

# Borradores de ECONOMÍA

El requerimiento de capital  
contracíclico en Colombia

Por: Felipe Clavijo Ramírez  
Jorge Luis Hurtado Guarín  
Oscar Fernando Jaulín Méndez  
Javier Pirateque Niño



Núm. 963  
2016



tá - Colombia - Bogotá - Colombia - Bogotá - Colombia - Bogotá - Colombia - Bogotá - Colombia - Bogotá - Colombia - Bogotá - Col



## EL REQUERIMIENTO DE CAPITAL CONTRACÍCLICO EN COLOMBIA\*

Felipe Clavijo Ramírez  
[fclavira@banrep.gov.co](mailto:fclavira@banrep.gov.co)

Jorge Luis Hurtado Guarín  
[jhurtagu@banrep.gov.co](mailto:jhurtagu@banrep.gov.co)

Oscar Fernando Jaulín Méndez  
[ojaulime@banrep.gov.co](mailto:ojaulime@banrep.gov.co)

Javier Pirateque Niño  
[jpiratni@banrep.gov.co](mailto:jpiratni@banrep.gov.co)

### Resumen

A raíz de la crisis financiera mundial de 2008, el Comité de Supervisión Bancaria de Basilea propuso la implementación del requerimiento de capital contracíclico. Para guiar las distintas fases del requerimiento sugirió la utilización de una regla basada en la diferencia entre la razón de crédito sobre PIB y su tendencia de largo plazo. En la presente investigación se aplica dicha regla para el caso colombiano y se encuentra que esta no se ajusta a los periodos de auge de crédito. Por esta razón, se construye una nueva regla a partir del indicador de intensidad de crédito, que resulta tener un buen desempeño para guiar la acumulación y desacumulación del requerimiento de capital contracíclico durante los periodos de auge de crédito en Colombia.

**Palabras claves:** Comité de Supervisión Bancaria de Basilea, regulación macroprudencial, auge de crédito, indicador de intensidad de crédito y requerimiento de capital contracíclico.

**Clasificación JEL:** C25, E44, G21, G28.

---

\* La serie Borradores de Economía es una publicación de la Subgerencia de Estudios Económicos del Banco de la República. Los trabajos son de carácter provisional, las opiniones y posibles errores son responsabilidad exclusiva de los autores y sus contenidos no comprometen al Banco de la República ni a su Junta Directiva. Los autores pertenecen al Departamento de Estabilidad Financiera del Banco de la República. Agradecemos los comentarios de Hernando Vargas, Pamela Cardozo, Esteban Gómez, Juan Carlos Mendoza, Daniel Osorio, Wilmar Cabrera, Camilo Hernández y Nicolás Torres durante el desarrollo de este proyecto.

## **1. Introducción**

En la actualidad, los entes reguladores han enfocado sus esfuerzos en el diseño e implementación de herramientas macroprudenciales encaminadas a mitigar vulnerabilidades sistémicas, con el fin de contribuir al mantenimiento de la estabilidad financiera. Este esfuerzo ha sido promovido por entidades multilaterales como el Comité de Supervisión Bancaria de Basilea (BCBS, por su sigla en inglés), que desarrolló un esquema estandarizado para guiar la regulación con respecto a algunas de estas herramientas.

Reconociendo la interacción que tienen el ciclo económico y financiero, el BCBS propuso la creación de un instrumento cuyo objetivo fuera la contención de los riesgos que se acumulan durante las etapas expansivas de los ciclos. Adicionalmente, con esto se buscaba controlar el apalancamiento, desfavorecer la prociclicidad y suavizar el ciclo del crédito. Este instrumento se denominó requerimiento de capital contracíclico (CCB, por su sigla en inglés), y ha venido siendo adoptado por varias jurisdicciones como parte de la convergencia hacia Basilea III.

En Colombia los esfuerzos para incluir consideraciones similares en la regulación macroprudencial han estado enfocados en la depuración del concepto de capital y en medidas como las provisiones contracíclicas. No obstante, estas últimas no necesariamente mitigan el comportamiento procíclico de la solvencia, como lo muestran García et al (2011), dado que no hacen parte del patrimonio técnico.

