Instrumentos de Deuda emitidos	20.5%
Otros	16.5%

Fuente: Información del archivo normativo "Balance Consolidado" (MB1), a diciembre del 2013.

Dado lo anterior, la Tasa de Financiamiento vía Pasivos ( $CF$ ) es calculada siguiendo dos alternativas<sup>25</sup>:

- i. Utilizando el total de operaciones de financiamiento no subordinado con terceros.
- ii. Utilizando los Depósitos a Plazo con plazos entre 1 mes y un año.

Para ambas alternativas se consideran sólo las captaciones en UF y pesos, ajustando por una inflación esperada de 3% en el primer caso<sup>26</sup>. Los resultados para ambos casos son presentados en la Tabla 3, con diferencias en general marginales, por lo que se considera a los depósitos a plazo ( $DaP$ ) como una medida más representativa del financiamiento de la banca, debido a su gran participación.

**Tabla 3:** Tasa de Financiamiento vía Pasivos (%).

Banco	Tasa $DaP$	Tasa Pasivos Totales
Sistema	4.65	4.63

Fuente: Ejemplo desarrollado con el archivo MSI "Tasas de Interés Diarias de Operaciones Activas y Pasivas" (D31)

Finalmente, la Tabla 4 resume los resultados de un ejercicio para el costo de financiamiento vía pasivos ( $CFP$ ) y sus componentes para el sistema en su conjunto. Cuando se analiza banco a banco, se observa que no necesariamente aquellos bancos de mayor tamaño o mejor clasificación de riesgo presentan menores costos de financiamiento con pasivos ( $CFP$ ) para las operaciones de crédito bajo estudio. Esto se debe a que las menores pérdidas inesperadas por riesgo de crédito en sus carteras inducen a una mayor participación de financiamiento vía pasivos ( $1-PI$ ).

**Tabla 4:** Construcción del Costo de Financiamiento vía Pasivos o  $CFP$  (%).

Banco	$EA$	$FP$	$CF$	$CFP$
Sistema	10.28	89.72	4.65	4.17

Fuente: Elaboración propia.

<sup>25</sup> En base a información del archivo normativo "Tasas de Interés Diarias de Operaciones Activas y Pasivas" (D31, MSI).

<sup>26</sup> En las aplicaciones realizadas no se ha profundizado en considerar tasas equivalentes en términos de plazo, o bien considerar tasas asociadas a monedas extranjeras, con los respectivos forwards de monedas extranjera. Tampoco se consideró estimar los forwards de inflación.

### III.2.3 Costo de Financiamiento a través de Capital (CFC)

El capital por riesgo de crédito en sí no genera un costo para la operación. El impacto es generado por el costo de oportunidad del capital que se utiliza para cubrir la pérdida inesperada, el cual es estimado mediante la fórmula (17):

$$CFC = RC \cdot PI, \quad (17)$$

donde

*CFC*: Costo de financiamiento a través de capital, o costo oportunidad del capital constituido contra la pérdida inesperada de la operación.

*RC*: Tasa de retorno del capital exigido por los accionistas del banco *b*.

Es importante mencionar que, implícitamente, se asume que el capital aumenta conforme se genera una nueva colocación, es decir, impacta por unidad y no a modo de costo fijo.

#### a) *Tasa de Retorno del Capital (RC)*

La *Tasa de Retorno del Capital (RC)* se calcula utilizando la fórmula (18):

$$1 + RC = \begin{cases} (1 + TBS)(1 + \pi) & \text{Si } \frac{BS}{CB} < 50\% \\ 1 + CC & \text{Si } \frac{BS}{CB} \geq 50\% \end{cases} \quad (18)$$

donde

*TBS*: Tasa de los bonos subordinados del banco,

$\pi$ : Inflación proyectada. En este caso se considera la meta inflacionaria del Banco Central, que equivale a un 3% anual.

*BS*: Monto total de los bonos subordinados que se computa como capital regulatorio<sup>27</sup>, para el banco *b* en el periodo *t*.

*CB*: Capital básico constituido por el banco *b* en el periodo *t*.

*CC*: Costo de capital de la industria bancaria. Este fue calculado fijo para todos los bancos, utilizando la fórmula de CAPM para los bancos abiertos a bolsa.

