



REPORTE DE  
**ESTABILIDAD  
FINANCIERA**

---

Septiembre de 2009

Cambios en los incentivos de los bancos como consecuencia de modificaciones en los esquemas de encaje

Agustín Saade Ospina  
David Pérez Reyna

# Cambios en los incentivos de los bancos como consecuencia de modificaciones en los esquemas de encaje\*

Agustín Saade Ospina<sup>†</sup>

David Pérez Reyna<sup>‡</sup>

Octubre de 2009

## Resumen

El uso del encaje como medida de política monetaria cobró relevancia desde 2007 en Colombia. Las modificaciones a los regímenes de encaje que se presentaron desde entonces cambiaron los incentivos de los establecimientos de crédito sobre sus preferencias de captación y sus respuestas de colocación. En este trabajo se plantea un modelo de organización industrial para analizar dichos cambios en los incentivos. Los resultados sugieren que incrementos en el requerimiento de encaje y disminuciones en la remuneración sobre el mismo para un tipo de depósitos generan recomposición hacia los demás, al igual que contracción en la cartera e incrementos en el margen de intermediación. Los resultados cualitativos son robustos ante diferentes parametrizaciones razonables. Este modelo puede ser utilizado como herramienta para medir los efectos de recomposición causados por cambios en los requerimientos de encaje y su estructura de remuneración.

**Palabras clave:** organización industrial, política monetaria, encaje bancario, sistema financiero colombiano

**Clasificación JEL:** E58, G21, L12

---

\*Los autores agradecen las discusiones llevadas a cabo al interior del Departamento de Estabilidad Financiera del Banco de la República. Las opiniones contenidas en este documento son exclusivas de los autores y no comprometen al Banco de la República ni a su Junta Directiva.

<sup>†</sup>Profesional especializado del Departamento de Estabilidad Financiera del Banco de la República. E-mail: asaadeos@banrep.gov.co.

<sup>‡</sup>Profesional del Departamento de Estabilidad Financiera del Banco de la República. E-mail: dpererei@banrep.gov.co.

## 1. Introducción

Como parte de las políticas monetarias contraccionistas iniciadas en 2006, en mayo de 2007 el Banco de la República impuso un encaje marginal. Posteriormente, en julio, aumentó el encaje ordinario. En septiembre de 2008 se eliminó el encaje marginal, y se hicieron varias modificaciones al esquema del encaje ordinario. Adicionalmente, durante los primeros seis meses de 2009 se empezó a desmontar el esquema de remuneraciones vigentes para los encajes en Colombia, dejado únicamente un porcentaje pequeño para el de algunos depósitos a término. Estas medidas pudieron cambiar el esquema de incentivos a los que responden los bancos comerciales y afectaron la composición de los pasivos y las decisiones de otorgamiento de crédito.

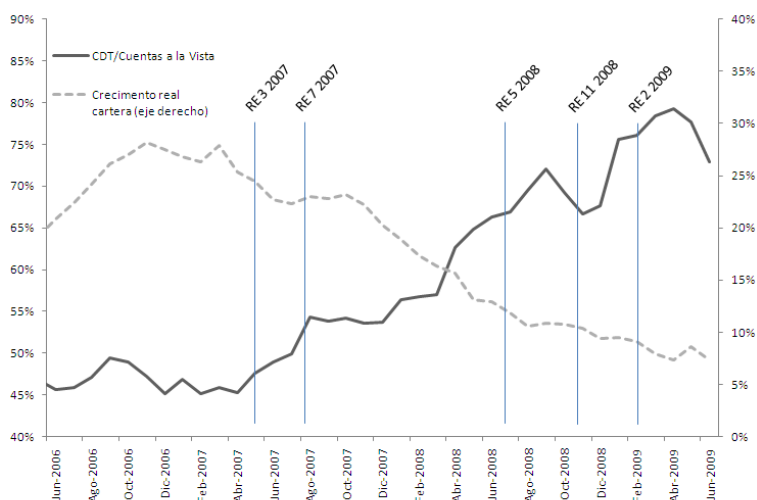
En la figura 1 se observa que la razón de CDT sobre cuentas a la vista oscilaba entre 45 % y 50 %, previo a las modificaciones en los esquemas de encaje. No obstante, con la entrada en vigencia del encaje marginal al finalizar mayo de 2007, que afectó principalmente las cuentas a la vista, los CDT aumentaron significativamente su participación en las captaciones. Sucesivas modificaciones al régimen de encajes, que pudieron incentivar las captaciones en depósitos a término, coincidieron con incrementos en la razón mencionada. Adicionalmente, con el fortalecimiento de los encajes, la expansión de la cartera de créditos disminuyó.

En la literatura internacional reciente, el encaje se considera una herramienta de política monetaria potente pero en desuso. Incluso antes del establecimiento de los esquemas de inflación objetivo, los encajes perdieron su relevancia como herramienta frente al uso de las tasas de interés de política. Adicionalmente, con el desarrollo de la reglamentación de sistemas de manejo de riesgos de liquidez, la reserva por encaje dejó de considerarse como la principal contingencia líquida y los coeficientes de reserva disminuyeron para luego no modificarse.

Feiman (1993) hace un recuento de los requerimientos de encaje en Estados Unidos desde el establecimiento del Sistema de Reserva Federal en 1913 y muestra que éstos han disminuido. Por su parte, Sellon y Weiner (1996) mencionan que el uso del encaje ha caído en varios países. Inclusive hay países como Canadá, Reino Unido y Nueva Zelanda donde se ha eliminado. Además, como menciona Alleron, M. (1996), la tendencia global es a eliminar la remuneración de la reserva por encaje y simplificar las normas relacionadas.

Como consecuencia de su falta de uso internacional, son pocos los trabajos recientes que modelan los efectos de las políticas de encaje. Entre los que explican la relación negativa entre la creación de cartera y los niveles de encaje están los de Klein, M. (1971) y Monti, M. (1972).

Figura 1: CDT como proporción de cuentas a la vista y crecimiento real anual de la cartera bruta



Las líneas verticales indican las resoluciones externas de la Junta Directiva del Banco de la República que afectaron el esquema de encajes en Colombia, y están en las fechas en las que fueron emitidas.

Fuente: Superintendencia Financiera de Colombia y Banco de la República. Cálculos de los autores.

Estos autores modelan el comportamiento del sistema bancario en un esquema oligopólico o monopólico, con bancos que deciden la cantidad otorgada de crédito y captada de depósitos teniendo en cuenta la demanda por créditos y oferta de depósitos del resto de la economía. Ellos modelan el sector bancario desde la óptica de la organización industrial, reconociendo que la actividad de intermediación se da maximizando beneficios y, por ende, hay respuestas racionales ante cambios en los incentivos.

Basándose en ese modelo, en el *Reporte de Estabilidad Financiera* del Banco de la República (septiembre de 2007) se hizo una modificación para incluir la presencia de encaje marginal, y se calibró para el caso colombiano. Los autores determinan que los aumentos en los encajes, tanto ordinario como marginal, causan un incremento en la tasa activa y una disminución en la tasa pasiva, en línea con lo encontrado por Pérez Reyna, D. (2009) en un modelo DSGE con sector bancario. Sin embargo, los trabajos anteriores ignoran los posibles efectos de recomposición de pasivos que se dan ante modificaciones de estructuras complejas de encaje.

Teniendo en cuenta la recomposición en los pasivos de los establecimientos de crédito en Colombia después de las sucesivas modificaciones en el esquema de encajes, cobra relevancia analizar el impacto de cambios en requerimientos de encaje, o en la remuneración de los mismos, sobre las decisiones óptimas de los bancos; en particular, la tasa a la que se captan

los diferentes pasivos. No obstante, no se tiene conocimiento de trabajos en los que se busque explicar la recomposición, especialmente para el caso colombiano. Así, el objetivo principal de este trabajo es analizar las decisiones de oferta de créditos y de demanda de cada uno de los tipos de pasivos ante cambios en la regulación concerniente al encaje en Colombia.

Los resultados del ejercicio propuesto son consistentes con lo observado: ante incrementos en el requerimiento de encaje el margen de los bancos se incrementa y la oferta de crédito cae. Adicionalmente, si para un tipo de pasivo aumenta el encaje requerido, o desciende la remuneración de éste, los intermediarios de crédito demandan más de otros tipos de pasivos. El modelo es robusto a la calibración supuesta. Sin embargo, la potencia de las medidas cambia ante modificaciones en el valor de los parámetros.

Este trabajo consta de seis secciones, de las cuales la primera es esta introducción. En la segunda se explica el modelo utilizado. Después, en la tercera sección, se describe la calibración. La sección cuatro contiene ejercicios de estática comparativa, mientras que la quinta exhibe un ejercicio de robustez de la calibración implementada. Finalmente, la sección seis concluye.

## 2. El modelo

Con este modelo se busca explicar la reacción del sistema bancario ante variaciones en las políticas de encaje y remuneración, teniendo en cuenta el carácter optimizador de los bancos. El modelo que se plantea aproxima el sector bancario desde la óptica de la organización industrial, reconociendo en éste su carácter maximizador de beneficios y su respuesta racional ante cambios en los incentivos.

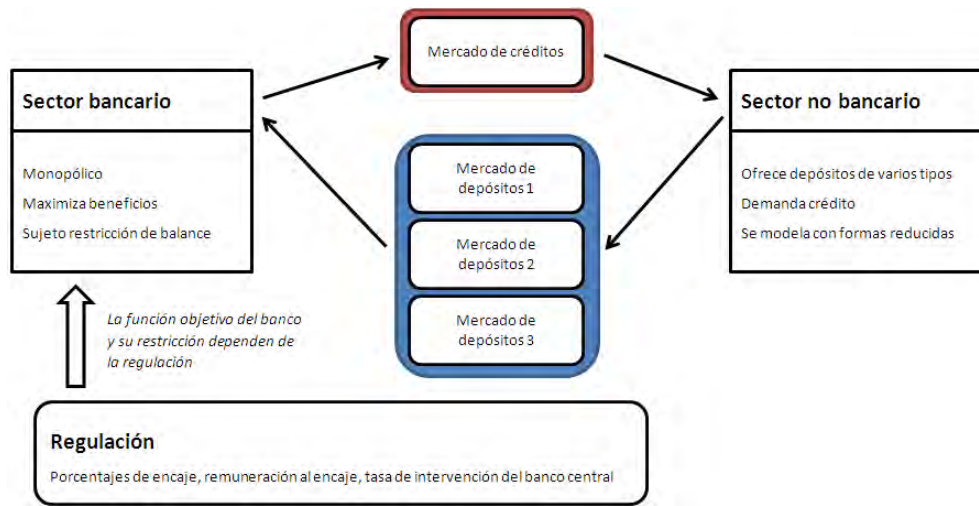
Como mencionan Freixas, X. y Rochet, J.C. (1998), suponer competencia perfecta no es apropiado para modelar el sector bancario, dadas las barreras de entrada presentes. Los modelos de competencia imperfecta del tipo oligopólico o monopolístico son más apropiados si se busca reflejar el comportamiento y los incentivos a los que responden bancos y demás intermediarios financieros<sup>1</sup>.

En este caso, se modela al sector bancario como un monopolio en producción de créditos y un monopsonio en demanda de depósitos. Se opta por un modelo monopolístico en vez un oligopolio del tipo Cournot pues, como muestran Freixas, X. y Rochet, J.C. (1998), las decisiones óptimas de las tasas de interés activa y pasiva, y de la cantidad demandada de depósitos y

---

<sup>1</sup>Para el caso colombiano Gutiérrez Rueda, J y Zamudio Gómez, N. (2008) encuentran que el mercado de créditos funciona bajo un esquema de competencia monopolística.

Figura 2: Agentes y mercados.



