

# **Riesgo de opcionalidad comportamental en el libro bancario**

Rafael Serrano

Universidad del Rosario

21 de mayo de 2024

# Riesgos de TI en el LB

---

## Riesgo de reprecio o riesgo de brecha (Gap risk)

Esta es la principal fuente de RTILB. Surge principalmente de las diferencias en las fechas de cambios de TIs, vencimientos y flujos de efectivo de los activos y pasivos que afectan negativamente las ganancias o el capital de una entidad financiera.

Por ejemplo, la entidad puede utilizar depósitos sin plazo fijo para financiar préstamos a tasa fija de largo plazo.

Si las tasas de los depósitos suben, esto incrementa el costo de fondeo y reduce los rendimientos netos de los activos a tasa fija.

# Riesgos de TI en el LB

---

## Riesgo de base (Basis risk)

Este riesgo surge por sensibilidad a cambios en diferentes momentos o en diferentes cantidades de las tasas de mercado de los productos o en los índices utilizados para fijar el precio de activos y pasivos.

Por ejemplo, si el financiamiento de un activo está vinculado a la tasa cero-cupón a un año, y el activo está indexado a una tasa comercial preferencial, el riesgo de base ocurre cuando el diferencial entre la tasa cero-cupón a un año y la tasa del activo cambian.

Estos cambios afectan el margen neto de intereses del banco al reducir el diferencial entre las tasas de captación y colocación, y también el VEP al reducir los flujos futuros del activo.

# Riesgos de TI en el LB

---

## Riesgo de opcionalidad comportamental

No existe un consenso sobre una decisión precisa de este riesgo. Nosotros, lo dividiremos en dos sub-categorías:

Riesgo de opcionalidad (implícita o explícita) que surge cuando un banco o su cliente tiene el derecho (no la obligación) de alterar el nivel y las fechas de los flujos de efectivo de un activo o pasivo.

Por ejemplo, los depósitos a la vista que no tienen vencimientos fijos conllevan un riesgo dado que se pueden realizar retiros en cualquier momento. Esta es la opcionalidad desde el punto de vista del depositante.

Por otro lado, el banco tiene la opción de cambiar la tasa de interés de estos productos, con previo aviso a los depositantes. Esta es la opcionalidad del lado del banco.

# Riesgos de TI en el LB

---

## Riesgo de opcionalidad comportamental

Riesgo comportamental: surge principalmente del lado de los activos y está impulsado por la opción de amortización anticipada (pago anticipado total o parcial) de préstamos o créditos hipotecarios.

Se denomina también riesgo de prepago, riesgo de pago anticipado o riesgo de refinanciamiento.

En Colombia, desde el 2012 los deudores del sector financiero pueden pagar sus créditos de manera anticipada sin ningún tipo de sanción por la entidad.

# Riesgos de TI en el LB

---

## Riesgo de opcionalidad comportamental

En el caso de pago anticipado, la opcionalidad es principalmente comportamental y se ejerce en respuesta a cambios en las tasas de interés del mercado.

Por ejemplo, las personas tienden a pagar más de sus préstamos a tasa de interés fija durante períodos de tasas de interés decrecientes y menos durante períodos de tasas de interés crecientes.

La estimación de este riesgo requiere modelar el comportamiento de los clientes, lo cual es extremadamente difícil en algunos casos, por ejemplo, el caso de clientes minoristas.

# Metodología estándar del cálculo del VEP

---

1. Clasificar las posiciones del LB sensibles a las TIs según la susceptibilidad a la estandarización
  - i) susceptibles de estandarización
  - ii) menos susceptibles de estandarización
  - iii) no susceptibles de estandarización.
2. Asignación de los flujos a las bandas de reprecio según la clasificación del paso 1.
3. Calcular el  $\Delta VEP_{i,c}$  por cada moneda para los seis escenarios de choques de TI.
4. Agregar los cambios en el VEP por cambios de las opciones automáticas de TI.
5. Calcular la medida de riesgo estandarizada de VEP.