Se utilizó la tasa de los bonos subordinados como aproximación a la tasa de interés del capital, principalmente por su admisibilidad como componente de capital regulatorio. La inclusión de los bonos subordinados en el capital regulatorio puede llegar sólo al 50% del capital básico, en línea con la normativa bancaria local vigente<sup>28</sup>. Para la *TBS* se utiliza información de la bolsa acerca de las transacciones mensuales por banco<sup>29</sup>. Los resultados de las tasas anuales promedio de *TBS* y *RC* se pueden obtener por banco. En el caso en que el total de bonos subordinados sean iguales o superior al 50% del capital básico, entonces no se podrá utilizar este mecanismo, por lo que se hace

<sup>27</sup> De acuerdo al Capítulo 9-6 de la RAN, para los fines de calcular el patrimonio efectivo, la ley establece que los bonos subordinados se valorarán al precio de colocación y el valor computable disminuirá en un 20% por cada año que transcurra desde que falten seis años para su vencimiento, esto es, para el pago de los respectivos cupones. Ver [Norma 188](#).

<sup>28</sup> Capítulo 9-6 de la RAN, SBIF.

<sup>29</sup> Para los meses en que estos bonos no se transaron se consideró la última información histórica. Para algunos bancos no se encontró información de bonos subordinados, por lo que se utilizaron las tasas de interés promedio de instrumentos de bancos con similares características.

necesario calcular el costo del capital accionario. Para ello se utilizó la fórmula de CAPM, que se muestra en la fórmula (19). Un ejercicio aplicado se muestra en la Tabla 5<sup>30</sup>:

$$CC = r_f + \beta(r_M - r_f) \quad (19)$$

donde,

$CC$ : Costo de capital de la industria bancaria.

$r_f$ : Tasa anual de renta fija, en este caso corresponde a la tasa de los bonos del Banco Central de Chile a 20 años en pesos.

$r_M$ : Tasa anual de retorno del IPSA.

$\beta$ : Coeficiente beta de la industria bancaria. Se calcula como  $\beta = Covar(r_M; r_B)/Var(r_M)$ , donde  $r_B$  es un índice de precios de las acciones de la banca.

**Tabla 5:** Retorno Promedio del Capital (RC) para dos bancos en particular.

Banco	TBS	CC	BS/CB	RC
B1	3.90	12.04	28.41	7.02
B2	3.86	12.04	50.00	12.04

Fuente: Elaboración propia.

Comúnmente la literatura relacionada a *pricing* de créditos considera una simplificación poco realista, en cuanto supone que el financiamiento omite la constitución de capital necesario para afrontar la pérdida inesperada o cumplir con la regulación vigente. Dado que en general la tasa de retorno del capital es superior a la de los pasivos, este supuesto genera una subestimación de la *tasa de costo implícita*.

El capital adicional para cubrir pérdidas inesperadas ( $PI$ ) se genera para cada operación, y se puede calcular utilizando dos mecanismos distintos.

#### Alternativa 1: Capital en Riesgo

Utilizando la metodología del Enfoque *IRB* de Basilea III, se puede estimar el capital requerido para cubrir pérdidas inesperadas. Para ello se define la correlación entre el riesgo del activo total de cada deudor y el factor de riesgo sistemático ( $R$ ) mediante la fórmula (20).

$$R = 0.03 \cdot \left( \frac{1 - e^{-35 \cdot PD}}{1 - e^{-35}} \right) + 0.16 \cdot \left( 1 - \frac{1 - e^{-35 \cdot PD}}{1 - e^{-35}} \right) \quad (20)$$

Se define la *Pérdida Inesperada* ( $PI$ ) mediante la fórmula (21).

$$PI_{irb} = \left( LGD \cdot N \left[ \frac{G(PD)}{(1 - R)^{0.5}} + \left( \frac{R}{1 - R} \right)^{0.5} G(0.999) \right] - PD \cdot LGD \right) \quad (21)$$

<sup>30</sup> Existen numerosas metodologías para estimar el retorno del capital, como son CAPM, modelo de tres factores de Fama y French, o metodologías empíricas ligadas a ratios financieros (ROE). Sin embargo, se optó por la de CAPM por su simplicidad, la cual obtiene resultados en línea con los resultados contables agregados.

donde,

$PI_{irb}$ : Pérdida inesperada para la operación, calculada mediante el Enfoque *IRB* de Basilea III.