Fuente: figura de los autores.

otorgada de cartera de créditos de los modelos oligopólicos se pueden replicar en modelos monopólicos en los que el *gran banco* enfrenta demandas de cartera y ofertas de depósitos con elasticidades ajustadas apropiadamente.

Es así como el sistema bancario se modela como un banco que enfrenta un problema de optimización restringido, y cuya función objetivo depende de la regulación que define los encajes vigentes, su remuneración y otras variables de política. Para el caso de los agentes del sector privado, se suponen formas reducidas en demanda de crédito y ofertas de depósitos.

Este es un modelo del tipo *Monti-Klein* (ver Klein, M. (1971), Monti, M. (1972)) con modificaciones en la estructura de las ofertas de depósitos por parte del sector privado: en este modelo la oferta por cada tipo de depósitos depende tanto de la tasa de interés del mismo como de las tasas de las restantes alternativas de ahorro. La figura 2 muestra los agentes participantes y los mercados en los que interactúan.

## 2.1. Sector no bancario

El sector privado no bancario se incluye en el modelo por medio de formas reducidas de oferta de tres tipos de depósitos y demanda de crédito. Éstas son consideradas por el sector bancario en su proceso de optimización.

### 2.1.1. Las ofertas de depósitos

En este modelo el sector privado decide cuánto ahorrar en función de la rentabilidad que recibe por dicho ahorro. Es decir, su oferta de depósitos depende de las tasas pasivas ofrecidas por el sector bancario. Existen tres alternativas en las que este sector puede ahorrar:  $D_1$ ,  $D_2$  y  $D_3$ . Cada uno de estos depósitos tiene una remuneración  $r_1^D$ ,  $r_2^D$  y  $r_3^D$ , respectivamente.

La oferta de cada uno responde positivamente a su tasa de interés,  $\frac{\Delta D_i^{of}}{\Delta r_i^D} \geq 0$ . Adicionalmente, se supone que hay efectos de sustitución entre depósitos. Por lo tanto la relación entre cada oferta de depósitos y las tasas de interés de las alternativas de ahorro será negativa o nula:  $\frac{\Delta D_i^{of}}{\Delta r_j^D} \leq 0$  si  $i \neq j$ . Suponiendo formas lineales en las ofertas de depósitos, se tiene entonces:

$$\begin{aligned} D_1^{of} &= DD_1 + \eta_1 r_1^D + \eta_2 r_2^D + \eta_3 r_3^D & \eta_1 \geq 0, \eta_2 \leq 0, \eta_3 \leq 0 \\ D_2^{of} &= DD_2 + \theta_1 r_1^D + \theta_2 r_2^D + \theta_3 r_3^D & \theta_1 \leq 0, \theta_2 \geq 0, \theta_3 \leq 0 \\ D_3^{of} &= DD_3 + \kappa_1 r_1^D + \kappa_2 r_2^D + \kappa_3 r_3^D & \kappa_1 \leq 0, \kappa_2 \leq 0, \kappa_3 \geq 0, \end{aligned} \quad (1)$$

donde  $DD_1$ ,  $DD_2$  y  $DD_3$  son constantes.

Las demandas de depósitos se pueden expresar como tasas de interés en función de las cantidades de depósitos  $r_1^{D,of}(D_1, D_2, D_3)$ ,  $r_2^{D,of}(D_1, D_2, D_3)$  y  $r_3^{D,of}(D_1, D_2, D_3)$ , una vez se resuelve el sistema de ecuaciones (1):

$$r_1^{D,of} = \frac{(D_1 - DD_1)(\theta_2 \kappa_3 - \theta_3 \kappa_2) + (D_2 - DD_2)(\eta_3 \kappa_2 - \eta_2 \kappa_3) + (D_3 - DD_3)(\eta_2 \theta_3 - \eta_3 \theta_2)}{-\eta_3 \theta_2 \kappa_1 + \eta_2 \theta_3 \kappa_1 + \eta_3 \theta_1 \kappa_2 - \eta_1 \theta_3 \kappa_2 - \eta_2 \theta_1 \kappa_3 + \eta_1 \theta_2 \kappa_3} \quad (2)$$

$$r_2^{D,of} = \frac{(D_1 - DD_1)(\theta_3 \kappa_1 - \theta_1 \kappa_3) + (D_2 - DD_2)(\eta_1 \kappa_3 - \eta_3 \kappa_1) + (D_3 - DD_3)(\eta_3 \theta_1 - \eta_1 \theta_3)}{-\eta_3 \theta_2 \kappa_1 + \eta_2 \theta_3 \kappa_1 + \eta_3 \theta_1 \kappa_2 - \eta_1 \theta_3 \kappa_2 - \eta_2 \theta_1 \kappa_3 + \eta_1 \theta_2 \kappa_3} \quad (3)$$

$$r_3^{D,of} = \frac{(D_1 - DD_1)(\theta_2 \kappa_1 - \theta_1 \kappa_2) + (D_2 - DD_2)(\eta_1 \kappa_2 - \eta_2 \kappa_1) + (D_3 - DD_3)(\eta_2 \theta_1 - \eta_1 \theta_2)}{\eta_3 \theta_2 \kappa_1 - \eta_2 \theta_3 \kappa_1 - \eta_3 \theta_1 \kappa_2 + \eta_1 \theta_3 \kappa_2 + \eta_2 \theta_1 \kappa_3 - \eta_1 \theta_2 \kappa_3} \quad (4)$$

### 2.1.2. La demanda de crédito

Como en el caso de las ofertas de depósitos, en el modelo se incorpora la demanda por crédito por parte del sector privado de manera lineal. Ésta depende negativamente de la tasa activa a la que el sector bancario presta:

$$L^d = LL + \epsilon r^L \rightarrow r^{L,d}(L) = \frac{L - LL}{\epsilon}, \quad \epsilon < 0. \quad (5)$$

## 2.2. Sector bancario

El banco monopolístico, que representa al sector bancario, decide las cantidades de oferta de cartera de créditos  $L$  y sus demandas de depósitos  $D_1$ ,  $D_2$ , y  $D_3$  de manera que maximice sus beneficios sujeto a restricciones de hoja de balance. Al hacerlo toma en cuenta las ofertas de depósitos del sector privado ( $r_i^{D,of}(D_1, D_2, D_3)$ ,  $i \in \{1, 2, 3\}$ ), y la demanda de crédito de la economía ( $r^{L,d}(L)$ ).

### 2.2.1. Los beneficios del banco

El banco recibe ingresos por intereses pagados por los créditos que ofrece ( $r^L L$ ), y por cuánto rente su portafolio de inversiones ( $r^P P$ ). El banco también recibe/paga intereses según su posición neta de endeudamiento con el banco central ( $r^M M$ ). Adicionalmente, dado que por cada uno de los depósitos  $D_i$  que capte el banco, existe un porcentaje de encaje bancario  $\alpha_i \geq 0$ ,  $i \in \{1, 2, 3\}$ , y teniendo en cuenta que la reserva del encaje  $i$  tiene una tasa de remuneración  $rem_i^\alpha$ , se tiene entonces que el banco recibe ingresos por concepto de remuneración de la reserva ( $rem_1^\alpha \alpha_1 D_1 + rem_2^\alpha \alpha_2 D_2 + rem_3^\alpha \alpha_3 D_3$ ). Por el lado de los costos financieros, el banco paga intereses por sus captaciones:  $r_1^D D_1 + r_2^D D_2 + r_3^D D_3$ . Además, la actividad del banco genera costos que dependen de la escala de operación del mismo. Estos se modelan como sigue:

$$\text{Costos}(D_1, D_2, D_3, L) = \varphi_L L + \varphi_1 D_1 + \varphi_2 D_2 + \varphi_3 D_3 + \chi(D_1 + D_2 + D_3)L. \quad (6)$$

Los beneficios del banco están definidos como sus ingresos financieros menos egresos financieros y costos de operación. Como es un banco monopolístico, éste incorpora en su decisión las ofertas de depósitos y demandas de crédito del sector privado (ecuaciones (2) a (5)). Así, la siguiente es la función de beneficios que el banco busca maximizar:

Cuadro 1: Balance del banco

<b>Activo</b>		<b>Pasivo</b>	
Cartera de créditos:	$L$	Depósitos a la vista:	$D_1$
Reserva por encaje:	$\alpha_1 D_1$	Depósitos a término, mediano plazo:	$D_2$
	$\alpha_2 D_2$	Depósitos a término, largo plazo:	$D_3$
	$\alpha_3 D_3$	Liquidez demandada al banco central:	$\max(-M, 0)$
Portafolio de inversión:	$P$	<b>Patrimonio</b>	$W$
Depósitos en el banco central:	$\max(M, 0)$		

Fuente: cuadro de los autores.

$$\begin{aligned}
 \Pi = & r^{L,d}(L)L + rem_1^\alpha \alpha_1 D_1 + rem_2^\alpha \alpha_2 D_2 + rem_3^\alpha \alpha_3 D_3 \\
 & + r^P P + r^M M - r_1^{D,of}(D_1, D_2, D_3)D_1 \\
 & - r_2^{D,of}(D_1, D_2, D_3)D_2 - r_3^{D,of}(D_1, D_2, D_3)D_3 \\
 & - \text{Costos}(D_1, D_2, D_3, L).
 \end{aligned} \tag{7}$$

### 2.2.2. La restricción del balance

Por el lado del activo, el banco cuenta con la cartera de créditos, la reserva bancaria por encaje, y la posición neta con el banco central, en caso de ser positiva. Si es negativa se considera como un pasivo. Los otros pasivos del banco consisten en los depósitos del público. El cuadro (1) resume el balance del banco, que debe cumplir la siguiente restricción:

$$\text{Activo} - \text{Pasivo} - \text{Patrimonio} = 0$$

Es decir,

$$RestBal = L + \alpha_1 D_1 + \alpha_2 D_2 + \alpha_3 D_3 + P + M - (D_1 + D_2 + D_3) - W \equiv 0. \tag{8}$$

### 2.3. Condiciones de primer orden y equilibrio

Las decisiones óptimas del banco se alcanzan resolviendo un problema de maximización sujeto a una restricción de igualdad:

$$\text{MAX}_{D_1, D_2, D_3, L} \Pi(D_1, D_2, D_2, L) \quad \text{sujeto a} \quad \text{RestBal}(D_1, D_2, D_2, L) = 0.$$

Para resolverlo, se plantea el siguiente lagrangiano:

$$\mathcal{L} = \Pi(D_1, D_2, D_2, L) + \lambda \text{RestBal}(D_1, D_2, D_2, L),$$

cuyas condiciones de primer orden son:

$$\begin{aligned} \text{CPO}_1 : \quad \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial D_1} &= \text{rem}_1^\alpha \alpha_1 - r_1^{D,of}(D_1, D_2, D_3) - D_1 \frac{\partial r_1^{D,of}}{\partial D_1} \\ &\quad - D_2 \frac{\partial r_2^{D,of}}{\partial D_1} - D_3 \frac{\partial r_3^{D,of}}{\partial D_1} - \varphi_1 - \chi L - \lambda(\alpha_1 - 1) = 0 \\ \text{CPO}_2 : \quad \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial D_2} &= \text{rem}_2^\alpha \alpha_2 - r_2^{D,of}(D_1, D_2, D_3) - D_1 \frac{\partial r_1^{D,of}}{\partial D_2} \\ &\quad - D_2 \frac{\partial r_2^{D,of}}{\partial D_2} - D_3 \frac{\partial r_3^{D,of}}{\partial D_2} - \varphi_2 - \chi L - \lambda(\alpha_2 - 1) = 0 \\ \text{CPO}_3 : \quad \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial D_3} &= \text{rem}_3^\alpha \alpha_3 - r_3^{D,of}(D_1, D_2, D_3) - D_1 \frac{\partial r_1^{D,of}}{\partial D_3} \\ &\quad - D_2 \frac{\partial r_2^{D,of}}{\partial D_3} - D_3 \frac{\partial r_3^{D,of}}{\partial D_3} - \varphi_3 - \chi L - \lambda(\alpha_3 - 1) = 0 \\ \text{CPO}_4 : \quad \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial L} &= \frac{L}{\epsilon} + \frac{L - LL}{\epsilon} - \varphi_L - \chi(D_1 + D_2 + D_3) + \lambda = 0 \\ \text{CPO}_5 : \quad \text{RestBal} &= L + (\alpha_1 - 1)D_1 + (\alpha_2 - 1)D_2 + (\alpha_3 - 1)D_3 \\ &\quad + P + M - W = 0 \end{aligned} \tag{9}$$