# Posiciones susceptibles de estandarización

---

## Posiciones a tasa fija

Posiciones que generan flujos de caja seguros hasta el momento del vencimiento contractual.  
Por ejemplo:

- Préstamos a tasa fija sin opciones implícitas de pago anticipado
- Depósitos a plazo sin riesgo de reembolso
- Otros productos amortizables

Todos los flujos de caja provenientes de cupones y los pagos del principal (periódicos o finales) deben asignarse a las bandas de tiempo más cercanas al vencimiento contractual.



# Posiciones susceptibles de estandarización

---

## Posiciones a tasa variable

Posiciones cuyos flujos de caja no son predecibles después de la próxima fecha de reprecio, salvo que se establezca que el valor actual se renueve a la par.

Dichos instrumentos pueden tratarse como una serie de pagos de cupones hasta la siguiente fecha de reprecio y un flujo de caja correspondiente al nominal en el punto medio de la banda de tiempo más cercana al siguiente período de revisión de precios.

# Posiciones menos susceptibles de estandarización

---

- Opciones de TI automáticas **explícitas**
- Opciones de TI automáticas **implícitas** que se separan o segregan de los activos o pasivos de la entidad, es decir, del contrato principal.

Por ejemplo, compromisos de préstamos con empresas, así como créditos de vivienda y leasing habitacional con clientes minoristas con disposiciones contractuales muy similares opciones automáticas de TI.

Para esta categoría, los flujos de caja deben ubicarse en las bandas de tiempo en función de su vencimiento contractual si están sujetos a cupones fijos, o en la próxima fecha de reprecio, si los cupones son variables o flotantes.

# Posiciones NO susceptibles de estandarización

---

i) **Depósitos sin vencimiento contractual** (Non-maturity deposits, **NMDs**)

Los clientes de los NMDs pueden retirar los saldos de sus cuentas en cualquier momento y los bancos tienen la oportunidad de ajustar la tasa de depósito, informando previamente a los depositantes.

Estas características los convierten en instrumentos con opcionalidad comportamental.

ii) Otras posiciones con riesgo de opcionalidad comportamental:

- Préstamos a tasa fija con riesgo de prepago
- Depósitos a plazo con riesgo de retiro anticipado

# Depósitos sin vencimiento contractual (NMDs)

---

Dado que los NMDs son una fuente importante del fondeo de los bancos, los supuestos de comportamiento para los NMDs son un determinante esencial de las exposiciones al RTILB.

Por esta razón, la entidad debe

- documentar, monitorear y actualizar regularmente los supuestos clave para los saldos y el comportamiento de los NMD
- realizar una adecuada distribución de los mismos según su propia estimación, atendiendo las reglas de la metodología estandar.

Con este fin, la entidad debe analizar su base de depositantes e identificar la proporción de **depósitos básicos**, es decir, los NMDs para los que son **poco probable un cambio en el precio** incluso bajo cambios significativos en el entorno de tasas de interés.

# Categorización de NMDs

---

Para determinar la proporción de depósitos básicos, la entidad debe tener en cuenta las siguientes características del depositante: minorista o mayorista, y las características de la cuenta: transaccional o no transaccional.

- **Depósitos minoristas transaccionales:** cuentas con transferencias regulares y retiros sin restricciones. Por lo general, estos depósitos no generan intereses.

Para estos depósitos, usualmente el componente de remuneración no es relevante en la decisión del cliente de mantener sus recursos en la cuenta.

- **Depósitos minoristas no-transaccionales**
- **Depósitos mayoristas:** cuentas de empresas, cuentas interbancarias y otras cuentas mayoristas. Se usan para servicios a gran escala como consultoría, fusiones y adquisiciones, etc.