$R$ : Correlación entre el riesgo del crédito y el riesgo sistemático.

$N[.]$ : Distribución normal estándar.

$G(.)$ : Inversa de la distribución normal estándar.

#### Alternativa 2: Capital regulatorio

En este caso la Pérdida Inesperada es representada por el cargo de capital regulatorio mediante la fórmula (22):

$$PI_{reg} = (1 - PE) \cdot IS \quad (22)$$

donde,

$PI_{reg}$ : Pérdida inesperada para la operación, calculada por el cargo de capital regulatorio.

$PE$ : Pérdida esperada de la operación, que equivale a la multiplicación de  $PD$  y  $LGD$ .

$IS$ : requerimientos de capital regulatorio sobre activos ponderados por riesgo<sup>31</sup>.

En general, se considera más apropiado utilizar la primera alternativa, por recoger más apropiadamente criterios asociados a riesgo, más que regulatorios.

La Tabla 6 muestra un ejemplo de cálculo para la Pérdida Inesperada ( $PI$ ) y el Costo de Financiamiento vía de Capital ( $CFC$ ). Se observa que existen importantes diferencias entre las estimaciones para  $PI$  bajo el modelo de *IRB* Avanzado (Vasicek) y bajo el enfoque de Requerimiento Regulatorio, mostrando este último un nivel más bajo. Por otra parte, si bien valores mayores de  $PI$  podrían estar asociados a carteras más riesgosas, en ciertos casos y al contrario de lo que se podría suponer a-priori, bajo un modelo *IRB* Avanzado esto podría indicar menor participación relativa de la Pérdida Esperada y, por lo tanto, carteras con menor riesgo idiosincrático o recurrente. En cuanto al Costo de Financiamiento a través de Capital, en general bordea el 1% anual.

**Tabla 6:** Construcción del Costo Oportunidad por Capital (CFC) para el sistema bancario

PI irb	PI reg	CFC irb	CFC reg
10.28	7.19	1.16	0.81

Fuente: Elaboración propia.

---

<sup>31</sup> Se asume un requisito regulatorio del 8%. Según el Artículo 67 de la Ley General de Bancos las colocaciones de consumo y la casi totalidad de las colocaciones comerciales, el ponderador de riesgo es de 100%, previa extracción de la pérdida esperada (provisiones). Sin embargo, la cartera hipotecaria residencial tiene un ponderador de 60% por lo que el requerimiento será de 4.8%.

### III.3 Parámetros PD y LGD

Para la estimación de la Probabilidad de Incumplimiento se pueden utilizar distintas metodologías, dependiendo de la información disponible. En el caso de poseer la máxima información desagregada, es ideal emplear un modelo *probit* o *logit*<sup>32</sup> para estimar la probabilidad de incumplimiento de cada individuo (PD) como función de variables exógenas que caracterizan al deudor y el entorno macroeconómico. La variable dependiente que se utiliza identifica que la operación asociada a la agrupación deudor/banco/periodo entrará en cartera vencida en un periodo menor o igual a un año, bajo un seguimiento mensual dentro de ese horizonte temporal.

Análogamente se pueden desarrollar modelos para la asignación de la LGD para cada operación. Sin perjuicio de lo anterior, es común enfrentarse al desafío de no poseer suficiente cantidad o calidad de información para el desarrollo de un modelo en una determinada cartera. En dicho caso se recomienda seguir un marco metodológico como el presentado en Forteza et al (2018), o bien asignar los parámetros de riesgo establecidos en los Modelos Estándar de Provisiones, que se muestran en el Compendio de Normas Contables<sup>33</sup>.

## IV. Aplicaciones

La metodología desarrollada tiene varios usos, entre los cuales se incluye la evaluación de impacto de cambios normativos sobre las tasas de interés. A continuación, se presentan dos aplicaciones recientes de esta metodología para medición de impacto de cambios.