Por este motivo, el presente documento explora la factibilidad del uso de la metodología del BCBS como guía para la implementación del CCB en Colombia. De esta manera, en la siguiente sección se resume la propuesta del BCBS. Posteriormente, en la tercera sección se exponen los indicadores más importantes de la literatura sobre el tema para determinar la acumulación y desacumulación del CCB, para luego entrar a detallar la experiencia de los países que han adoptado esta herramienta. En la quinta sección se exponen los resultados de la aplicación de la regla propuesta por el BCBS para Colombia y se propone una nueva para guiar las distintas fases del CCB con base en el indicador de intensidad de crédito, la cual se ajusta mejor a los periodos de auge crediticio. Finalmente, se presentan algunas conclusiones y recomendaciones.

## **2. El Capital Contracíclico como Herramienta Macroprudencial**

La crisis financiera de 2008 mostró la necesidad de contar con herramientas macroprudenciales encaminadas a contener los riesgos sistémicos que afectan el sistema financiero. En particular, esta demostró que se debe contar con instrumentos que eviten que los requerimientos de capital se conviertan en una fuente de prociclicidad que amplifique el ciclo del crédito. Lo anterior, con el fin de que los bajos niveles de capital requerido que caracterizan a los periodos de *boom* crediticio no amplifiquen la expansión del crédito, y a su

vez, para que los mayores requerimientos de capital de fases de más alto riesgo no se traduzcan en una mayor contracción de la oferta de crédito (BCBS 2010a).

Bajo la anterior premisa, el BCBS presentó en julio de 2010 una propuesta para crear un CCB<sup>1</sup>. El objetivo de dicho requerimiento, según el BCBS, es asegurar que las entidades crediticias, en agregado, dispongan de capital para ayudar a mantener el flujo de crédito a la economía sin afectar su solvencia cuando el sistema financiero se encuentre en una situación de estrés. En adición a lo anterior, el Fondo Monetario Internacional<sup>2</sup> considera que el fin de este instrumento también es contener la formación de vulnerabilidades en el tiempo mediante la reducción de la retroalimentación entre el precio de los activos y el crédito.

Según el BCBS, los principios básicos para la aplicación del CCB corresponden a la autoridad competente en cada jurisdicción. Esta se debe encargar de monitorear el crecimiento del crédito y de valorar si dicho crecimiento es excesivo y si está generando riesgos para el sistema. La valoración deberá servir de base para decidir si el CCB se debe implementar o no, y para determinar si su valor se incrementa o se reduce en el tiempo. En cualquier caso, el CCB se establecerá en un rango entre 0% y 2,5% de los activos ponderados por nivel de riesgo (APNR) y estará compuesto por instrumentos que hagan parte del *core equity tier 1* (en Colombia equivalente al patrimonio básico ordinario)<sup>3</sup>. La aplicación de la medida se hará a nivel individual o de forma consolidada según sea determinado por las autoridades<sup>4</sup>.

En lo referente al anuncio de las medidas relacionadas con incrementos del CCB, estas se deben dar al menos con 12 meses de antelación para dar tiempo a las entidades de realizar los ajustes correspondientes. En el caso de las reducciones, estas podrán efectuarse de forma inmediata para evitar efectos sobre la oferta de crédito. En este último caso, el capital liberado podrá ser usado sin restricciones, si así lo determinan las autoridades. Por su parte, la revisión sobre la implementación del CCB ha de efectuarse de forma trimestral o con una mayor frecuencia, pese a que los comunicados de las autoridades pueden realizarse con una menor periodicidad. En cualquier caso, las decisiones que se tomen respecto al nivel del CCB deben ser basadas en un amplio rango de información respecto de las condiciones macrofinancieras y no únicamente en una regla cuantitativa fija.

Según el BCBS, el CCB se implementará de forma gradual con el capital de conservación y el requerimiento de capital para entidades sistémicamente importantes a nivel global<sup>5</sup> entre el

---

<sup>1</sup> La versión final se publicó en diciembre de 2010 en el documento llamado: *"Guidance for national authorities operating the countercyclical capital buffer"*.

<sup>2</sup> Para más información, consúltese IMF (2013).

<sup>3</sup> El BCBS también sugiere que las autoridades pueden incluir un CCB superior al 2,5% si se considera apropiado para el contexto.

<sup>4</sup> En el caso de entidades con préstamos a clientes del exterior, el requerimiento de capital contracíclico se tiene que calcular como el promedio ponderado de los niveles aplicados en cada una de las jurisdicciones a las que se encuentra expuesta la entidad.