# Categorización de NMDs

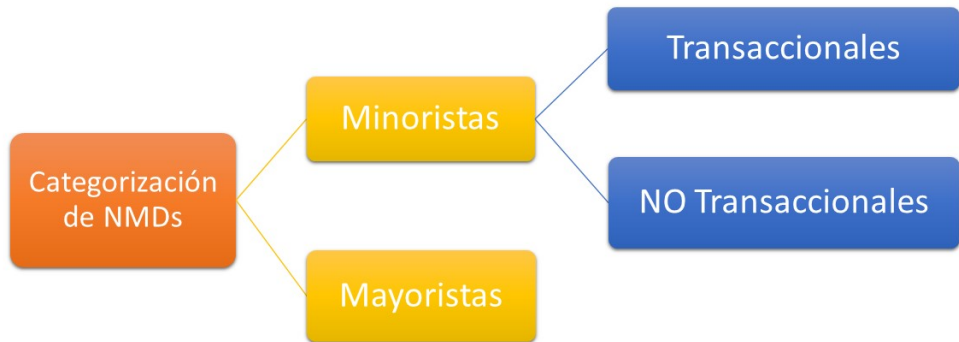
---

En la categoría de clientes mayoristas la entidad debe analizar de forma independiente los depósitos a la vista respecto de

- fondos de inversión colectiva
- depósitos de entidades del sector público
- entidades financieras
- empresas del sector real
- empresas unipersonales

# Categorización de NMDs

---



# Segmentación de NMDs

---

Las posiciones NMD se fraccionan en dos partes: estables y no estable, utilizando los cambios de volumen observados durante los últimos 10 años.

La **porción estable** es aquella que se mantiene sin retirar con un alto grado de probabilidad. La porción restante es la no-estable. La porción estable se divide a su vez en depósitos básicos (core) y no-básicos.

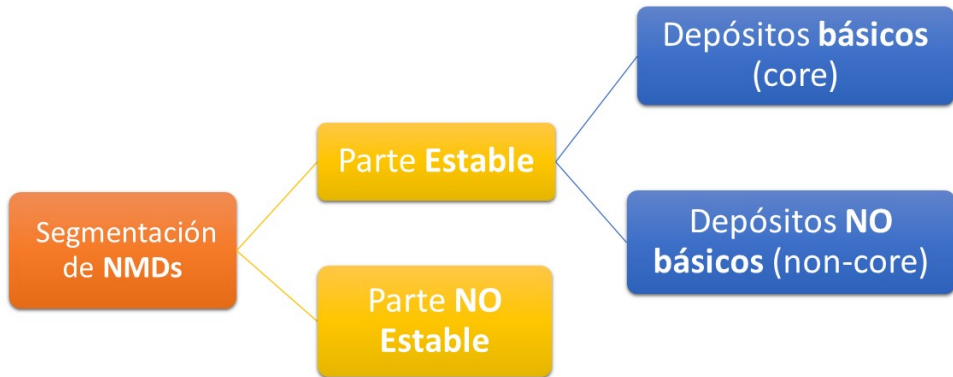
Los **depósitos básicos** de la porción estable son aquellos que con muy baja probabilidad están sujetas a reprecio aún bajo cambios significativos de la tasa de interés.

Una práctica común es asumir que la fracción no-básica de los NMDs estables equivale a la fracción de las variaciones de la TI de mercado que se transfiere a la tasa de los depósitos.



# Segmentación de NMDs

---



# Segmentación de NMDs

---

La metodología establece unos límites (caps) para los depósitos como proporciones de los NMDs sobre los siguientes supuestos

- Los depósitos mayoristas fluctúan más que los depósitos minoristas
- La porción mayorista estable es más sensible a los cambios en las TIs de mercado que los depósitos minoristas estables
- Los depósitos no transaccionales son menos estables y más sensibles a los cambios en las tasas de mercado que los depósitos transaccionales.

Así, la entidad debe estimar su nivel de depósitos básicos y luego agregar los resultados para determinar el volumen general de depósitos básicos sujetos a los límites de la siguiente tabla.