### IV.1 Ejercicio de impacto debido a la disminución de la TMC

En diciembre del 2013 se modificó la Ley 18.010, la cual considera, entre otros, un cambio en el método de cálculo de la Tasa Máxima Convencional (TMC) que produjo una reducción en su nivel, especialmente para el tramo de operaciones en moneda chilena no reajutable con plazo mayor o igual a 90 días y con monto del crédito menor o igual a 200 UF. El efecto esperado generó un amplio debate desde que comenzó a discutirse el proyecto, a mediados de 2011. La discusión se ha centrado en los potenciales efectos adversos, al menos para una fracción de los futuros demandantes de créditos que están en dicho segmento, específicamente en la denegación del otorgamiento del crédito, comúnmente denominada “*desbancarización*”, y la migración hacia oferentes de créditos no regulados.

Se realizaron simulaciones que consideran una exclusión bancaria cuando la Tasa Implícita del crédito es superior a la TMC. Para ello se estimó un parámetro de PD para cada individuo mediante un modelo *probit*. Para la estimación del modelo se utiliza información detallada por deudor y

---

<sup>32</sup> También se puede utilizar la técnica denominada *Re-Logit*, correspondiente a la corrección *Weighting* (King y Zeng, 2001). Este método se utiliza, como señala su nombre, para corregir sesgos remanentes en los parámetros al utilizar la metodología tradicional, que potencialmente conduce a subestimaciones significativas de la probabilidad del evento de no pago en carteras con baja frecuencia de incumplimiento. La evaluación del modelo *in-sample* y *out-sample* no mostró mayor diferencia en relación al modelo *Logit* tradicional, tanto en los coeficientes de las variables exógenas, como en su significancia estadística y en la bondad de ajuste del modelo. Por lo tanto, siguiendo el principio de parsimonia se escogió el modelo tradicional.

<sup>33</sup> Véase el anexo para encontrar la definición de algunos conceptos importantes relacionados.

operación de crédito de consumo en cuotas, para el periodo comprendido entre enero de 2006 a junio de 2011<sup>34</sup>.

Los parámetros obtenidos en términos agregados se muestran en la Tabla 7. Es importante mencionar que, a nivel del sistema bancario, el resultado para la *PD* es coincidente con lo encontrado por [Alfaro, Pacheco y Sagner \(2011\)](#), quienes obtienen una probabilidad de no pago de largo plazo de 14% para créditos de consumo en cuotas otorgados por la banca chilena. En cuanto al parámetro *LGD*, éste es consistente con la estimación de 70% efectuada por [Botha y Van Vuuren, \(2009\)](#) para carteras minoristas.

**Tabla 7:** Probabilidad de Incumplimiento (*PD*), Pérdida dado el incumplimiento (*LGD*), Pérdida Esperada (*PE*) y Prima por Riesgo de Crédito (*PRC*), para créditos en cuotas de la cartera de consumo.

<i>PD</i>	<i>LGD</i>	<i>PE</i>	<i>PRC</i>
14.79	68.25	10.09	12.66

La *PE* se calcula como el promedio simple por operación.  
Fuente: En base a estimaciones propias.

Simultáneamente a la obtención de la *PRC* se estima la tasa de costo implícita *TI*, la cual es fácilmente comparable con la tasa implícita utilizando la metodología *RAROC* (Tabla 8). Es importante considerar que si se incluyen los cargos y comisiones sobre las operaciones de crédito se obtendrían *spreads* superiores a los estimados en la Tabla 9.

**Tabla 8:** Tasas de Interés Promedio de Otorgamiento e Implícita, para cada Metodología (entre abril del 2006 y mayo del 2011).

Tasa Otorgamiento	<i>TI<sup>prc</sup></i>	<i>TI<sup>raroc</sup></i>
24.4	20.8	17.9

Tasas calculadas como promedios ponderados por saldo insoluto.  
*TASA<sup>prc</sup>*, *TASA<sup>raroc</sup>* y *TASA<sup>ont</sup>* según las metodologías de Prima por Riesgo, *RAROC* y Contable, respectivamente  
Fuente: Archivo normativo D32 (MSI) y estimaciones propias.