<sup>5</sup> El capital de conservación es un requerimiento adicional propuesto por el BCBS y corresponde a un 2,5% de los APNR mientras que el requerimiento de capital para entidades sistémicamente importantes a nivel global fluctúa entre el 1% y el 3,5% de los APNR.

primero de enero de 2016 y finales de 2018, volviéndose completamente efectivo el primero de enero de 2019. De esta manera, si se fija como límite superior del CCB un 2,5% de los APNR, el primero de enero de 2016 este porcentaje debe ser de 0,625% y se debe ir incrementando año a año en 0,625 puntos porcentuales hasta alcanzar el 2,5% el primero de enero de 2019.

La información usada en la fijación del CCB debe capturar tanto la fase de expansión como la de contracción del ciclo financiero, de forma que los períodos de acumulación de riesgos estén acompañados de aumentos del CCB y los de materialización de los riesgos de disminuciones en el mismo. No obstante, según Christensen y Xiao Chen (2010) y Drehmann *et al* (2011) es improbable que una sola variable pueda anticipar los períodos de acumulación de riesgos y al mismo tiempo capturar los de materialización de los mismos, en la medida que los primeros requieren un indicador líder y los segundos un indicador contemporáneo.

A pesar de lo anterior, el BCBS fijó como punto de referencia para guiar las decisiones concernientes al CCB la desviación absoluta de la razón del crédito al PIB de su tendencia de largo plazo. Dicha medida, también conocida como brecha o *gap* del crédito, tiene la ventaja de ser de difícil manipulación por parte de las entidades y de históricamente haber demostrado ser un buen indicador líder de crisis bancarias. Sin embargo, esta metodología puede llegar a ser inadecuada en algunas ocasiones como se muestra en la siguiente sección.

### **3. Indicadores utilizados para determinar la acumulación y desacumulación del CCB**

La presente sección se divide en tres partes. La primera explica las características esenciales que, según la literatura, deben tener los indicadores utilizados para guiar las distintas fases del CCB. La segunda, presenta una descripción detallada del indicador de *gap* de crédito, el cual es el instrumento recomendado por el BCBS para guiar las decisiones respecto a la acumulación y desacumulación del CCB. Por último, se exponen indicadores adicionales que pueden ser utilizados como complemento del *gap* de crédito.

#### **3.1. Características esenciales de los indicadores utilizados para determinar la acumulación y desacumulación del CCB**

En la sección anterior se expuso que el objetivo central de implementar el uso del CCB es promover la acumulación de capital por parte de los establecimientos de crédito (EC) durante la fase de auge del ciclo financiero, de tal manera que este pueda ser utilizado en periodos de estrés y así evitar la ocurrencia de un *credit crunch* en la economía. Partiendo de esto y siguiendo a Drehmann *et al.* (2011) y a Castro *et al.* (2014), los indicadores que se utilicen para guiar el comportamiento del CCB deben tener las siguientes características:

- a. Identificar las diferentes fases del ciclo financiero.** El indicador debe estar en la capacidad de enviar señales para identificar los periodos de auge y estrés en el ciclo

financiero, de tal manera que el regulador pueda exigir a los EC la acumulación de capital durante tiempos de auge y la utilización del mismo en episodios de crisis.

- b. Debe hacer posible la creación de una regla cuantitativa, ser transparente y no ser costoso de implementar en términos regulatorios.** El indicador utilizado debe guiar las fases del CCB a través de una regla, de tal manera que su comportamiento no esté sujeto a decisiones e influencias políticas. Pese a lo anterior, hay que tener presente que ninguna regla establecida es capaz de capturar en su totalidad la dinámica compleja del ciclo financiero, por lo que siempre será necesario complementarla con opiniones subjetivas de expertos que no presenten conflictos de interés en sus juicios. La regla debe ser aplicable y comparable a lo largo del tiempo. Adicional a lo anterior, el indicador debe ser completamente transparente, es decir, fácil de calcular, replicar e interpretar, con el fin de facilitar la comunicación con el público en general. Finalmente, la implementación de la regla del indicador debe poder integrarse de forma sencilla con el marco regulatorio vigente, para lo cual el CCB se expresa como porcentaje de los APNR, de tal manera que se constituya como un valor adicional al nivel mínimo regulatorio de solvencia.
- c. Asegurar que el tamaño del CCB acumulado sea suficiente para cubrir las pérdidas cuando estas se materialicen.** La regla cuantitativa definida debe llevar a un nivel de acumulación de CCB que sea suficiente para cubrir las pérdidas en los episodios de estrés, pero que no sea excesivo, pues puede llegar a afectar la eficiencia del sistema.
- d. Ser estable y no ser susceptible de arbitraje regulatorio.** La estabilidad hace referencia a que las señales que envía el indicador no deben cambiar drásticamente en periodos cortos de tiempo. El segundo aspecto se refiere a que el indicador debe ser difícil de manipular para cualquier EC, incluso para aquellos que también operan en el exterior.