# Límites en la proporción de depósitos básicos

---

Categoría	Límite máximo de depósitos básicos en cada categoría	Límite máximo del plazo promedio de depósitos básicos
Minorista Transaccional	90%	5 años
Minorista no transaccional	70%	4.5 años
Mayorista	50%	4 años

# Tasa interna de transferencia

---

En general, las TIs de los NMDs no están únicamente vinculadas a las TIs del mercado, sino que dependen en gran medida de otros factores, por ejemplo,

- Liquidez del banco
- Estrategias de marketing
- Competitividad del banco en el mercado, etc.

La relación en la que los bancos ajustan sus TIs de NMDs a los cambios de las TIs del mercado se conoce como **Tasa de Transferencia Interna** (TTI). En inglés, pass-through rate.

# Tasa interna de transferencia

---

La TTI se define como

El porcentaje de variación de las tasas de los NMDs con respecto a las tasas de mercado que permite a la institución mantener el mismo nivel de depósitos estables dado el nivel actual de las TIs.

La metodología estándar sugiere usar la TTI para calcular el monto de los depósitos no-básicos

$$\text{Depósitos no-básicos} = \text{TTI} * \text{Depósitos estables}$$

$$\text{Depósitos básicos} = (1 - \text{TTI}) * \text{Depósitos estables}$$

## Ejemplo

---

Una entidad tiene NMDs por un valor de 100 millones, de los cuales se estiman 70 millones son depósitos estables.

Se estima también que para mantener este nivel de depósitos estables, si la tasa de mercado sube +100 pb, la tasa del producto debe aumentar en +40 pb.

Esto es, la tasa de transferencia interna es  $40/100 = 40\%$ .

De los 70 millones, se tiene

$$\text{NMDs estables no-básicos} = 70 * 40\% = 28 \text{ millones}$$

$$\text{NMDs estables básicos} = 70 * 60\% = 42 \text{ millones}$$

# Choques de TIs para NMDs

---

De acuerdo con la metodología, los valores de los NMDs básicos se deben impactar para choques de TIs de corto plazo

- multiplicar por 0.8 ante incrementos de las TIs de corto plazo
- multiplicar por 1.2 ante disminuciones de las TIs de corto plazo

En el ejemplo anterior, se tiene

FC escenario aumento TIs corto plazo =  $0.8 * 42 = 33.6$  millones

FC escenario caída TIs corto plazo =  $1.2 * 42 = 50.4$  millones

# Tasa de Transferencia Interna

---

Además de la equivalencia que se asume entre

- la TTI como fracción de la tasa de mercado que se traspasa a los depósitos
- la proporción no básica de depósitos estables

la práctica común para la estimación de la TTI es usar una regresión lineal de las variaciones  $\Delta i(t)$  de la tasa de depósito contra las variaciones de la tasa de mercado  $\Delta r(t)$

$$\Delta i(t) = \beta \Delta r(t) + \varepsilon(t)$$

y definir  $TTI := \beta$ . Esto permite motivar la equivalencia, como veremos a continuación.



# Tasa de Transferencia Interna

---

En general, la variación total del interés pagado por el banco sobre los depósitos en un momento dado es

$$\Delta I(t) = \Delta i(t) * D(t)$$

Tomando valores esperados en la regresión lineal

$$\mathbb{E}[\Delta i(t)] = \beta \mathbb{E}[\Delta r(t)]$$

En promedio se obtiene lo siguiente

$$\Delta I(t) = \Delta i(t) * D(t) = \beta \Delta r(t) * D(t) = \Delta r(t) * \beta D(t)$$

Esto es,  $\beta$  representa la fracción de depósitos que se reprecian por cambios en las tasas de interés.

# Galindo / Steiner (2020)

---

Revalorización de los depósitos (1 factor simétrico)

$$i_t = c + \beta \Delta TIP_t + \varepsilon_t$$

$c$  es el margen beneficio,  $\beta \in (0, 1)$ ,  $TIP$  es la tasa de política.