**Tabla 9:** *Spread* Promedio por Tasa Implícita, para cada Metodología, en relación a Tasa Promedio de Otorgamiento (abril del 2006 y mayo del 2011)

<i>SPREAD<sup>prc</sup></i>	<i>SPREAD<sup>raroc</sup></i>
3.60	6.48

Tasas calculadas como promedios ponderados por saldo insoluto.  
*SPREAD<sup>prc</sup>* y *SPREAD<sup>raroc</sup>* según las metodologías de Prima por Riesgo y *RAROC*, respectivamente.  
Fuente: Archivo normativo D32 (MSI) y estimaciones propias.

Las estimaciones desagregadas señalan un mayor impacto sobre la banca *retail*. Además, los ingresos totales por créditos de consumo en cuotas para la banca *retail* y el sistema bancario promediarían una disminución de 2,4% y 1,6%, respectivamente.

A diferencia de lo que concluyen otros estudios, los resultados obtenidos en las simulaciones sugieren que existiría suficiente espacio para ajustar la tasa de interés de operaciones a un menor nivel de *TMC*, sin afectar significativamente los ingresos de la banca. Además, la estimación sugería

<sup>34</sup> En base a la información del archivo normativo "Activos y Provisiones de Colocaciones de Consumo y Vivienda" [http://www.sbif.cl/sbifweb/internet/archivos/norma\\_203\\_1.pdf](http://www.sbif.cl/sbifweb/internet/archivos/norma_203_1.pdf) (existe información disponible desde enero de 2003, para la construcción de un conjunto de variables se utilizan ventanas móviles de 36 meses, por lo que se reduce el número de periodos con información).

que sólo el 1,1% del número de créditos bajo estudio, tenía créditos con tasas implícitas por sobre la nueva tasa máxima convencional.

## IV.2 Ejercicio de impacto del aumento de provisiones en la cartera hipotecaria residencial

En diciembre del 2014 se puso en consulta una nueva normativa, que considera un modelo estándar de provisiones por riesgo de crédito para la cartera hipotecaria residencial del sistema bancario chileno. El modelo incorpora explícitamente el parámetro de PD y LGD, diferenciados según los factores de riesgo mora y LTV. Al respecto, se utilizó la metodología de manera de estimar un posible impacto en tasas de otorgamiento, asumiendo que el banco utilizará estos parámetros de riesgo en su *pricing*. La incorporación del LTV como factor de riesgo genera un desafío en la estimación de la prima por riesgo de crédito, pues los parámetros de riesgo se modifican conforme haya disminución de la deuda durante el ciclo del crédito.

La Tabla 10 presenta el resultado obtenido frente al otorgamiento de una nueva operación hipotecaria residencial bajo distintas condiciones, que se relacionan con los factores de riesgo del método estándar propuesto. Como se aprecia, existirían espacios para presionar a la baja la tasa de interés corriente en segmentos con operaciones de menor LTV. Esto es especialmente relevante en el refinanciamiento de créditos con una madurez residual baja.

**Tabla 10:** Aproximación al Impacto en Tasas de Interés del *Modelo Estándar Propuesto*.

LTV Otorgamiento (%)	40%	80%	90%
Impacto en TIC (%) *	-0.03%	-0.02%	0.09%
Tasa de Interés Corriente (UF) **	4.65%		

(\*) Impactos porcentuales. (\*\*) Promedio de las observadas en el año 2013.

Fuente: Elaboración propia.

## V. Resultados y conclusiones

La metodología desarrollada constituye un avance relevante para el desarrollo del cálculo de costos implícitos en las operaciones de crédito, debido a que se construye utilizando como parámetros la probabilidad de incumplimiento (PD) y la pérdida dado el incumplimiento (LGD) estimados según los estándares definidos por el Comité de Basilea lo que, en caso de que se adoptase como una práctica bancaria, podría alinear los incentivos inherentes al *pricing* con los resguardos necesarios para los riesgos que se asumen<sup>35</sup>, en términos de asignación capital y constitución de provisiones (alineándose de paso al foco fundamental del Pilar 2 de Basilea II, esto es, la gestión del capital basada en riesgo).