El sistema (9) tiene una solución única  $X^*(\Theta) = [D_1^*(\Theta), D_2^*(\Theta), D_3^*(\Theta), L^*(\Theta), \lambda^*(\Theta)]$  para todos los vectores de parámetros  $\Theta$  que cumplan las siguientes características:

$$\Theta \in \Delta = \{(\eta, \theta, \kappa, DD, \epsilon, LL, \varphi, \chi, \alpha, rem^\alpha, P, M, r^P, r^M) \in \mathbb{R}^{29} :$$

$$\eta_1 > 0, \eta_2 \leq 0, \eta_3 \leq 0, \theta_1 \leq 0, \theta_2 > 0, \theta_3 \leq 0, \kappa_1 \leq 0, \kappa_2 \leq 0,$$

$$\kappa_3 > 0, \epsilon < 0, \varphi_L \geq 0, \varphi_1 \geq 0, \varphi_2 \geq 0, \varphi_3 \geq 0, \chi \geq 0, \alpha_1 \in [0, 1],$$

$$\alpha_2 \in [0, 1], \alpha_3 \in [0, 1], rem_1^\alpha \geq 0, rem_2^\alpha \geq 0, rem_3^\alpha \geq 0,$$

$$\eta_3\theta_2\kappa_1 - \eta_2\theta_3\kappa_1 - \eta_3\theta_1\kappa_2 + \eta_1\theta_3\kappa_2 + \eta_2\theta_1\kappa_3 - \eta_1\theta_2\kappa_3 \neq 0\} .$$

### 3. Calibración

El modelo descrito en la sección 2 fue calibrado buscando replicar en precios y cantidades el sistema financiero colombiano al finalizar marzo de 2009. Los depósitos se clasificaron según la estructura de encaje vigentes. Es decir,  $D_1$ ,  $D_2$  y  $D_3$  son, respectivamente, los pasivos sujetos a encaje (PSE) tipo A, B y C, dónde:

**PSE tipo A:** Depósitos a la vista y otros pasivos de alta liquidez. Su componente principal son ls cuentas corrientes y de ahorros<sup>2</sup>.

**PSE tipo B:** Certificados a término (CDT) con vencimiento menor a 18 meses<sup>3</sup>.

**PSE tipo C:** Certificados a término (CDT) con vencimiento mayor o igual a 18 meses<sup>4</sup>.

<sup>2</sup>Dado lo establecido en la resolución externa 7 de 2007 de la Junta Directiva del Banco de la República (R.E. 7 de 2007 de la JDBR), los PSE tipo A son: depósitos en cuenta corriente, depósitos simples, fondos en fideicomiso y cuentas especiales, cuenta de bancos y corresponsales, depósitos especiales, exigibilidades por servicios bancarios, servicios bancarios de recaudo, establecimientos afiliados, aceptaciones después del plazo, contribución sobre transacciones, impuesto a las ventas por pagar, cheques girados no cobrados, donaciones de terceros por pagar, recaudos realizados, otras cuentas por pagar diversas, cuentas canceladas, fondos cooperativos específicos, otros pasivos diversos, cuenta pasiva de reporte - secciones especiales, depósitos de ahorro, cuentas de ahorro de valor real, cuentas de ahorro especial, cuenta centralizada, compromisos de recompra, inversiones negociadas y cartera negociada, salvo aquellas realizadas con entidades financieras y con el Banco de la República, compromisos de recompra - negociadas -otros, sucursales y agencias.

<sup>3</sup>Según la R.E. 7 de 2007 de la JDBR, los PSE tipo B son: certificados de depósito a término menores de 18 meses, certificados de ahorro de valor real menores de 18 meses, bonos de garantía general menores de 18 meses, otros bonos menores de 18 meses, sucursales y agencias.

<sup>4</sup>Según la R.E. 7 de 2007 de la JDBR, los PSE tipo C son: certificados de depósito a término iguales o superiores a 18 meses, certificados de ahorro de valor real iguales o superiores a 18 meses, bonos de garantía general iguales o superiores a 18 meses, otros bonos iguales o superiores a 18 meses, compromisos de recompra, inversiones negociadas y cartera negociada, realizados con la Tesorería General de la Nación, sucursales y agencias.

Por su parte, la cartera de créditos  $L$  corresponde al total de créditos del sistema. Utilizando la información de los balances de los establecimientos de créditos, publicada por la Superintendencia Financiera de Colombia, se tomaron los valores de  $D_1$ ,  $D_2$ ,  $D_3$ , y  $L$  para el 31 de marzo de 2009. Por el lado de tasas de interés, para hacer la calibración se tomaron las tasas ex-ante ponderadas de esa semana (ver panel A del cuadro 2).

Los parámetros del modelo directamente observables se muestran en el panel B del cuadro 2. Al finalizar marzo de 2009, la estructura de encajes establecía una reserva del 11 % para los PSE del tipo A, 4,5 % para los PSE del tipo B, y cero encaje para los PSE del tipo C<sup>5</sup>. En ese momento se tenía remuneración sólo para los encajes por los depósitos del tipo B, y ésta era equivalente a la meta de inflación del año (5 %).

La tasa  $r^M$  se calibró con la tasa de política del Banco de la República al finalizar marzo (7 %), y la posición neta del sistema financiero con el banco central ( $M$ ) se tomó igual a la diferencia entre los depósitos remunerados no constitutivos de encaje y las operaciones de mercado abierto. El portafolio de títulos del sistema  $P$  corresponde a los TES B en poder de los establecimientos de crédito el 31 de marzo, mientras que  $r^P$  es la tasa a la que rinde un bono cero-cupón con vencimiento equivalente a la duración modificada del portafolio del sistema financiero, dada la curva de rendimientos del día 31 de marzo.

Teniendo en cuenta el exceso de grados de libertad con los que se dispone, se hicieron los siguientes supuestos simplificadores para llevar a cabo calibración:

**Supuesto 1.** La curva de oferta de depósitos de  $D_i^{of}$  sólo depende de  $r_i^D$ ; es decir, no se tienen en cuenta consideraciones de sustitución:  $\eta_2 = \eta_3 = \theta_1 = \theta_2 = \kappa_2 = \kappa_3 = 0$ . Este supuesto simplificador no implica la inexistencia de efectos de sustitución en depósitos ante medidas de política, como se verá en la sección 4.

**Supuesto 2.** Los costos del sistema financiero se deben exclusivamente a su actividad de intermediación: solamente se considera el pago de intereses por los depósitos, mas no aquel por concepto de la escala del negocio ( $\varphi_L = \varphi_1 = \varphi_2 = \varphi_3 = \chi = 0$ ).

El panel D del cuadro 2 muestra los valores calibrados para los parámetros de las ofertas de depósitos ( $DD_1, DD_2, DD_3, \eta_1, \theta_2, \kappa_3$ ) y la demanda de créditos ( $LL, \epsilon$ ), dados los supuestos simplificadores y los datos observados al finalizar marzo de 2009.

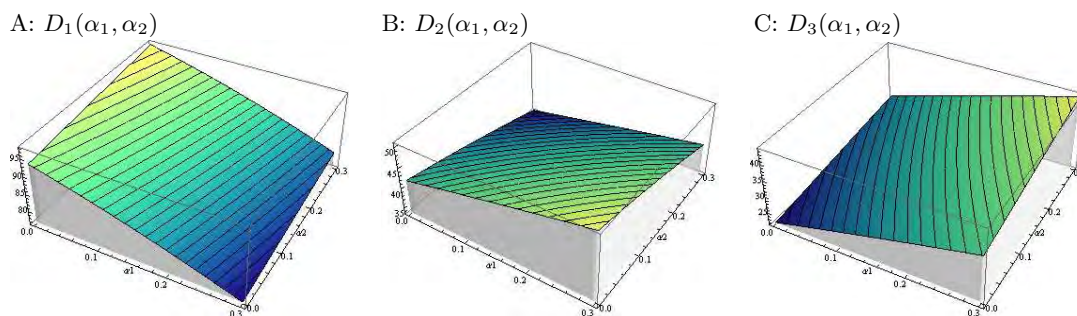
<sup>5</sup>Resolución externa 11 de 2008, Junta Directiva del Banco de la República.

Cuadro 2: Calibración - 31 de marzo de 2009

<b>Panel A</b> Niveles y precios para calibración		<b>Panel B</b> Parámetros Observables	
Cartera de créditos:		Porcentajes de Encaje:	
$L$	\$127,7787 b	$\alpha_1$ (PSE A)	0,11
$r_L$	0,1599	$\alpha_2$ (PSE B)	0,045
		$\alpha_3$ (PSE C)	0
Depósitos a la vista (PSE A):		Remuneración al Encaje:	
$D_1$	\$88,70716 b	$rem_1^\alpha$ (PSE A)	0
$r_1^D$	0,0400	$rem_2^\alpha$ (PSE B)	0,05
CDT < 18 meses (PSE B):		$rem_3^\alpha$ (PSE C)	
$D_2$	\$44,2307 b		0
$r_2^D$	0,0742	Portafolio de Títulos: $P$	\$20,0089 b
CDT $\geq$ 18 meses (PSE C):		Posición neta con el BC: $M$	\$ - 1,6211 b
$D_3$	\$28,0337 b	Rentabilidad anual de P: $r_P$	0,073507
$r_3^D$	0,0964	Tasa de política: $r_M$	0,07
<b>Panel C</b> Supuestos simplificadores		<b>Panel D</b> Parámetros Calibrados	
$\eta_2$	0	$DD_1$	26,9259
$\eta_3$	0	$\eta_1$	1544,5327
$\theta_1$	0	$DD_2$	-56,4467
$\theta_3$	0	$\theta_2$	1356,8374
$\kappa_1$	0	$DD_3$	-178,844
$\kappa_2$	0	$\kappa_3$	2146,02867
$\varphi_L$	0	$LL$	532,328
$\varphi_1$	0	$\epsilon$	-2528,4322
$\varphi_2$	0		
$\varphi_3$	0		
$\chi$	0		

Fuente: Superintendencia Financiera de Colombia y Banco de la República. Cálculos de los autores.

Figura 3: Efectos en los depósitos de cambios en encaje  $\alpha_1$  y  $\alpha_2$ .



Fuente: cálculos de los autores.