Efecto asimétrico para activos y pasivos (Galindo y Steiner, 2020), modelo NARDL

$$\Delta i_t = c + \alpha r_{t-1} + \beta^+ \Delta tip_{t-1}^+ + \beta^- \Delta tip_{t-1}^- + \dots + \varepsilon_t$$

donde  $\alpha$  = velocidad de ajuste (50 % 4 meses, total 12 meses).

$$TTI \theta^+ := \frac{-\beta^+}{\alpha} = 0.826$$

$$TTI \theta^- := \frac{-\beta^-}{\alpha} = 0.685$$

Ajuste incompleto  $< 1$  y asimétrico para minoristas.

# Bandas de tiempo para NMDs

---

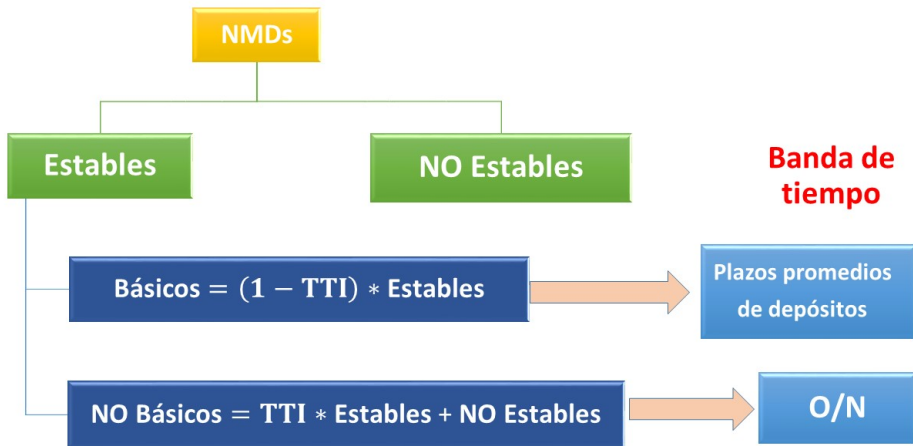
- NMDs básicos deben ubicarse en el intervalo de tiempo apropiado o en el punto medio del intervalo de tiempo, según los vencimientos estimados.
- NMDs no-básicos deben considerarse depósitos a un día.

En consecuencia, se reprecian inmediatamente y deben colocarse en el intervalo de tiempo más corto (overnight).

Es importante notar que esta asignación implica que los NMDs son objeto de reprecio diariamente, lo cual es bastante inusual.

Para hacer frente a este supuesto implícito, el proxy de la tasa de mercado en la regresión lineal para el cálculo de la TTI debe ser a un plazo O/N.

# Bandas de tiempo para NMDs



# Ejemplo VEP

---

ACTIVOS		
Producto	Vencimiento promedio	Flujos
Préstamos	1Y	200
Préstamos	5Y	700
Préstamos	13Y	100

PASIVOS		
Producto	Vencimiento Promedio	Flujos
Depósitos NO-BÁSICOS	O/N	100
Depósitos a término fijo	7M	50
Depósitos BÁSICOS	3Y	450
Deuda Corto-Plazo	4Y	100
Deuda Largo-Plazo	8Y	100

# Ejemplo VEP

---

Valor Económico ACTIVOS						
Vencimiento promedio	Flujos	Banda	$t_k$	Tasa de descuento	Factor de descuento	VE
1Y	200	6	0.875	1.55%	0.9865	197.3058
5Y	700	11	4.5	3.37%	0.8593	601.5023
13Y	100	17	12.5	5.71%	0.4898	48.9804
VE (ACTIVOS)						847.7885

# Ejemplo VEP

---

Valor Económico PASIVOS							
Producto	Vencimiento Promedio	Flujos	Banda	$t_k$	Tasa de descuento	Factor de descuento	VE
Depósitos NO-BÁSICOS	O/N	100	1	0.0028	1%	0.99997	99.9972
Depósitos a término fijo	7M	50	5	0.625	1.39%	0.99135	49.5675
Depósitos BÁSICOS	3Y	450	9	2.5	2.44%	0.94082	423.3705
Deuda Corto-Plazo	4Y	100	10	3.5	2.93%	0.90253	90.2533
Deuda Largo-Plazo	8Y	100	14	7.5	4.46%	0.71570	71.5696
VE (PASIVOS)							734.7581