Esta metodología muestra que es posible establecer una relación directa entre la provisión por riesgo de crédito, según los parámetros de pérdida esperada, la tasa implícita y la tasa de otorgamiento del crédito. Potencialmente, esta metodología podría establecer cotas a las tasas de las operaciones, constituyendo un *trade-off* entre ingresos por interés y gastos en provisiones. Dicho

<sup>35</sup> Considérese un caso donde la tasa operativa sea constantemente inferior a la tasa implícita que los parámetros de riesgo indican. Esto implicaría un desalineamiento entre *pricing* ajustado por riesgo de crédito y la política comercial de otorgamiento de créditos.

en otras palabras, si una operación de crédito tiene una tasa de otorgamiento elevada debido a un alto nivel de riesgo de crédito, éste tendría que verse también materializado en la provisión mantenida por la operación. Así, esta metodología serviría además como herramienta de supervisión.

Adicionalmente, esta metodología permite entender de manera más acabada la microestructura del *spread* de los créditos según institución, línea de negocios y características del instrumento (como monto y plazo). Conjugar lo anterior con análisis industriales respecto a niveles de competencia puede ser una herramienta importante para entender el comportamiento general del crédito en la industria bancaria en nuestro país.

En conclusión, la metodología desarrollada puede ser utilizada en diversos ejercicios, debido a su plasticidad, especialmente en la evaluación de impacto de diferentes cambios normativos.

## Referencias

- Alegría, A., Cowan, K. y Opazo, L. (2012). "Análisis de los efectos del proyecto de ley que modifica el cálculo de la tasa máxima convencional", *Nota Técnica, Banco Central de Chile*.
- Alfaro, A., Pacheco, L., & Sagner, T. (2011). "Dynamics of the failure rate in consumer credit installments", *Economía Chilena*, 14(2), 119-124.
- Amato, J. D., & Remolona, E. M. (2003). "The credit spread puzzle", *BIS Quarterly Review*.
- Anderson, R. & Sundaresan, S. (1996). "Design and Valuation of Debt Contracts", *The Review of Financial Studies*, Volume 9, Issue 1, January 1996, Pages 37–68.
- Bansal, R. & Yaron, A. (2005). "Risks for the long run: A potential resolution of asset pricing puzzles", *The Journal of Finance*, vol. 59, no. 4, 2004, pp. 1481–1509.
- Black, F., & Scholes, M. (1973). "The pricing of options and corporate liabilities", *Journal of political economy*, 81(3), 637-654.
- Botha, M., & van Vuuren, G. (2009). "Retail credit capital charge optimization and the new Basel Accord", *Journal of Risk Management in Financial Institutions*, 2(3), 265-283.
- Cao, Y., Zhou, L., & Chi, G. (2012, June). Default probability calculation model based on credit spread. In *World Automation Congress 2012* (pp. 1-4). IEEE.
- Chatterjee, S. (2015). "Modelling credit risk", *Handbooks*.
- Chen, L., Collin-Dufresne, P. & Goldstein, R. S. (2009). "On the Relation between the Credit Spread Puzzle and the Equity Premium Puzzle", *The Review of Financial Studies*, Vol. 22, Issue 9, pp. 3367-3409.
- Collin-Dufresne, P. & Goldstein, R. S. (2002). "Do Credit Spreads Reflect Stationary Leverage Ratios?", *The Journal of Finance*, Vol. 56, Issue 5, pp. 1929-1957.
- Duffie, D., & Lando, D. (2001). Term structures of credit spreads with incomplete accounting information. *Econometrica*, 69(3), 633-664.
- Fons, J. S. (1994). Using default rates to model the term structure of credit risk. *Financial Analysts Journal*, 50(5), 25-32.
- Forteza, J., Medina, V. & Pulgar, C. (2018) "Marco general para el diseño de métodos estándar de provisiones por riesgo de crédito", *Series de Estudios Normativos de la SBIF, No. 18/04*.
- Galindo, J., & Tamayo, P. (2000). "Credit risk assessment using statistical and machine learning: basic methodology and risk modeling applications", *Computational Economics*, 15(1-2), 107-143.
- Giesecke, K., Longstaff, F. A., Schaefer, S., & Strebulaev, I. (2011). "Corporate bond default risk: A 150-year perspective", *Journal of Financial Economics*, 102(2), 233-250.
- Helwege, J., & Turner, C. M. (1999). The slope of the credit yield curve for speculative-grade issuers. *The Journal of Finance*, 54(5), 1869-1884.