## 4. Estática comparativa

### 4.1. Efectos de cambios en las políticas de encaje

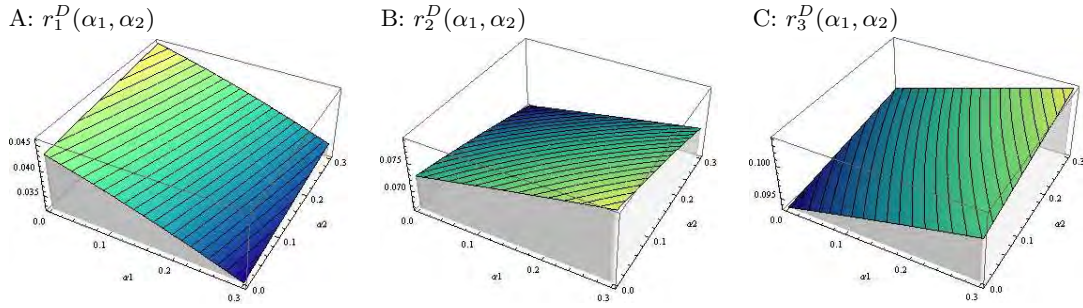
Cambios en el porcentaje de los depósitos que los bancos comerciales deben mantener en forma de encaje pueden tener consecuencias sobre las decisiones óptimas de estos agentes. Para analizar tales consecuencias, en esta sección se estudia el efecto de modificaciones en las políticas de encaje sobre las decisiones de captación de depósitos y oferta de crédito, y las repercusiones que éstas tiene sobre el balance de los bancos. Para esto se parte de la calibración explicada en la sección 3. Teniendo en cuenta que sobre los PSE tipo C (certificados de depósito a término con plazo mayor a 18 meses) no hay requerimiento de encaje, y que los cambios en la política de encaje no han afectado a este requerimiento, el ejercicio propuesto no estudia efectos sobre modificaciones en  $\alpha_3$ <sup>6</sup>. Por otro lado, en los años más recientes los requerimientos de encaje sobre los otros dos tipos de PSE han tenido variaciones. Por consiguiente, en esta sección se lleva a cabo un análisis de los efectos de cambios en los parámetros  $\alpha_1$  y  $\alpha_2$ <sup>7</sup>.

La figura 3 muestra la decisión óptima de captar cada tipo de PSE, para diferentes valores de  $\alpha_1$  y  $\alpha_2$ . En el panel A se observa que dado un valor de  $\alpha_1$  fijo, en la medida en que  $\alpha_2$  aumenta, la demanda por cuentas a la vista también lo hace. Es decir, si para un banco es más costoso captar recursos en forma de CDT de corto plazo porque debe cumplir con un requerimiento de encaje mayor, el banco va a presentar una sustitución de pasivos hacia cuentas a la vista.

<sup>6</sup>Ver resoluciones externas de la Junta Directiva del Banco de la República No. 3 y 7 de 2007, No. 5 de 2008, y No. 2 de 2009.

<sup>7</sup>En Colombia, las modificaciones hechas al régimen de encaje durante la década más reciente han considerado tasas de reserva por PSE inferiores al 30%. Por consiguiente el análisis de sensibilidad propuesto considera valores de  $\alpha_1, \alpha_2 \in [0, 30\%]$ .

Figura 4: Efectos en las tasas de interés pasivas ante cambios en encaje  $\alpha_1$  y  $\alpha_2$ .



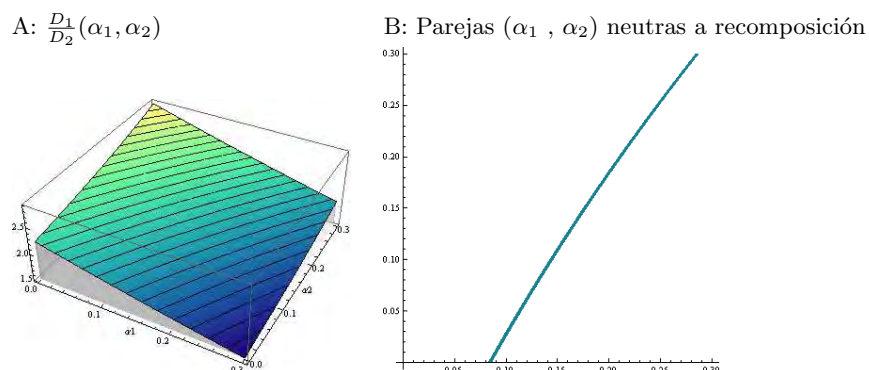
Fuente: cálculos de los autores.

Por otro lado, para un nivel de  $\alpha_2$  dado, la demanda por PSE tipo A depende negativamente de  $\alpha_1$ , porque un mayor requerimiento de encaje implica un costo mayor. En resumen, en la medida en que  $\alpha_2$  aumente y  $\alpha_1$  disminuya, se va a dar un incremento en la demanda por cuentas a la vista.

Los efectos sobre la demanda por PSE tipo B son cualitativamente análogos: si  $\alpha_1$  aumenta, la demanda por estos depósitos también lo va a hacer, y mientras  $\alpha_2$  sea mayor, la demanda va a disminuir (ver figura 3, panel B). Sin embargo, para todos los valores de  $\alpha_1$  y  $\alpha_2$  dentro del rango considerado, la demanda por PSE tipo A es mayor que para PSE tipo B. Adicionalmente,  $D_1$  es más sensible a cambios en  $\alpha_1$ , que  $D_2$  ante cambios en  $\alpha_2$ . Intuitivamente este resultado puede ser consistente con la mayor flexibilidad que tienen los bancos al fijar la tasa de remuneración por los PSE tipo A, que por los tipo B, por el mayor plazo de los segundos. Por otro lado, debido a un efecto de sustitución de pasivos, ante aumentos en  $\alpha_1$  y  $\alpha_2$ , la demanda por PSE tipo C se va a incrementar, como muestra la figura 3, panel C.

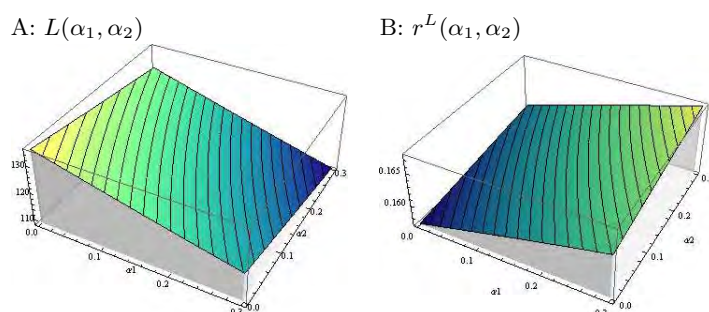
Los cambios en la demanda por los diferentes tipos de depósitos causados por variaciones en los requerimiento de encaje de los PSE tipo A y B son consistentes con las tasas de interés que los bancos reconocen por sus pasivos. En la figura 4, panel A, se muestra el efecto sobre  $r_1^D$ . Debido a que incrementos en  $\alpha_2$  causan un aumento en  $D_1$ , esta tasa presenta un comportamiento al alza. Por otro lado, al ocurrir incrementos en  $\alpha_1$ , para el banco modelado es óptimo reducir su demanda por PSE tipo A y por consiguiente  $r_1^D$  presenta una caída. De manera similar, el efecto de  $\alpha_1$  sobre  $r_2^D$  es positivo y ante incrementos en  $\alpha_2$ , esta tasa cae (ver figura 4, panel B). Adicionalmente, consistente con lo observado en las demandas por estos depósitos,  $r_1^D$  es menor a  $r_2^D$  para todos los valores de  $\alpha_1$  y  $\alpha_2$  considerados. Finalmente, como aumentos en los requerimientos de encaje por los PSE tipo A y B generan incrementos en  $D_3$ , a su vez  $r_3^D$  presenta un comportamiento al alza a medida que aumentan dichos requerimientos.

Figura 5: Efectos de recomposición de depósitos ante cambios en  $\alpha_1$  y  $\alpha_2$ .



Fuente: cálculos de los autores.

Figura 6: Efectos en la cartera y tasa de interés activa ante cambios en  $\alpha_1$  y  $\alpha_2$ .

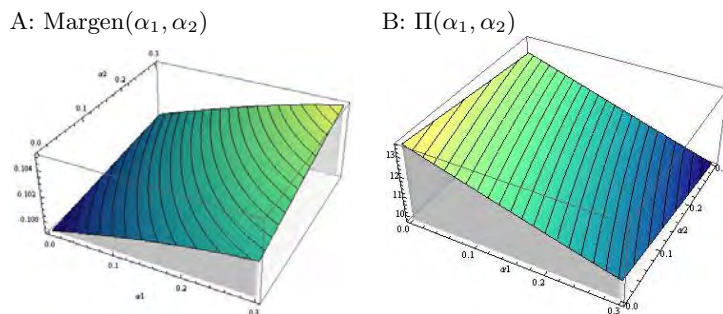


Fuente: cálculos de los autores.

Como cambios en los requerimientos de encaje pueden causar recomposición de pasivos, es relevante analizar qué sucede con la razón entre PSE tipo A y tipo B. En la figura 5, panel A, se observa el comportamiento de  $\frac{D_1}{D_2}$  para los valores de  $\alpha_1$  y  $\alpha_2$  considerados anteriormente. Dado lo mencionado, en la medida en que  $\alpha_1$  sea menor y  $\alpha_2$  mayor, la fracción toma un valor más alto. Teniendo en cuenta los requerimientos de encaje con los que se calibró el modelo, para no generar incentivos a que los bancos hagan recomposición de pasivos entre los PSE de tipo A y tipo B,  $\alpha_1$  y  $\alpha_2$  deben estar sobre la línea que se muestra en la figura 5, panel B. Es decir, en la medida en que un incremento de un punto básico en  $\alpha_1$  esté acompañado de un aumento de aproximadamente tres puntos básicos en  $\alpha_2$ , para el banco modelado va a ser óptimo mantener la razón entre PSE tipo A y tipo B constante, debido a que  $\frac{\partial D_1}{\partial \alpha_1} > \frac{\partial D_2}{\partial \alpha_2}$ .

Adicionalmente es importante analizar la consecuencia de cambios en los requerimientos de encaje sobre las decisión óptima de otorgamiento de cartera de los bancos. La figura 6, panel

Figura 7: Efectos en el margen de intermediación y en los beneficios bancarios ante cambios en  $\alpha_1$  y  $\alpha_2$ .



Fuente: cálculos de los autores.

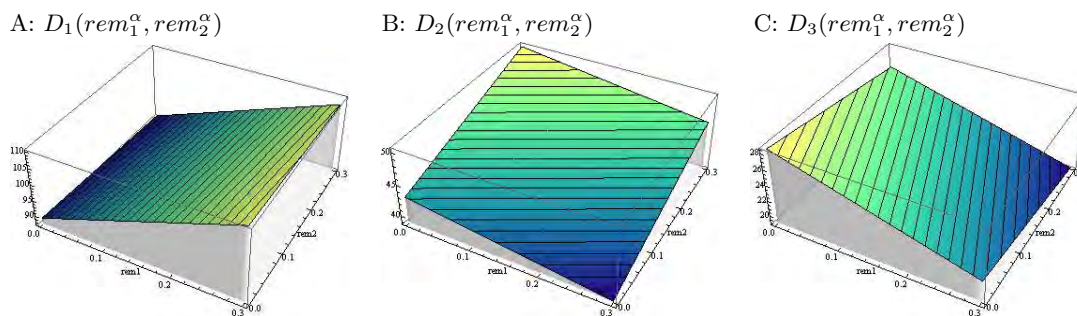
A muestra la cartera otorgada para los rangos de  $\alpha_1$  y  $\alpha_2$  considerados. Ante un aumento en algún requerimiento de encaje, el costo de conseguir recursos a través de depósitos se incrementa y por ende se ofrece una cantidad menor de cartera. Sin embargo, consistente con el hecho de que la demanda por PSE tipo A es más sensible a cambios en el requerimiento de encaje para estos depósitos, que  $D_2$  ante modificaciones en  $\alpha_2$ , la oferta de cartera presenta variaciones mayores cuando se cambia  $\alpha_1$  que cuando se modifica  $\alpha_2$ . Por otro lado, debido a la estructura monopólica del mercado de crédito, requerimientos de encaje más estrictos tienen como consecuencia incrementos en la tasa activa (ver figura 6, panel B). De manera análoga al efecto observado sobre la cartera,  $r^L$  es más sensible a incrementos en  $\alpha_1$  que en  $\alpha_2$ .