# Ejemplo VEP

---

VE ACTIVOS Escenarios choque +/- 200 pb							
Plazo	Flujos	$t_k$	Tasa de descuento	+200 pb	VE	-200 pb	VE
1Y	200	0.875	1.55%	3.55%	193.8830	-0.45%	200.7891
5Y	700	4.5	3.37%	5.37%	549.7317	1.37%	658.1483
13Y	100	12.5	5.71%	7.71%	38.1460	3.71%	62.8921
VE (ACTIVOS)				781.7607		921.8295	



# Ejemplo VEP

VE PASIVOS Escenarios choque +/- 200 pb							
Plazo	Flujos	$t_k$	Tasa de descuento	+200 pb	VE	-200 pb	VE
O/N	100	0.0028	1%	3.00%	99.9916	-1.00%	100.0028
7M	50	0.625	1.39%	3.39%	48.9518	-0.61%	50.1910
3Y	450	2.5	2.44%	4.44%	402.7224	0.44%	445.0771
4Y	100	3.5	2.93%	4.93%	84.1516	0.93%	96.7974
8Y	100	7.5	4.46%	6.46%	61.6005	2.46%	83.1520
VE (PASIVOS)				697.4179		775.2203	

## Ejemplo VEP

---

Se obtienen los siguientes resultados

$$VEP_0 = VE(\text{Activos})_0 - VE(\text{Pasivos})_0 = 847.7885 - 734.7581 = 113.0304$$

Para el escenario 1 con un choque paralelo hacia arriba de +200 puntos básicos, se tiene una reducción del VEP

$$\begin{aligned} VEP_1 &= VE(\text{Activos})_1 - VE(\text{Pasivos})_1 = 781.7607 - 697.4179 = 84.3427 \\ \Delta VEP_1 &= VEP_0 - VEP_1 = 28.6877 \end{aligned}$$

Para el escenario 2 con un choque paralelo hacia abajo de -200 puntos básicos, se tiene un aumento del VEP

$$\begin{aligned} VEP_2 &= VE(\text{Activos})_2 - VE(\text{Pasivos})_2 = 921.8295 - 775.2203 = 146.6091 \\ \Delta VEP_2 &= VEP_0 - VEP_2 = -33.5787 \end{aligned}$$

# Riesgo de opcionalidad comportamental

---

Los bancos están altamente expuestos a riesgos comportamentales en los siguientes productos con clientes minoristas,

- Préstamos a tasa fija sujetos a pago anticipado
- Depósitos a plazo sujetos a riesgo de retiro anticipado.

La opcionalidad en estos productos se debe estimar utilizando el siguiente procedimiento:

1. Primero, se estiman las amortizaciones y retiros anticipados.
2. Segundo, se multiplican estas estimaciones por escalares basados en escenarios que reflejen los probables cambios comportamentales.

Si la cuenta de un cliente mayorista tiene una opcionalidad comportamental que puede cambiar el patrón de los flujos de efectivo de reprecio, estas se incluyen dentro de la categoría de las opciones automáticas de tasa de interés.

# Préstamos con riesgo de prepago

---

El prepago de un crédito se refiere principalmente a un abono a capital mayor que el programado por el plan de amortización original.

Recuerde que en el plan de amortización de una deuda se tiene lo siguiente

- El pago periodico / valor de la **cuota** de una deuda  $A(t)$  en la fecha  $t$  se compone de los intereses  $I(t)$  y el **abono a capital**  $P(t)$

$$A(t) = I(t) + P(t)$$

- El **pago de intereses** en la fecha  $t$  es igual a la tasa de interés  $i(t)$  multiplicada por el saldo de la deuda  $N(t-1)$  en la fecha  $t-1$

$$I(t) = i(t) N(t-1)$$

- El **saldo de la deuda**  $N(t)$  en la fecha  $t$  es  $N(t) = N(t-1) - P(t)$ .