### **3.2. Crédito sobre PIB (CP): definición, fortalezas y desventajas**

La relación CP es una medida que permite evaluar el desempeño del endeudamiento con respecto a la actividad económica, razón por la cual no está influenciada por el ciclo normal de la demanda de crédito (Drehmann et al, 2010). Además, al ser un indicador que incluye al crédito, refleja directamente el objetivo principal del CCB de proteger el sector bancario de las vulnerabilidades adquiridas luego de períodos de crecimiento excesivo del crédito (BCBS 2010). En esta sección se expone la definición de la relación CP y la desviación respecto a su tendencia de largo plazo (*gap* de crédito).

Siguiendo a la Junta Europea de Riesgo Sistémico (ESRB por su sigla en inglés), la relación CP debe ser calculada usando una medida amplia de crédito al sector privado no financiero. Esto implica que la medida de crédito abarca tanto la deuda otorgada a los hogares como al sector

corporativo no financiero, y excluye los préstamos a entidades del sistema financiero y al sector público. Adicionalmente, también debe incluirse la deuda no bancaria que se usa para fondear a los hogares (e.g. sector cooperativo) y firmas (e.g. bonos).

Una vez calculado el crédito del sector privado no financiero, el BCBS (2010) propone seguir los siguientes pasos para definir el nivel del CCB:

- Calcular la relación CP de la siguiente manera:

$$CP_t = \frac{Credito_t}{PIB_t}$$

Donde el PIB es el Producto Interno Bruto anualizado en un tiempo t. Tanto el crédito como el PIB son datos trimestrales en términos nominales.

- Luego de tener la serie de CP, se calcula la tendencia de largo plazo usando un filtro de Hodrick y Prescott (HP) *one-sided* con un parámetro de suavizamiento (lambda) de 400.000<sup>6</sup>. Para cada momento del tiempo la estimación de la tendencia de largo plazo se hace de manera recursiva usando la información de los períodos anteriores. Es decir, si se tiene una serie desde 1991 hasta 2008, la tendencia de largo plazo calculada para el cuarto trimestre de 1996 se hace usando información desde el primer trimestre de 1991 hasta el cuarto trimestre de 1996. De esta forma, la estimación de la tendencia en un cierto período no cambia a medida que se incluyen nuevos datos.
- Posteriormente, se define el *gap* de crédito como la diferencia entre el valor de la relación CP y la tendencia de largo plazo estimada:

$$gap_t = CP_t - Tendencia_t$$

- Finalmente, el BCBS propone una relación entre el nivel del *gap* y el CCB. La relación implica que cuando el *gap* se encuentre por debajo de un umbral (L) el CCB es de 0%. Si se encuentra entre L y un umbral máximo (H), el CCB se incrementa linealmente hasta el 2,5% (BCBS, 2010). Por encima de H, el requerimiento toma el valor de 2,5% de los APNR. Se proponen unos valores de 2,0% y 10,0% para L y H, respectivamente.

Si bien esta es la propuesta del BCBS, la literatura ha reconocido que la metodología tiene ventajas y desventajas que deben ser consideradas al momento de ser aplicada. A continuación se presenta un resumen de ellas.

---

<sup>6</sup> Para datos trimestrales es usual usar un parámetro de suavizamiento de 1.600. Sin embargo, para ciclos con duraciones más grandes, como en el caso de los ciclos del crédito, se puede considerar un nivel de suavizamiento más elevado. Drehmann et al (2010) afirman que un lambda de 400.000 tiene un buen desempeño al momento de estimar la tendencia de largo plazo.

### 3.2.1 Fortalezas

En la sección anterior, se describieron las características que debe tener un buen indicador para servir de ancla para el CCB. A este respecto, se ha encontrado evidencia de que el *gap* de crédito cumple con la mayoría de las cualidades descritas, especialmente para economías desarrolladas.