Para analizar el impacto de cambios en los requerimientos de encaje sobre las utilidades del banco modelado, se analizará tanto el comportamiento de los beneficios (ecuación (7)), como el del margen de intermediación. Este último se define como

$$MI = r^L - \frac{r_1^D D_1 + r_2^D D_2 + r_3^D D_3}{D_1 + D_2 + D_3}; \quad (10)$$

es decir, la ecuación (10) indica los beneficios marginales que el banco modelado obtiene por llevar a cabo la intermediación de recursos. En la figura 7, panel A, se observa que ante un incremento en  $\alpha_1$  o en  $\alpha_2$  el margen de intermediación del banco modelado aumenta. Adicionalmente, el margen es más sensible a cambios en el requerimiento de encaje sobre los PSE tipo A. No obstante, como muestra el panel B de la misma figura, un fortalecimiento de estos requerimientos causan menores beneficios, debido principalmente a menores ingresos por concepto de cartera otorgada.

Figura 8: Efectos en los depósitos de cambios en la remuneración al encaje  $rem_1^\alpha$  y  $rem_2^\alpha$ .



Fuente: cálculos de los autores.

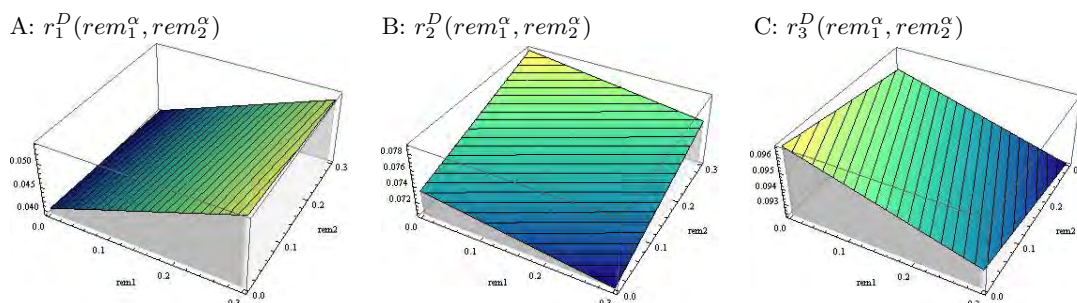
Los resultados del modelo permiten concluir que un incremento en los requerimientos de encaje tiene como consecuencia una contracción del crédito, debido a mayores costos asociados con la captación de depósitos. Adicionalmente, el beneficio marginal de los bancos aumenta, debido a alzas en la tasa activa. No obstante, por la contracción de la oferta de crédito, los beneficios de los bancos se ven perjudicados. Finalmente estos resultados son más sensibles a cambios en  $\alpha_1$  que en  $\alpha_2$ , resultado consistente con el hecho que los bancos pueden ajustar más fácilmente la tasa de interés reconocida por los PSE tipo A por la naturaleza más líquida de estos depósitos.

## 4.2. Efectos de cambios en la remuneración al encaje

La remuneración al encaje permite corregir las posibles distorsiones causadas por el hecho de que un porcentaje de los recursos de un banco deban permanecer en el banco central. Por tal motivo cobra relevancia analizar cómo cambian las decisiones óptimas de los bancos ante modificaciones en esta remuneración. De manera similar que en la sección anterior, el siguiente análisis se enfoca en las consecuencias de la remuneración por el encaje de los PSE tipo A y B sobre las decisiones óptimas de demanda de depósitos y oferta de créditos, al igual que sobre el impacto en el balance, mientras se supone que  $rem_3^\alpha = 0$ . Adicionalmente, en la misma línea del análisis previo, se considerarán valores de  $rem_1^\alpha$  y  $rem_2^\alpha$  entre 0 y 30%<sup>8</sup>.

<sup>8</sup>A nivel mundial, la tendencia general en temas relacionados con el encaje ha sido suspender su remuneración (ver Alleron, M. (1996)). En el caso colombiano, la remuneración se introdujo en 1998 con el objetivo de disminuir los efectos que estaban teniendo los encajes sobre los intermediarios bancarios en materia de costos de intermediación y represión financiera. En ese entonces, la remuneración se fijó igual a la meta de inflación determinada por la Junta Directiva para la reserva establecida sobre los CDT, y 75% de dicha meta de inflación para el encaje de los depósitos a la vista. En 2007, la remuneración del encaje pasó a ser 37,5% de la meta de inflación para la reserva sobre los PSE tipo A (depósitos a la vista), la meta de inflación sobre los PSE B y ninguna remuneración para los PSE C.

Figura 9: Efectos en las tasas de interés pasivas ante cambios en la remuneración al encaje  $rem_1^\alpha$  y  $rem_2^\alpha$ .



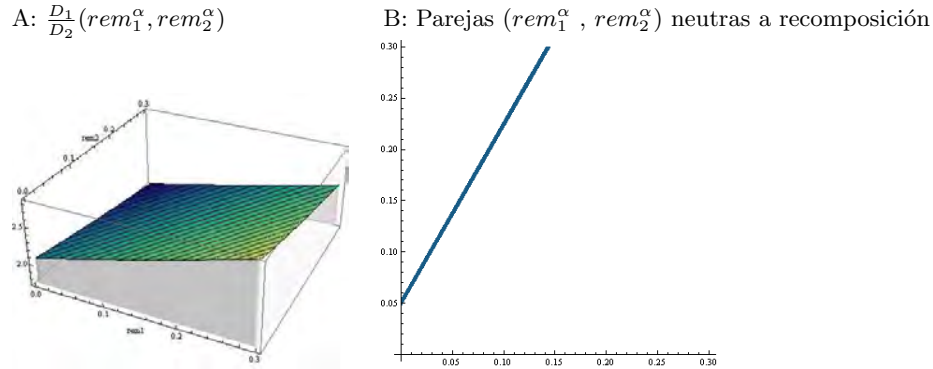
Fuente: cálculos de los autores.

La figura 8 panel A muestra el efecto de cambios en la remuneración al encaje sobre  $D_1$ . Debido a que un aumento en  $rem_1^\alpha$  causa una caída en el costo de captar PSE tipo A, la demanda por estos pasivos se incrementa. Por otro lado, si hay mayor remuneración por el encaje sobre los PSE tipo B, se va a observar una disminución sobre  $D_1$ . No obstante, este efecto es pequeño en comparación con el causado por cambios en  $rem_1^\alpha$ . De manera análoga, aumentos en  $rem_2^\alpha$  tienen como consecuencia incrementos en la demanda por depósitos a término de corto plazo, al igual que una caída en la remuneración por el encaje sobre los PSE tipo A (ver figura 8, panel B). Sin embargo, los gráficos permiten observar que las demandas por estos tipos de depósitos son más sensibles proporcionalmente a cambios en  $rem_1^\alpha$  que en  $rem_2^\alpha$ . Finalmente, debido a una disminución en el costo por estos depósitos, aumentos en la remuneración por el encaje sobre los PSE tipo A y B causan una caída en la captación del otro tipo de depósitos (PSE tipo C), como muestra la figura 8, panel C. Análogo a lo ya mencionado, ese comportamiento es más sensible a  $rem_1^\alpha$ .

Como consecuencia de la naturaleza monopsónica del mercado de depósitos, los cambios en las cantidades demandadas de cada tipo de depósitos a causa de las modificaciones en la remuneración del encaje consideradas van en línea con los efectos observados en las tasas reconocidas por cada depósito. De esta forma,  $r_1^D$  aumenta ante alzas en  $rem_1^\alpha$  y cae si aumenta  $rem_2^\alpha$ . Análogamente,  $\frac{\partial r_2^D}{\partial rem_1^\alpha} < 0$  y  $\frac{\partial r_2^D}{\partial rem_2^\alpha} > 0$ , y la tasa reconocida por los PSE tipo C disminuye cuando la remuneración por el encaje sobre los otros depósitos aumenta (ver figura 9, paneles A, B y C, respectivamente). Similarmente a lo observado al analizar las cantidades, las tasas son más sensibles a cambios en  $rem_1^\alpha$  que en  $rem_2^\alpha$ .

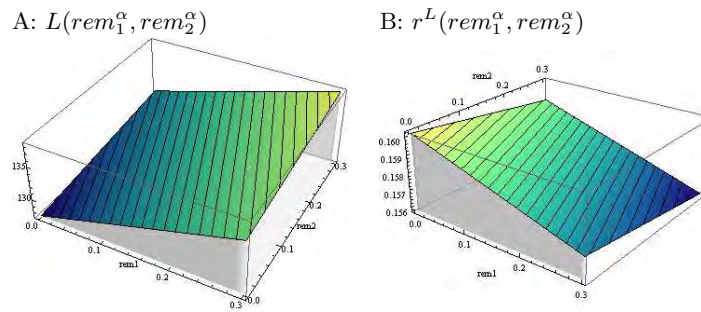
Debido a los efectos cruzados que tienen cambios en la remuneración sobre la demanda por PSE tipo A y B, es importante analizar posibles recomposiciones entre estos pasivos. En la

Figura 10: Efectos de recomposición de depósitos ante cambios en la remuneración al encaje  $rem_1^\alpha$  y  $rem_2^\alpha$ .



Fuente: cálculos de los autores.

Figura 11: Efectos en la cartera y tasa de interés activa ante cambios en la remuneración al encaje  $rem_1^\alpha$  y  $rem_2^\alpha$ .

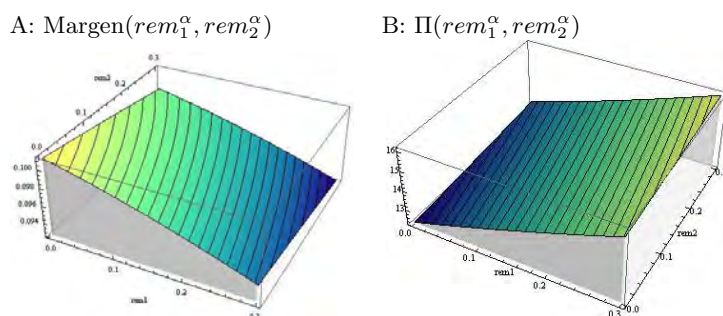


Fuente: cálculos de los autores.

figura 10, panel A se observa que a medida que hay un aumento en  $\alpha_1$  y una disminución en  $\alpha_2$  la razón  $\frac{D_1}{D_2}$  se incrementa. Teniendo en cuenta la calibración explicada en la sección 3, para que no haya recomposición entre estas dos clases de pasivos,  $rem_1^\alpha$  y  $rem_2^\alpha$  deben estar relacionados de manera que sigan la línea mostrada en la figura 10, panel B. Es decir, para que  $\frac{D_1}{D_2}$  se mantenga constante, un incremento de un punto porcentual en  $\alpha_1$  debe estar acompañado de un incremento de aproximadamente 2,3 puntos porcentuales en  $\alpha_2$ .

Por su parte, cambios en las decisiones óptimas de captación de depósitos tienen repercusión directa en la cantidad de crédito ofrecido, al igual que sobre la tasa activa. Debido a que un aumento en la remuneración del encaje tiene como consecuencia una mayor demanda por captaciones, el crédito ofrecido también se incrementa (ver figura 11, panel A). Este aumento va ligado a una disminución en la tasa activa, como se observa en la figura 11 panel B. Es

Figura 12: Efectos en el margen de intermediación y en los beneficios bancarios ante cambios en la remuneración al encaje  $rem_1^\alpha$  y  $rem_2^\alpha$ .



Fuente: cálculos de los autores.

relevante mencionar que tanto la oferta de crédito, como la tasa activa son más sensibles a cambios en  $rem_1^\alpha$  que en  $rem_2^\alpha$ .