# Préstamos con riesgo de prepago

---

El **pago anticipado** o monto de prepago es el monto por el cual el abono a capital excede la amortización anticipada.

$$\text{Pago anticipado} = \text{Saldo programado} - \text{Saldo reportado después del prepago}$$

Esto requiere comparar los saldos reportados con los saldos programa según el plan original de amortización.

El riesgo de prepago se caracteriza por su baja predecibilidad. Los deudores que deciden pagar por adelantado parcial o totalmente su crédito, lo hacen normalmente

- En periodos cuando las TIs caen. Por ejemplo, si hay una refinanciación de la deuda.
- Por motivos exógenos. Por ejemplo, reubicación laboral o venta de una casa.

# Préstamos con riesgo de prepago

---

Para comprender mejor estos patrones, los analistas hipotecarios recopilan datos sobre préstamos y producen medidas estadísticas de desempeño.

Al pasar de préstamos individuales a grandes cantidades de préstamos, aunque se pierde información individual sobre los prestatarios, se puede ver cómo factores económicos como las tasas de interés y los precios de las viviendas afectan la acción agregada de los prestatarios.

Dado que los pagos anticipados de préstamos e hipotecas se realizan mensualmente, la práctica estandarizada es calcular primero una **tasa única de mortalidad mensual** (SMM, por sus siglas en inglés)

$$\text{SMM} = \frac{\text{Pago anticipado en el mes}}{\text{Saldo programado para el final del mes}}$$

# Préstamos con riesgo de prepago

---

La SMM se estima a partir de un conjunto de préstamos que probablemente se liquidarán prematuramente.

Esta se interpreta como una tasa mensual anticipada que mide la velocidad en la que se disminuye el saldo por encima del plan de amortización original.

La tasa anual anticipada equivalente se conoce como la **tasa constante de prepago** (CPR, por sus siglas en inglés)

$$1 - \text{CPR} = (1 - \text{SMM})^{12}$$

CPR es el porcentaje anualizado del saldo de capital de una posición que se pagará cada período antes de lo programado contractualmente.

# Préstamos con riesgo de prepago

---

Con el fin asignar los flujos de efectivo anticipados por prepago a las bandas de reprecio, la metodología estandarizada de RTILB exige usar **tasas de prepago condicional**  $TPC_{i,c}^p$  de referencia.

Estas se definen para cada cartera  $p$  de productos crediticios homogéneos expuestos a prepago y denominados en la moneda  $c$ , y para cada escenario de choque  $i = 0, 1, \dots, 6$ .

EL escenario  $i = 0$  correspomnde al escenario base. En este caso la tasa de prepago condicional se define como la tasa constante de prepago CPR estimada para el portafolio de créditos

$$TPC_{0,c}^p = CPR_c^p.$$



# Préstamos con riesgo de prepago

---

Para los escenarios  $i = 1, \dots, 6$  la metodología define las tasas de prepago condicional de la siguiente forma

$$\text{TPC}_{i,c}^p = \min \left\{ 1, \gamma_i * \text{TPC}_{0,c}^p \right\}$$

donde  $\gamma_i$  es el ponderador

- $\gamma_i = 0.8$  para los escenarios 1, 3 y 5 (paralelo al alza, inclinación y subida de tasas en el corto plazo)
- $\gamma_i = 1.2$  para los escenarios 2, 4 y 6 (paralelo a la baja, aplanamiento y una baja de tasas en el corto plazo)

# Préstamos con riesgo de prepago

---

Los pagos anticipados de los préstamos a tasa fija deben reflejarse en los flujos de efectivo correspondientes: pagos programados, pagos anticipados y pagos de intereses.