- Huang, J. Z., & Huang, M. (2012). "How much of the corporate-treasury yield spread is due to credit risk?", *The Review of Asset Pricing Studies*, 2(2), 153-202.
- Jones, E., Mason, S. & Rosenfeld, E. (1984). "Contingent claims analysis of corporate capital structures: An empirical investigation", *The Journal of Finance*, vol. 39, no. 3, 1984, pp. 611–625.
- King, G., & Zeng, L. (2001). "Logistic regression in rare events data", *Political analysis*, 9(2), 137-163.
- Longstaff, F. A., Mithal, S., & Neis, E. (2005). Corporate yield spreads: Default risk or liquidity? New evidence from the credit default swap market. *The journal of finance*, 60(5), 2213-2253.
- Madeira, C. (2019). The impact of interest rate ceilings on households' credit access: evidence from a 2013 Chilean legislation. *Journal of Banking & Finance*.
- Meres, B., & Almeida, C. (2008). Extracting default probabilities from sovereign bonds. *Brazilian Review of Econometrics*, 28(1), 77-94.
- Merton, R. C. (1974). "On the pricing of corporate debt: The risk structure of interest rates", *The Journal of finance*, 29(2), 449-470.
- Rayo, S., Lara, J., & Camino, D. (2010). Un Modelo de Credit Scoring para instituciones de microfinanzas en el marco de Basilea II. *Journal of Economics, Finance and Administrative Science*, 15(28), 89-124.
- Tuckman, B., & Serrat, A. (2011). "Fixed income securities: tools for today's markets", John Wiley & Sons, Vol. 626.

## Anexo: Parámetros de Riesgo

Definiciones:

- **Probabilidad de incumplimiento (PD):** probabilidad de que un deudor incumpla dentro de un horizonte de tiempo de un año. La PD puede variar desde 0.00% para un cliente de cero riesgo hasta 100% para un cliente de alto riesgo.
- **Pérdida dado el incumplimiento (LGD):** es la cantidad estimada de pérdida del total de exposición al incumplimiento, o inverso del ratio de recuperación. El valor depende de la existencia de garantías y la naturaleza de las mismas, el porcentaje de cobertura de la exposición, y de otros factores que influyen en el nivel probable de recuperación. Las estimaciones de LGD se basan, entre otras cosas, en las tasas de recuperación histórica y el estrés probado para desaceleraciones económicas.
- **Exposición al incumplimiento (EAD):** representa el nivel de exposición en el caso que la contraparte incumpla en sus obligaciones. Para el caso de líneas de crédito y otros contingentes, se debe estimar la fracción de que se haría uso en caso de presentarse un evento de incumplimiento. A dicha fracción se le denomina factor de conversión de crédito (CCF por sus siglas en inglés).

Los métodos basados en calificaciones internas para el riesgo de crédito (IRB por sus siglas en inglés) permiten a los bancos utilizar sus propias estimaciones internas de riesgo para determinar los requisitos de capital, con la aprobación de sus supervisores. Mientras que el enfoque estandarizado (SA) es obligatorio, un banco puede elegir IRB sujeto a la aprobación supervisora. Los IRB son de dos tipos:

- *Foundation IRB* (IRB-F). Los bancos están obligados a proporcionar su propia estimación de la Probabilidad de Incumplimiento (PD) y usar parámetros normativos predeterminados para la Pérdida en incumplimiento (LGD), Exposición al incumplimiento (EAD) y un factor de madurez.
- *IRB Advanced* (IRB-A). La institución debe estimar todos los factores para el cálculo del activo ponderado por riesgo (PD, LGD, EAD y el vencimiento efectivo M), sujeto a la aprobación regulatoria.

Para efectos contables, la provisión actúa como un descuento en el nivel de los activos, y por tanto del capital:

$$PE = PD \cdot EAD \cdot LGD$$

Cualquier pérdida sobre la Perdida Esperada es conocida como Perdida Inesperada (PI). Un banco o institución financiera debería tener suficiente capital como para afrontar las pérdidas inesperadas y así asegurar su solvencia. Si las pérdidas inesperadas exceden al capital del banco, la institución podría caer en bancarota. Por este motivo es que una estimación correcta del riesgo de crédito es fundamental.