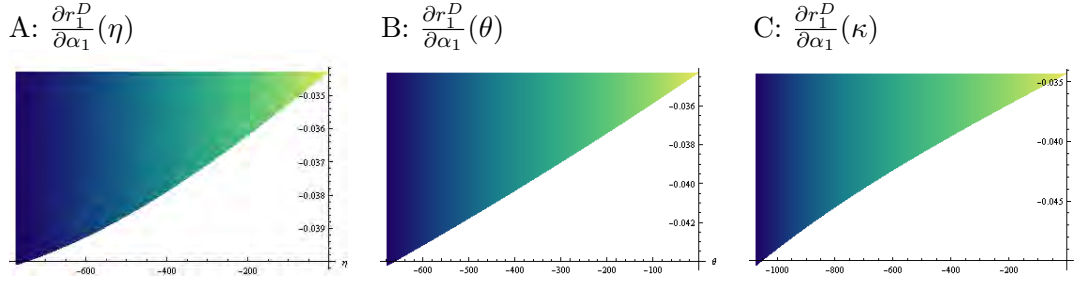
Finalmente se analizó el impacto de cambios en la remuneración al encaje sobre las utilidades del banco modelado. Para esto se estudió el efecto sobre los beneficios, descritos en la ecuación (7), y sobre el margen de intermediación (ecuación (10)). En la figura 12, panel A se observa que aumentos  $rem_1^\alpha$  o en  $rem_2^\alpha$  ocasionan una caída en el margen de intermediación, debido a alzas en las tasa pasivas y a una caída en la tasa activa. No obstante, debido a que una mayor remuneración ocasiona una oferta de crédito más alta, los beneficios de los bancos modelados se incrementan, por un incremento en los ingresos (ver figura 12, panel B). De manera similar a los resultados explicados anteriormente, tanto en el margen de intermediación como en los beneficios un aumento en  $rem_1^\alpha$  causa un cambio mayor que un incremento similar en  $rem_2^\alpha$ .

Con base en los resultados explicados, se puede concluir que incrementar la remuneración al encaje ocasiona una mayor oferta de crédito, debido a un aumento en las captaciones. Por lo tanto los beneficios de los bancos son mayores, a pesar de que el beneficio marginal, medido por el margen de intermediación, presenta un descenso. De manera similar a lo mencionado en la sección anterior, estos resultados son más sensibles antes cambios en la remuneración al encaje de los PSE tipo A, que en la de los tipo B.

## 5. Robustez del modelo

Para analizar la robustez de los resultados presentados en la sección 4, a continuación se estudia la sensibilidad del modelo a los valores de los parámetros. El modelo se considera

Figura 13: Respuesta de la tasa de interés de los depósitos  $r_1^D$  ante cambios en  $\alpha_1$ , para distintos valores de los parámetros  $\eta_2 = \eta_3 = \eta$ ,  $\theta_1 = \theta_3 = \theta$ , y  $\kappa_1 = \kappa_2 = \kappa$ .



Fuente: cálculos de los autores.

robusto si el signo del cambio en las variables pertinentes se mantiene inalterado para un rango prudente de parámetros.

### 5.1. Parámetros de las ofertas de depósitos

Buscando simplificar el proceso de calibración se supuso que las ofertas de depósitos a las que se enfrenta el banco monopólico sólo responden a la tasa propia (ver sección 3). Es decir, los parámetros  $\eta_2$ ,  $\eta_3$ ,  $\theta_1$ ,  $\theta_3$ ,  $\kappa_1$  y  $\kappa_2$  son iguales a 0. Sin embargo, suponer insensibilidad de la oferta de depósitos ante las tasas de las demás alternativas de inversión puede ser restrictivo. En esta sección se tiene por objeto, por tanto, verificar qué tan robustas son las conclusiones de política mencionadas en la sección 4, ante cambios en estos parámetros de las ofertas de depósitos.

Para ello se calculó el cambio en las tasas de interés de los depósitos y de la cartera ante modificaciones en los requerimientos de encaje de los PSE tipo A y B, para distintos valores de los parámetros de las ofertas de depósitos. Es decir,  $\frac{\partial r_i^D}{\partial \alpha_j}$  y  $\frac{\partial r^L}{\partial \alpha_j}$  para  $i \in \{1, 2, 3\}$  y  $j \in \{1, 2\}$ , como funciones de  $\eta_2$ ,  $\eta_3$ ,  $\theta_1$ ,  $\theta_3$ ,  $\kappa_1$  y  $\kappa_2$ .

Para valores menores o iguales a cero de los anteriores parámetros (ver restricciones del sistemas de ecuaciones (1)) se encontró que no cambia el signo de  $\frac{\partial r_i^D}{\partial \alpha_j}$  y  $\frac{\partial r^L}{\partial \alpha_j}$  para  $i \in \{1, 2, 3\}$  y  $j \in \{1, 2\}$ , si se compara con lo encontrado en la sección 4. Es decir, los resultados cualitativos son robustos ante parametrizaciones razonables de las ofertas de depósitos. Sin embargo, la magnitud de dichas derivadas es sensible al cambio de parámetros.

Para ilustrar lo anterior, en la figura 13 se muestra la respuesta de la tasa de interés de los depósitos a la vista ante cambios en el requerimiento de encaje de los mismos,  $\frac{\partial r_1^D}{\partial \alpha_1}$ , para

distintos valores de los parámetros de las ofertas de depósitos, suponiendo que  $\eta_2 = \eta_3 = \eta$ ,  $\theta_1 = \theta_3 = \theta$ , y  $\kappa_1 = \kappa_2 = \kappa$ . Es decir, suponiendo que las ofertas de depósitos responden de igual forma a las tasas de interés de las demás alternativas de ahorro. Como se ve en la gráfica, ante aumentos en el requerimiento de encaje para los PSE del tipo A, el banco monopólico se ve incentivado a captar menos con estos instrumentos, y por tanto  $\frac{\partial r_1^D}{\partial \alpha_1} < 0$  independientemente de los valores de  $\eta$ ,  $\theta$ , y  $\kappa$ .

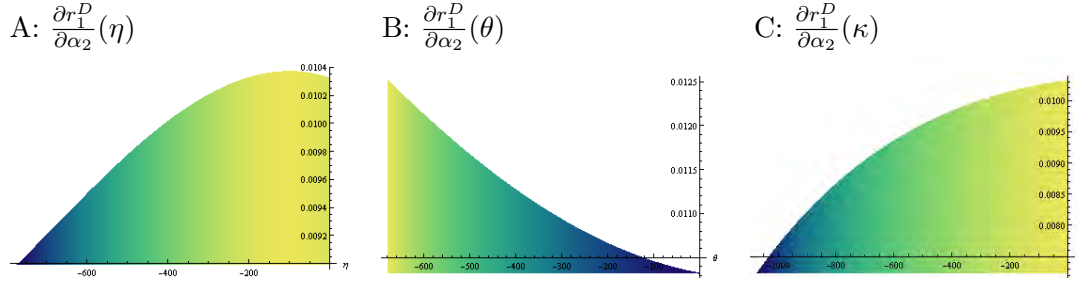
Sin embargo, ante valores más negativos de  $\eta$ ,  $\theta$  y  $\kappa$  la potencia de  $\alpha_1$  es mayor para reducir la tasa de interés de los PSE tipo A. Como se ve en el panel A del gráfico 13, cuando la respuesta de los oferentes de depósitos a la vista ante las tasas de interés de los demás depósitos es mayor (es decir,  $\eta$  más negativo), la caída de la tasa de interés de los PSE A ante aumentos en  $\alpha_1$  es más marcada. Lo anterior ocurre pues la natural recomposición hacia los demás tipos de depósitos empuja la tasa de éstos hacia arriba y por tanto se refuerza la caída en la demanda por PSE tipo A.

En el panel B de la figura 13 se muestra  $\frac{\partial r_1^D}{\partial \alpha_1}$  para distintos valores de  $\theta$ ; es decir, cuando la oferta de los PSE tipo B depende negativamente de las tasas de interés que se ofrece por los demás depósitos. Como se ve en la misma, cuando la oferta por los PSE B es más sensible a las tasas de interés de los PSE A y PSE C, los incrementos en el encaje  $\alpha_1$  tienen mayor capacidad de reducir la tasa de interés de los depósitos a la vista. Una razón para esto es que la sustitución por pasivos tipo B se hace más fácil cuando  $\theta < 0$ , llevando a que los bancos puedan incrementar sus captaciones en estos depósitos a término sin necesidad de aumentar sustancialmente la tasa de interés de los mismos. Reducir la tasa de interés de los PSE tipo A logra gran parte del trabajo de la sustitución de captaciones, disminuyendo los PSE A y aumentando los PSE B, y por tanto hay mayores incentivos para hacerlo ante incrementos de  $\alpha_1$ , sin llegarse a necesitar un cambio sustancial en la tasa de interés de los PSE B. Una justificación similar explica el panel C de la figura 13, en el que se muestra  $\frac{\partial r_1^D}{\partial \alpha_1}$  para distintos valores de  $\kappa$ .

Como se vio en la sección 4, aumentar el nivel de los encajes de los PSE tipo B aumenta la tasa de interés de los PSE del tipo A, pero la potencia de la medida depende de qué tan sustitutos son los depósitos para los ahorradores. El gráfico 14 muestra  $\frac{\partial r_1^D}{\partial \alpha_2}$  ante distintos escenarios de respuesta de las ofertas de depósitos por cambios en las tasas de interés de las alternativas de ahorro, suponiendo que  $\eta_2 = \eta_3 = \eta$ ,  $\theta_1 = \theta_3 = \theta$ , y  $\kappa_1 = \kappa_2 = \kappa$ .

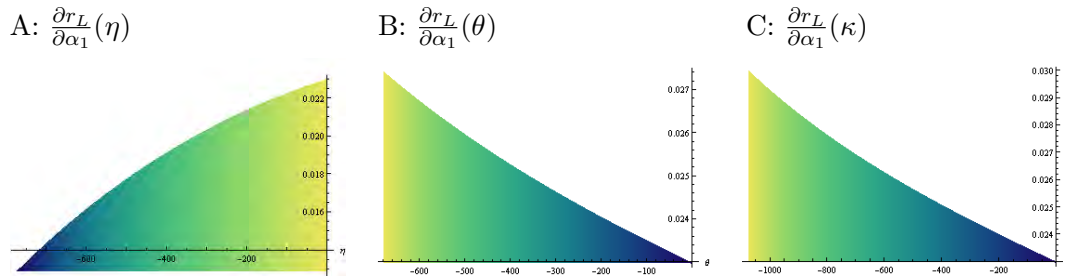
El panel B del gráfico 14 muestra que cuando la respuesta de la demanda por los PSE B ante cambios en las tasas de los demás tipos de depósitos es mayor ( $\theta \ll 0$ ), se incrementa la

Figura 14: Respuesta de la tasa de interés de los depósitos  $r_1^D$  ante cambios en  $\alpha_2$ , para distintos valores de los parámetros  $\eta_2 = \eta_3 = \eta$ ,  $\theta_1 = \theta_3 = \theta$ , y  $\kappa_1 = \kappa_2 = \kappa$ .



Fuente: cálculos de los autores.

Figura 15: Respuesta de la tasa de interés de los créditos  $r_L$  ante cambios en  $\alpha_1$ , para distintos valores de los parámetros  $\eta_2 = \eta_3 = \eta$ ,  $\theta_1 = \theta_3 = \theta$ , y  $\kappa_1 = \kappa_2 = \kappa$ .