El flujo de caja para la banda de tiempo  $t_k$  es la suma de los siguientes dos componentes:

$$FC_{i,c}^p(t_k) = FC_{i,c}^1(t_k) + FC_{i,c}^2(t_k)$$

$FC_{i,c}^1(t_k)$  son los pagos programados de intereses y principal (capital, sin prepago)

$FC_{i,c}^2(t_k)$  son los flujos de caja del prepago.

El flujo de caja del prepago se calcula con la siguiente fórmula:

$$FC_{i,c}^2(t_k) = TPC_{i,c}^p * N_{i,c}^p(t_{k-1})$$

donde  $N_{i,c}^p(t_{k-1})$  es el valor del nominal restante en la banda de tiempo  $t_{k-1}$ .

## Préstamos con riesgo de prepago

---

Para el cálculo de los saldos pagados anticipadamente  $FC_{i,c}^2(t_k)$  en las bandas de tiempo de reprecio, la tasa  $TPC_{i,c}^p$  debe multiplicarse por la duración del período aplicable.

**Ejemplo** Una entidad estima una TPC base anual del 3 % para el portafolio de créditos hipotecarios. El saldo de la cartera es 1000 millones, con un vencimiento residual de 5 años.

En el período de O/N a 1 mes, el saldo de la cartera se multiplica por  $\frac{1}{12} * 3 \% = 0.25 \%$ .

Esto es, el prepago asignado a la banda de O/N a 1 mes

$$FC^2(t_1) = 1000 * 0.25 \% = 2.5 \text{ millones.}$$

El saldo para el siguiente período es  $1000 - 2.5 = 997.5$  millones

# Riesgo de opcionalidad comportamental

---

Para el período de 1 mes a 3 meses, el saldo de la cartera se multiplica por  $\frac{2}{12} * 3\% = 0.25\%$ .

El pago anticipado para esta banda de tiempo es del

$$FC^2(t_2) = \frac{2}{12} * 3\% * (1000 - 2.5) = 4.9875 \text{ millones}$$

El saldo para el siguiente periodo es  $1000 - 2.5 - 4.9875 = 992.512$  millones.

Las TPCs se multiplicará adicionalmente por los ponderadores para cada escenario de choque.

# Impacto del pago anticipado

---

Suponga que un banco cierra varios préstamos hipotecarios a tasa fija con clientes que tienen la posibilidad de prepagar el saldo de la deuda en el futuro.

Los deudores pueden decidir si pagan por adelantado su crédito en tiempos o intervalos aleatorios discretos, que normalmente coinciden con las fechas de pago.

Esta decisión usualmente se toma

- En periodos cuando las TIs caen. Por ejemplo, si hay una refinanciación de la deuda.
- Motivos exógenos. Por ejemplo, reubicación laboral o venta de una casa.

Por esta razón, podemos asumir que la fecha de prepago es una variable aleatoria, y pensar en un análisis de sobrevivencia para el riesgo de prepago.

# Impacto del pago anticipado

---

A nivel individual, definimos la variable aleatoria

$\tau =$  tiempo de pago anticipado de un instrumento de deuda

Esto puede ser la fecha en la que el deudor toma una determinada acción con la cual se termina el préstamo, como pagar por adelantado la hipoteca o refinanciar.

Sea  $N^c(t)$  el saldo de la deuda con pago anticipado en la fecha  $t$ . Tenemos la siguiente relación

$$N^c(t) = \begin{cases} N(t), & \tau > t \\ 0, & \tau \leq t \end{cases}$$

Por lo tanto, se tiene  $\mathbb{E}[N^c(t)] = \mathbf{S}(t) \cdot N(t)$  donde  $\mathbf{S}(t) = \mathbb{P}(\tau > t)$  es la función de sobrevivencia de  $\tau$ .

Por ejemplo, si  $\tau \sim \text{Exp}(\lambda)$  se tiene:  $\mathbb{E}[N^c(t)] = e^{-\lambda t} \cdot N(t)$ .