En Borio y Lowe (2002) se destaca el buen desempeño del *gap* de crédito para predecir crisis bancarias, tanto individualmente como en un indicador compuesto. De forma similar, Drehmann y Tsatsaronis (2014) demuestran que la medida registra con anticipación la posible ocurrencia de una crisis, incluso de mejor manera que otros indicadores sugeridos en la literatura, tanto para economías avanzadas como para algunas economías emergentes. Adicionalmente, la facilidad del cálculo y el uso de variables ampliamente conocidas por los hacedores de política, hacen que el indicador sea fácilmente interpretable, tanto por las autoridades como por las entidades crediticias. Finalmente, se destaca que el comportamiento del *gap* de crédito es estable.

El indicador propuesto por Basilea ha resultado tener un amplio uso a nivel internacional, y sus ventajas de predicción por sobre otros indicadores lo han catalogado como la mejor medida individual para señalar la activación del CCB en la Unión Europea (Detken et al 2014).

### 3.2.2 Desventajas

La metodología de estimación de la tendencia de largo plazo y problemas asociados con la construcción de la relación CP dejan ver algunas debilidades del indicador. Por un lado, como lo mencionan Mendoza y Terrones (2008), cuando el PIB y el crédito tienen dinámicas distintas debido, entre otras, a la profundización financiera, la razón CP puede enviar señales erróneas sobre el ciclo financiero.

Asimismo, las revisiones que se hacen, en mayor medida, al PIB en períodos posteriores a su publicación inicial deterioran la habilidad predictiva de la metodología. Sin embargo, según Drehmann y Tsatsaronis (2014), existe evidencia a nivel mundial que prueba que estas revisiones no tienen un impacto tan alto en la estimación del *gap* de crédito como el que tienen las debilidades asociadas a la metodología de estimación de su tendencia de largo plazo. En particular, los autores reconocen que existen dos problemas potenciales en el cálculo de dicha tendencia tal y como la propone el BCBS. En primer lugar, está el problema que tiene que ver con la estabilidad del resultado del filtro a medida que nuevos datos se incluyen. En segundo lugar, están los problemas asociados a cambios estructurales en la serie que no son incorporados en el filtro.

El filtro de HP sufre del conocido problema del punto final. Este problema ocurre cuando la tendencia estimada en el último punto de observación varía con respecto a la estimada con un HP *two-sided* (i.e. usando toda la muestra) a medida que se incluyen nuevos datos. Dado que el BCBS propone usar el HP de manera recursiva, es claro que la tendencia es estimada con



base en puntos finales<sup>7</sup>. Otros estudios han encontrado que los valores iniciales de la serie usada pueden afectar significativamente el cálculo (Gersl y Sidler 2012, Drehmann y Tsatsaronis 2014).

El problema de los cambios estructurales de la serie es una debilidad más delicada. Un cambio estructural en la dinámica de una serie solo será recogido por la tendencia de largo plazo de manera gradual, puesto que el parámetro de suavizamiento es elevado y la metodología es recursiva. Por ejemplo, en España se registró un incremento en el endeudamiento desde finales de los años 90 hasta 2007 debido, en parte, a que la economía ingresó a la unión europea. Por lo tanto, dicho aumento no necesariamente constituye un incremento de la vulnerabilidad financiera del país, sino un ajuste hacia un nuevo equilibrio (Castro *et al* 2015). En este caso, el filtro de HP estima una tendencia de largo plazo que se encuentra, durante más de una década, por debajo de la relación CP. Así las cosas, el *gap* de crédito señalaría un posible riesgo y activaría el CCB por un período considerable de tiempo, limitando un crecimiento de crédito favorable para la economía y restringiendo el comportamiento del mercado financiero.

Dadas las debilidades anteriormente mencionadas, la literatura ha sido insistente en la necesidad de usar otros indicadores que complementen el análisis desarrollado con el *gap* de crédito, así como el carácter subjetivo del hacedor de política.