Fuente: cálculos de los autores.

capacidad de  $\alpha_2$  para aumentar  $r_1^D$ . Dado que los incrementos en el encaje de los PSE tipo B generan una sustitución de los mismos por otros tipos de pasivos, como lo son los PSE tipo A, el efecto reforzado en la caída de la demanda por los PSE B lleva a mayores aumentos en los depósitos a la vista y tasas de interés más altas para éstos.

Por otro lado, cuando las ofertas de los PSE A y PSE C responden con mayor fuerza a las tasas de interés de alternativas de ahorro ( $\eta \ll 0$ ,  $\kappa \ll 0$ ),  $\alpha_2$  tiene menos capacidad de incrementar la tasa de interés de los depósitos a la vista (paneles A y C del gráfico 14). Como ante aumentos del encaje de los PSE B el banco monopólico busca sustituir éstos por las demás captaciones, baja la tasa de interés de los tipo B y se incrementa las de los tipo A y C para cambiar la composición de sus captaciones. Cuando  $\eta < 0$  o  $\kappa < 0$ , la sustitución se le facilita: la disminución en  $r_2^D$  aumenta las ofertas de las otras captaciones. En particular, puede recomponer su estructura de pasivos sin hacer grandes incrementos  $r_1^D$ .

También se observa que, si bien incrementos en  $\alpha_1$  generan aumentos en la tasa de interés

del crédito, la magnitud en la que responde depende de la sensibilidad de las ofertas de depósitos ante las tasas de los demás ahorros. El gráfico 15 ilustra lo anterior, mostrando  $\frac{\partial r_L}{\partial \alpha_1}$  para distintos valores de los parámetros de las ofertas de depósitos, teniendo  $\eta_2 = \eta_3 = \eta$ ,  $\theta_1 = \theta_3 = \theta$ , y  $\kappa_1 = \kappa_2 = \kappa$ .

Los aumentos en el encaje de los PSE tipo A son menos potentes para contraer la oferta de crédito cuando  $\eta \ll 0$ , como se ve en el panel A del gráfico 15. La respuesta de la tasa de interés activa  $r_L$  ante cambios en  $\alpha_1$  es menor si la oferta por los depósitos tipo A responden de manera negativa a la tasa de interés de los demás depósitos. Lo anterior resulta paradójico a simple vista, pero tiene la siguiente explicación: el efecto doble que reduce la oferta de depósitos tipo A, ante  $\eta \ll 0$ , cuando suben  $r_2^D$  y  $r_3^D$ , y baja  $r_1^D$ , lleva a una fuerte reacción de la oferta de PSE tipo A que el banco se ve obligado a compensar aumentando  $r_2^D$  y  $r_3^D$ , más que si  $\eta = 0$ , para no disminuir en exceso sus captaciones. El resultado neto es una reducción *menor* del total de las captaciones, y por tanto una reducción más moderada de la cartera.

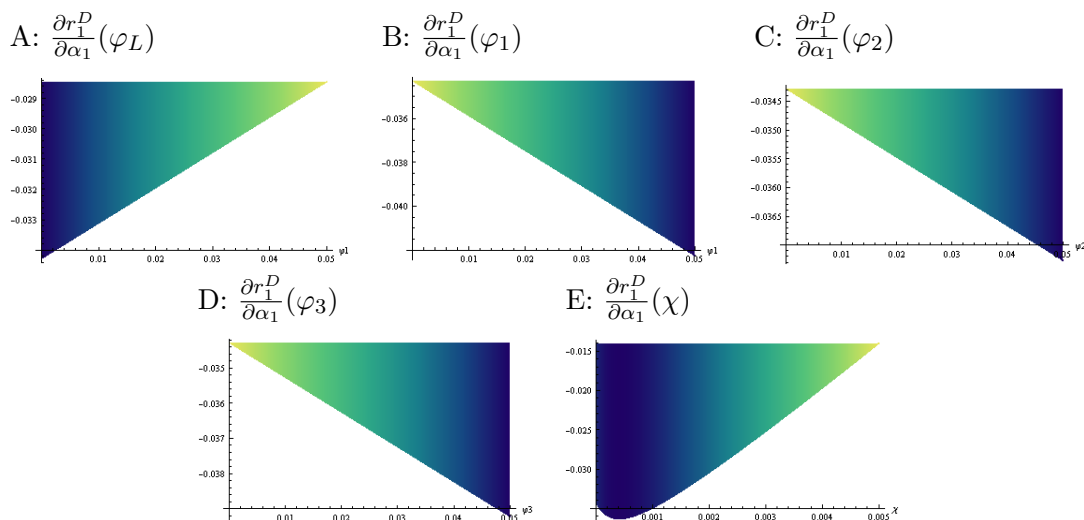
Lo anterior se desprende del carácter monopólico del banco: si  $\eta \ll 0$ , el banco tiene *menos poder monopólico* en el mercado de depósitos A, y por tanto los costos implícitos de captar en cuentas a la vista cuando aumenta  $\alpha_1$  los transfiere *menos directamente* a los demandantes de crédito vía tasa activa. Lo contrario ocurre cuando  $\theta \ll 0$  ó  $\kappa \ll 0$ , en cuyo caso el poder monopólico del banco en los depósitos del tipo A aumenta por su influencia en las ofertas de los restantes depósitos. Por ello, tal como se ve en los paneles B y C del gráfico 15, ante  $\theta < 0$  ó  $\kappa < 0$ , el poder de  $\alpha_1$  es mayor para incrementar  $r_L$  y disminuir la oferta de crédito.

## 5.2. Parámetros de la función de costos

Para calibrar el modelo se supuso que  $\varphi_L, \varphi_1, \varphi_2, \varphi_3, \chi = 0$  (ver sección 3); es decir, los costos que asume el sistema financiero son los causados por su actividad de intermediación, pero no hay costos debido a la escala del negocio. No obstante, este supuesto no afecta los resultados principales de la sección 4. Para concluir esto se calculó el cambio en las tasas de interés activa y pasivas ante modificaciones en los requerimientos de encaje por los PSE tipo A y B  $\left( \frac{\partial r^L}{\partial \alpha_j} \text{ y } \frac{\partial r_i^D}{\partial \alpha_j} \text{ para } i \in \{1, 2, 3\} \text{ y } j \in \{1, 2\} \right)$  y se encontró que el signo de las derivadas es el mismo para un rango amplio de valores de estos parámetros. Pero, aún sin cambiar el signo, el valor de la derivada cambia.

La figura 16 muestra el valor de  $\frac{\partial r_1^D}{\partial \alpha_1}$  para algunos valores de  $\varphi_L, \varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$ , y  $\chi$ . En los cinco paneles se observa que  $\frac{\partial r_1^D}{\partial \alpha_1} < 0$ , en línea con lo mencionado en la sección 4: un aumento en el requerimiento de encaje por los PSE tipo A causa una caída en la tasa de remuneración por

Figura 16: Respuesta de la tasa de interés de los depósitos  $r_1^D$  ante cambios en  $\alpha_1$ , para distintos valores de los parámetros de la función de costos  $\varphi_L$ ,  $\varphi_1$ ,  $\varphi_2$ ,  $\varphi_3$  y  $\chi$ .



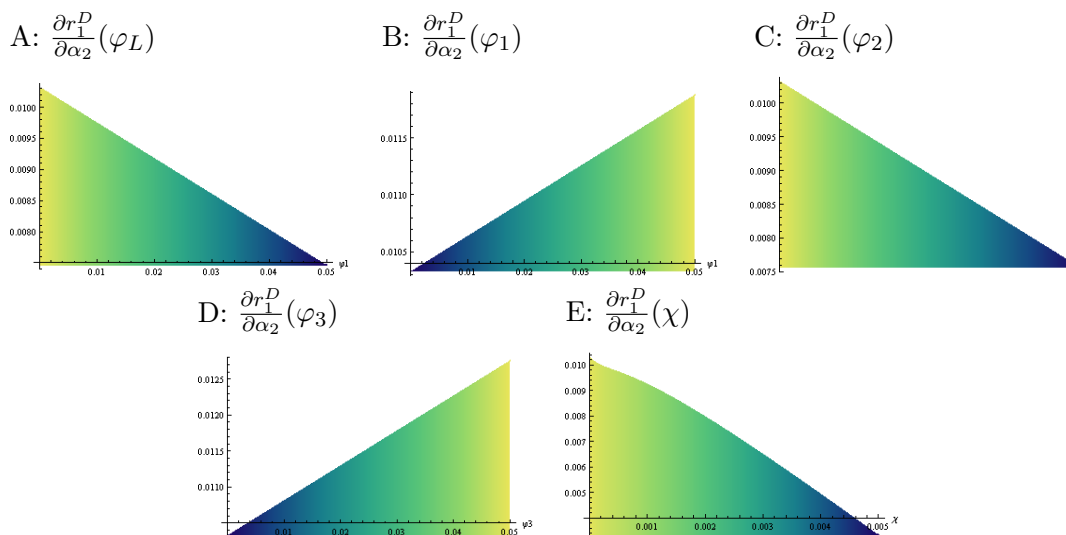
Fuente: cálculos de los autores.

estos depósitos debido a que su costo va a ser mayor y por ende su demanda va a disminuir. Si se consideran costos sobre la escala de las captaciones por estos pasivos ( $\varphi_1 > 0$ ), el costo marginal de estos va a ser más sensible ante cambios en la demanda. Por lo tanto la tasa de interés de remuneración cambia en mayor medida ante aumentos en el requerimiento de encaje. Así, un incremento en  $\alpha_1$  es más potente en el sentido de que tiene mayor efecto (figura 16, panel B).

En ausencia de costos de escala sobre los otros tipos de PSE y ante un aumento en el requerimiento de encaje por los PSE tipo A, se observa una recomposición hacia los otros PSE. Si los costos de escala por éstos son positivos ( $\varphi_2 > 0, \varphi_3 > 0$ ), su costo marginal va a ser más sensible y por lo tanto se requiere una disminución mayor en la remuneración por los PSE tipo A para lograr la recomposición óptima ante la medida de política considerada.

Por otro lado, considerar  $\varphi_L > 0$  implica suponer un costo de escala por otorgar créditos. En la medida en que este parámetro tome un valor mayor, el costo por otorgar créditos se incrementa y, por lo tanto, el poder monopólico de los bancos disminuye. De esta manera, al fortalecer el requerimiento de encaje por los PSE tipo A, la caída en la cartera explicada en la sección 4 no va a ser tan marcada, y por ende la demanda por depósitos no va a disminuir de la misma manera. Así, el ajuste sobre la tasa de interés es menor, como se muestra en la figura 16, panel A. Finalmente, al suponer  $\chi > 0$  se están considerando costos conjuntos de

Figura 17: Respuesta de la tasa de interés de los depósitos  $r_1^D$  ante cambios en  $\alpha_2$ , para distintos valores de los parámetros de la función de costos  $\varphi_L$ ,  $\varphi_1$ ,  $\varphi_2$ ,  $\varphi_3$  y  $\chi$ .