### 3.3. Indicadores adicionales

Según Castro *et al.* (2014) las decisiones que tomen las autoridades sobre el CCB pueden complementarse con el análisis de indicadores diferentes al *gap* de crédito. De hecho, como se presentó en el numeral anterior, este último indicador no exhibe un buen desempeño como guía del CCB para algunos países, debido principalmente a cambios estructurales (ESRB 2014). Por lo anterior, Drehmann *et al.* (2011) y Castro *et al.* (2014) proponen la utilización de los siguientes indicadores, los cuales brindan información útil en la toma de decisiones sobre el CCB. En el presente documento se clasificaran dichos indicadores en cuatro grandes categorías:

**a. Macroeconómicos:** este tipo de indicadores tienen la ventaja de que son inmunes a la manipulación por parte de los EC y que las series de las variables que los componen están disponibles en la mayoría de países y para un periodo largo de tiempo. Los indicadores identificados son:

- I. La brecha del producto a precios constantes y el crecimiento real anual del PIB. Cabe recordar que el ciclo real y financiero no están completamente sincronizados.

---

<sup>7</sup> Al usar toda la muestra, la tendencia estimada es más precisa. El hecho de que la tendencia estimada con el HP *one-sided* varíe considerablemente respecto al cálculo del HP *two-sided* hace que el *gap* de Basilea sea poco efectivo para ser usado como guía del CCB. Para más información sobre este problema puede consultar Orphanides y Van Norden (2002). No obstante, existe evidencia de que si bien es un problema, la capacidad predictiva del *gap* de crédito de Basilea no se pierde completamente. Ver por ejemplo Drehmann *et al* (2011) y Van Norden (2011).

- II. Crecimiento real anual del endeudamiento del sector privado (empresas y hogares) incluyendo todas las fuentes de fondeo y no solo los préstamos de los EC. Como generalmente el endeudamiento del sector privado tiende a acelerarse durante tiempos de auge y a decrecer durante las crisis, también resulta útil calcular las desviaciones del crecimiento del crédito de su tendencia de largo plazo. Cabe anotar que se aconseja excluir del análisis el crédito a entidades públicas debido a su carácter contracíclico.
- III. Diferencia entre el crecimiento real anual del crédito a agentes privados no financieros y el crecimiento real anual del PIB. Este indicador identifica episodios en los que el crédito está acelerándose o contrayéndose a un ritmo excesivo relativo al del PIB.
- IV. Indicador de intensidad del crédito calculado como la razón entre el cambio anual en la deuda del sector privado no financiero y el PIB anualizado. Este indicador intenta mostrar en qué medida el gasto en la economía está siendo financiado por nueva deuda, por tanto, periodos prolongados de aumentos del indicador podrían reflejar niveles insostenibles de gasto.
- V. El crecimiento anual de M2 como medida alternativa del ciclo financiero.
- VI. Los precios de los activos, en particular los de vivienda, tienden a exhibir fuertes crecimientos antes de la ocurrencia de eventos sistémicos en el sector bancario y a decrecer a un ritmo acelerado durante periodos de estrés. Dado lo anterior, se recomienda tomar en cuenta la tasa de crecimiento real anual de los precios de los instrumentos de renta variable y de la vivienda. Al igual que con el crecimiento del endeudamiento privado, se pueden considerar desviaciones de estas variables de su tendencia de largo plazo.
- VII. La evolución del déficit en cuenta corriente. Este indicador es importante debido a que empíricamente se ha encontrado que cuando el crédito crece a tasas considerablemente mayores a las del PIB, el consumo y la inversión se incrementan de tal forma que el ahorro doméstico no es suficiente para financiar el aumento. En respuesta a lo anterior, algunos de los recursos faltantes se buscan en fuentes externas, causando un aumento en el déficit de cuenta corriente.
- VIII. Indicadores de carga financiera del sector privado, como por ejemplo las razones de deuda a ingreso y gastos financieros sobre ingresos. Altos niveles de estos indicadores están asociados con mayores probabilidades de impago, lo cual comúnmente precede las crisis financieras.

**b. Desempeño del sector bancario:** medidas agregadas del desempeño del sector bancario tienden a correlacionarse con los ciclos real y financiero. En periodos de auge donde se registran altos niveles de rentabilidad, los EC suelen incrementar la oferta de crédito y asumir mayores riesgos. A su vez, condiciones económicas positivas están asociadas con menores niveles de morosidad y mayores niveles de utilidades retenidas; escenario que reduce sustancialmente los costos de acumulación de colchones de capital. Los indicadores identificados son:

- I. Crecimiento real anual de las utilidades de los EC.
  - II. Indicadores de riesgo de crédito como el indicador de calidad por riesgo (ICR), el de calidad por mora (ICM) y el crecimiento de las provisiones. Estos son útiles debido a que comportamientos tendenciales de sus niveles dan señales importantes sobre el ciclo financiero.
- c. **Costos de fondeo:** por lo general, en épocas de auge económico el costo de endeudamiento de los agentes se reduce y viceversa. Los siguientes son indicadores que intentan caracterizar el ciclo financiero a través de la evolución del costo de fondeo de los agentes:
- I. Promedio de los *Credit Default Swaps* de los EC más grandes del país. Este es un indicador de las vulnerabilidades en el sector bancario, pues refleja la percepción que tiene el mercado sobre el riesgo de *default* de alguna entidad.
  - II. Tasas del mercado monetario interbancario. Este es un indicador del costo de fondeo de los bancos en el corto plazo. En tiempos previos a las crisis financieras estas variables tienden a incrementarse, por lo cual son consideradas ideales para indicar la transición de periodos de auge a aquellos de estrés.
  - III. *Spread* entre el *yield* de los bonos corporativos calificados BBB y los bonos del gobierno. Comúnmente, en épocas de *boom* económico este *spread* suele reducirse, mientras que en épocas de crisis suele ampliarse rápidamente.
- d. **Análisis conjunto de riesgos:** los indicadores que evalúan de manera conjunta la exposición al riesgo y vulnerabilidad del sistema financiero han mostrado ser muy útiles para enviar señales de alerta temprana sobre episodios de fragilidad. Los principales indicadores utilizados para realizar un análisis conjunto de riesgos son:
- I. Índice de estabilidad financiera. Este índice determina el nivel de estrés contemporáneo de los establecimientos de crédito.
  - II. Indicador de riesgo sistémico. Con este indicador es posible medir el grado de volatilidad o de desbalance, o ambos, que presentan los distintos mercados de la economía, tanto de manera individual como conjunta.

El ESRB (2014) clasifica los indicadores anteriormente expuestos según la fase del CCB en la cual deberían ser utilizados. De esta manera, recomienda que para la fase de acumulación se utilicen los indicadores macroeconómicos y de desempeño del sector bancario, mientras que para la fase de desacumulación sugiere utilizar un complemento entre los indicadores de costos de fondeo, los de análisis conjunto de riesgos y las opiniones de los expertos.

#### 4. Experiencia Internacional

Después de la publicación de las directrices para la implementación del CCB por parte del BCBS, muchos países han avanzado en la adopción de este como medida macroprudencial y, aunque la mayoría convergen a los lineamientos sugeridos por el BCBS, se encuentran algunas diferencias entre jurisdicciones.

La diferencia principal entre los distintos países que han adoptado el CCB es el conjunto de indicadores que utilizan para definir las fases de acumulación o desacumulación. En general, y siguiendo las sugerencias del BCBS, el indicador principal que guía la regla de activación del CCB en los países que lo han implementado es el *gap* de crédito. Sin embargo, dicho indicador se complementa con medidas diversas que pretenden mostrar si el crédito se encuentra en un momento de expansión excesiva, como precios de activos, la carga financiera de los hogares o de las firmas, el riesgo de crédito, entre otros.

Una segunda diferencia en las formas de implementación del CCB es el ámbito de aplicación del mismo. En algunos países el requerimiento de capital contracíclico no cubre solo las exposiciones locales de los bancos, sino también las que estos tienen con otras jurisdicciones y, de esta forma, se exige la acumulación de un CCB por exposición a extranjeros. Este CCB es un requerimiento a nivel de entidad y se calcula, generalmente, como el promedio ponderado de los CCB que exigen los países a los que el banco está expuesto.

Por otra parte, la mayoría de países ha seguido las sugerencias del BCBS con respecto al rango del CCB, que se ha establecido entre 0% y 2,5% de capital en relación a los APNR<sup>8</sup>. Actualmente, los niveles requeridos del CCB son de 0% en la mayor parte de los países, con excepción de Hong Kong que estableció un nivel de 0,625% desde enero de 2016 y Noruega y Suecia con un requerimiento de 1,5% desde junio de 2016<sup>9</sup>.

En Latinoamérica, Perú, Brasil, Argentina y México adoptaron el CCB y en la actualidad el requerimiento es de 0% en estos países. Cabe señalar que Perú diseñó una regulación que se diferencia significativamente de la propuesta del BCBS. En particular, la regla de activación del CCB en Perú es la misma que la del componente cíclico de las provisiones, que depende del ciclo económico y no del ciclo del crédito<sup>10</sup>.