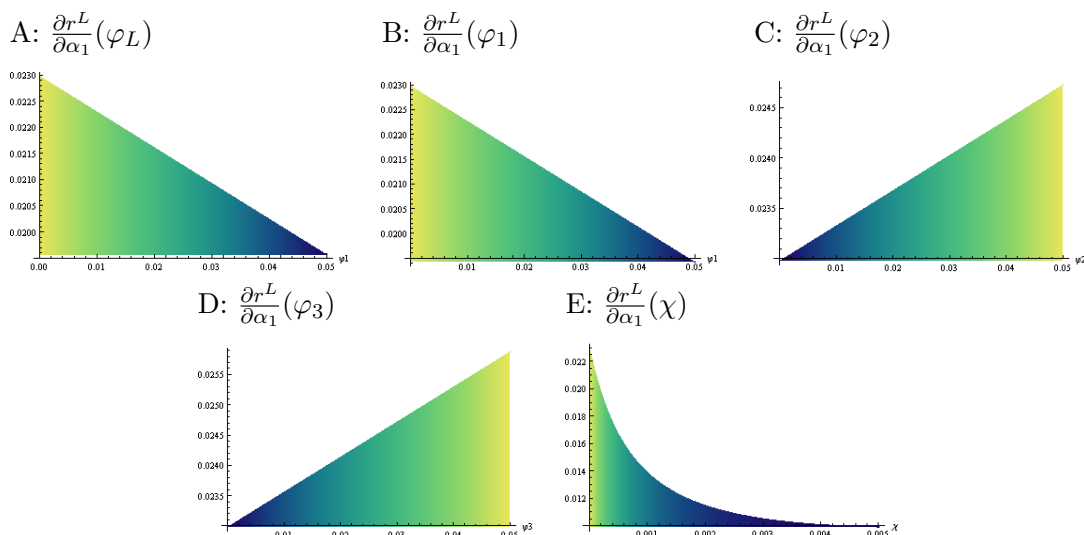
Fuente: cálculos de los autores.

cartera y depósitos. En la figura 16, panel E, se observa que al incrementar este parámetro la potencia de  $\alpha_1$  sobre  $r_1^D$  disminuye, indicando que el efecto sobre la cartera compensa el mayor costo por demandar depósitos.

En la sección 4 se menciona que un incremento en los requerimientos de encaje de los PSE tipo B ( $\alpha_2$ ) tiene como consecuencia una mayor demanda por los PSE tipo A y, por ende, un incremento en la tasa reconocida por estos depósitos. Por lo tanto  $\frac{\partial r_1^D}{\partial \alpha_2} > 0$ . La figura 17 muestra que el signo de esta derivada no cambia al considerar un rango de valores positivos para los parámetros que representan costos de escala. Si  $\varphi_1 > 0$ , el costo marginal de los PSE tipo A es más sensible al nivel de  $D_1$ . Por lo tanto la recomposición mencionada al considerar un aumento en  $\alpha_2$  va a tener mayor efecto sobre la demanda óptima por PSE tipo A, y por lo tanto el cambio en  $r_1^D$  también se incrementa (figura 17, panel B). Al considerar  $\varphi_3 > 0$ , la potencia de  $\alpha_2$  es mayor por una razón similar: la recomposición hacia PSE tipo C va a caer, porque ahora son más costosos. Por lo tanto, se demanda mayor cantidad de PSE tipo A, y para esto  $r_1^D$  debe incrementarse en mayor medida (figura 17, panel D).

Cuando se consideran costos por escala de operación de los PSE tipo B ( $\varphi_2 > 0$ ), el costo marginal de captar estos pasivos es más sensible. Así, una caída en la demanda por estos va a tener mayor repercusión sobre su costo marginal y no va a ser necesario una recomposición tan grande como antes. De esta forma la potencia de  $\alpha_2$  sobre  $r_1^D$  cae a medida que  $\varphi_2$  toma

Figura 18: Respuesta de la tasa de interés del crédito  $r^L$  ante cambios en  $\alpha_1$ , para distintos valores de los parámetros de la función de costos  $\varphi_L$ ,  $\varphi_1$ ,  $\varphi_2$ ,  $\varphi_3$  y  $\chi$ .



Fuente: cálculos de los autores.

un valor mayor, como se observa en la figura 17, panel C.

En cuanto a los costos de escala de la cartera, si  $\varphi_L > 0$  el costo marginal de la cartera se incrementa y por lo tanto el poder monopólico del banco analizado disminuye. De esta forma, no es necesario que el banco lleve a cabo una recomposición de pasivos tan alta. Esto se ve reflejado en una potencia menor de  $\alpha_2$  (figura 17, panel A). De manera similar, si  $\chi > 0$ , la figura 17, panel E muestra que el efecto sobre la cartera compensa el mayor costo por demandar depósitos, teniendo como consecuencia una menor potencia de la medida de política considerada.

Análogo a lo ya explicado, la potencia de  $\alpha_1$  sobre  $r_2^D$  disminuye ante valores mayores de  $\varphi_L$ ,  $\varphi_1$  y  $\chi$  y aumenta para  $\varphi_2$  y  $\varphi_3$ . También se tiene que el efecto de  $\alpha_2$  sobre  $r_2^D$  es más potente cuando se consideran costos sobre la escala de depósitos captados ( $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3 > 0$ ), pero es menor al considerar costos de escala sobre la cartera ( $\varphi_L > 0$ ) o conjuntos ( $\chi > 0$ ).

Finalmente se analizó la potencia de  $\alpha_1$  sobre  $r^L$ . Debido a que los resultados son análogos al análisis de la potencia de  $\alpha_2$  sobre  $r^L$ , solamente se considera el primero. La figura 18 muestra que  $\frac{\partial r^L}{\partial \alpha_1} > 0$  para todos los valores de  $\varphi_L, \varphi_1, \varphi_2, \varphi_3, \chi$  considerados: ante un aumento en los requerimientos de encaje, los mayores costos de captación implican menor disposición de recursos para otorgar créditos, que se traducen en una tasa activa más alta. Si  $\varphi_L > 0$ , el

costo marginal de otorgar créditos es más sensible y por eso la cantidad óptima de cartera no presenta cambios tan grandes como en la ausencia del costo considerado. Por lo tanto, la potencia de  $\alpha_1$  sobre  $r^L$  disminuye, ya que el poder monopólico del banco sobre el mercado de créditos también lo hace (figura 18, panel A). En el mismo orden de ideas, si se consideran costos de escala por los PSE tipo A, el costo marginal de estos depósitos causa una menor recomposición de pasivos. Por lo tanto la decisión óptima de la cartera no se va a ver afectada en la misma magnitud, y, por ende, la tasa activa no se incrementa tanto (figura 18, panel B).

Por otra parte, cuando  $\varphi_2$  ó  $\varphi_3$  son mayores a 0, el costo marginal por los otros PSE se incrementa, teniendo como consecuencia que los pasivos hacia los cuales se recompone el portafolio del banco sean más costosos. Este mayor costo es transmitido a la tasa activa debido al poder monopólico de la entidad analizada, como se observa en la figura 18, paneles C y D. En caso de haber costos de escala por depósitos y por cartera, al igual que en los casos anteriores, el efecto sobre la cartera compensa los de los depósitos. Se tiene así que la potencia de  $\alpha_1$  sobre  $r^L$  disminuye (figura 18, panel E).

## 6. Conclusiones

En este trabajo se modela el sector bancario desde la óptica de la organización industrial, reconociendo el carácter maximizador de beneficios y su respuesta racional ante los incentivos que tienen los establecimientos de crédito. Se modeló como un banco con poder monopólico en el mercado de créditos, y con poder monopsónico en los mercados de depósitos. Así, enfrenta un problema de optimización sujeto a una restricción de balance, cuya función objetivo depende de la regulación que define los encajes vigentes, su remuneración y otras variables de política. Para el caso de los agentes del sector privado se suponen formas reducidas en demanda de crédito y ofertas de depósitos.

A diferencia de otros modelos, se incluyen depósitos múltiples y un esquema de encaje diferente para uno. Se usó un modelo del tipo *Monti-Klein* (ver Klein, M. (1971), Monti, M. (1972)) con modificaciones en la estructura de las ofertas de depósitos por parte del sector privado: la oferta por cada tipo de depósitos depende tanto de la tasa de interés del mismo como de las tasas de las restantes alternativas de ahorro. De esta manera, se buscó analizar las consecuencias de modificaciones en el esquema de encajes sobre la recomposición en el balance bancario.

En línea con lo encontrado en trabajos anteriores, incrementos en los requerimientos de encaje

tienen como consecuencia un aumento en el margen de intermediación y una contracción en la oferta de crédito. Además, cuando sólo se tiene en cuenta un alza en el requerimiento de encaje de un tipo de pasivo, o una disminución en la remuneración del mismo, se generan recomposición hacia los demás. Dada la calibración utilizada, la sensibilidad ante modificaciones en la política de encaje de los PSE tipo A (cuentas de ahorro y corrientes) es mayor que la de los otros pasivos. Los resultados se pueden generalizar a  $n$  mercados de depósitos; no obstante, los resultados principales no se ven afectados.

Estos resultados no presentan cambios cualitativos ante parametrizaciones razonables. Por lo tanto se puede afirmar que el modelo es robusto en sus conclusiones dada la calibración. No obstante, se encuentra que un aumento en el requerimiento de encaje por algún tipo de pasivo genera mayores cambios si se consideran ofertas de depósitos sensibles a las tasas de interés reconocidas por las alternativas de inversión. Asimismo, si los bancos enfrentan costos asociados a la escala de su negocio por un tipo de pasivo, incrementar el requerimiento de encaje del mismo genera mayor impacto al compararse con una situación sin costos de escala.

Dado lo anterior, el modelo planteado puede servir como herramienta para estudiar el impacto de las políticas de encaje, teniendo en cuenta que éstas no son neutras en la composición del balance de los establecimientos de crédito. Sin embargo, el modelo como está planteado presenta algunas limitaciones. En particular, el hecho de que los agentes diferentes a los bancos se modelen con formas reducidas impide una mejor caracterización de la oferta de los diferentes tipos de depósitos. Adicionalmente, si se incluyera un incumplimiento en el pago de las obligaciones financieras, los bancos enfrentarían consideraciones de riesgo fundamentales para analizar otros aspectos de la estabilidad financiera. Las mejoras en el modelo para corregir éstas y otras limitaciones se dejan para trabajos futuros.

## Referencias

- Alleron, M. (1996). “Reglamentación en materia de encaje legal en diecisiete países”. Boletín del CEMLA, Vol. XLII, No. 5.
- Banco de la República. “Un instrumento para evaluar el efecto de la política monetaria sobre las variables financieras”. En *Reporte de Estabilidad Financiera* (2007, septiembre).
- Feinman, J. N. (1993). Reserve requirements: history, current practice, and potential reform. *Federal Reserve Bulletin*. Board of Governors of the Federal Reserve System (U.S.). Junio, pp. 569-589.

- Freixas, X. y Rochet, J.C. (1998). “Microeconomics of Banking”. MIT Press, Cambridge, EE.UU., 3a ed.
- Gutiérrez Rueda, J y Zamudio Gómez, N. (2008). “Medidas de concentración y competencia”. *Temas de Estabilidad Financiera del Departamento de Estabilidad Financiera del Banco de la República*, 29.
- Klein, M. (1971). “A Theory of the Banking Firm”. *Journal of Money, Credit, and Banking*, Vol. 3, pp 205-218.
- Monti, M. (1972). “Deposit, Credit, and Interest Rate Determination Under Alternative Bank Objectives”, en “Mathematical Methods in Investment and Finance”. Editado por Szego, G.P. y Shell, K.. Amsterdam North-Holland.
- Pérez Reyna, D. (2009). “Análisis de estabilidad financiera por medio del canal de crédito de consumo”. Tesis de maestría en economía. Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia.
- Reinhart, C.M. y Reinhart, V.R. (1999). On the use of reserve requirements in dealing with capital flow problems. *International Journal of Finance and Economics*. 4(1), pp. 27-54.
- Resolución Externa 3 de 2007 de la Junta Directiva del Banco de la República.
- Resolución Externa 7 de 2007 de la Junta Directiva del Banco de la República.
- Resolución Externa 5 de 2008 de la Junta Directiva del Banco de la República.
- Resolución Externa 11 de 2008 de la Junta Directiva del Banco de la República.
- Resolución Externa 2 de 2009 de la Junta Directiva del Banco de la República.
- Sellon, G. H. y Weiner, S.E. (1996). Monetary policy without reserve requirements: analytical issues. *Economic Review*. Federal Reserve Bank of Kansas City. Q IV, pp. 5-24.