En el Cuadro 1 se presenta un resumen de las generalidades de la regulación de los países que han implementado el CCB. En Colombia no se ha implementado el CCB, sin embargo existe un modelo de provisiones que incorpora elementos contracíclicos. De acuerdo con la

---

<sup>8</sup> Las definiciones de capital y APNR varían dependiendo de la jurisdicción.

<sup>9</sup> Recientemente, estos países anunciaron incrementos en el capital contracíclico. En el caso de Hong Kong, el requerimiento será de 1,25% a partir de enero de 2017 y en Suecia se anunció un CCB del 2% efectivo desde marzo de 2017. Por otro lado, República Checa estableció un nivel de 0,5% aplicable a partir de enero de 2017 e Islandia uno de 1,0% que empezará a regir desde marzo de 2017.

<sup>10</sup> La resolución que reglamenta el CCB en Perú no establece un límite explícito para el mismo. Para más detalle sobre la regulación del CCB en este país, véase la Resolución No. 8425 de 2011 de la Superintendencia de Banca, Seguros y Administradoras Privadas de Fondos de Pensiones del Perú.

Superintendencia Financiera de Colombia (SFC), este modelo busca que las entidades constituyan un valor de provisiones mayor en épocas de buen desempeño crediticio con el fin de mitigar el impacto que se produce en el estado de resultados cuando este desempeño es adverso<sup>11</sup>. De esta forma, la mayor estabilidad en el gasto por provisiones se traduce en una menor posibilidad de que las entidades reduzcan la oferta de crédito. Este mecanismo se activa o desactiva dependiendo de algunos indicadores de desempeño propios de cada entidad<sup>12</sup>. A diciembre de 2015, los establecimientos de crédito acumularon provisiones contracíclicas por COP 2,9 billones que, en términos de solvencia, equivale a 0,6% de los activos ponderados por riesgo de crédito y mercado<sup>13</sup>.

---

<sup>11</sup> Para más información véase el capítulo II de la Circular Básica Contable y Financiera de la SFC.

<sup>12</sup> Para mayor información sobre la implementación de estas medidas en Colombia, véase el recuadro 5 del *Reporte de Estabilidad Financiera* de septiembre de 2015.

<sup>13</sup> En Colombia, la relación de solvencia se calcula como la razón entre el patrimonio básico y la suma entre los activos ponderados por riesgo de crédito y una corrección por riesgo de mercado (100/9 de una medida de Valor en Riesgo). Para mayor información léase la Circular Básica Contable y Financiera de la Superintendencia Financiera de Colombia.

### Cuadro 1. Países que han adoptado el CCB y generalidades de la regulación

País	Fecha de aplicación	Rango del CCB	Nivel actual (o primera implementación)	Indicadores	Entidades a las que aplica	Observaciones
Alemania	01/01/2016	0% - 2.5%	0,000%	Gap de crédito y juicio de expertos.	Instituciones de crédito	El CCB por las exposiciones en otras jurisdicciones se calcula como la suma ponderada de los CCB de los países a los que la entidad financiera esté expuesta.
Arabia Saudita	01/01/2016	0% - 2.5%	0,000%	Gap de crédito.	Bancos	El CCB por las exposiciones en otras jurisdicciones se calcula como la suma ponderada de los CCB de los países a los que la entidad financiera esté expuesta.
Argentina	01/04/2016	0% - 2.5%	0,000%	n.d.	Entidades financieras	Los requerimientos se deben cumplir tanto de forma individual como consolidada. El CCB por las exposiciones en otras jurisdicciones se calcula como la suma ponderada de los CCB de los países a los que la entidad financiera esté expuesta.
Australia	01/01/2016	0% - 2.5%	0,000%	Promedio ponderado de los CCB que aplican las autoridades extranjeras donde la entidad esté expuesta al riesgo de crédito.	Instituciones locales captadoras de depósitos	Los CCB los determina la APRA a nivel de entidad con 12 meses de anticipación si lo va a incrementar.
Bélgica	01/07/2016	n.d.	0,000%	n.d.	n.d.	
Brasil	01/01/2016	0%-0.625%	0,000%	n.d.	Instituciones financieras y otras bajo licencia del Banco Central de Brasil	Desde enero de 2017 el máximo valor del CCB será 1.25%, desde enero de 2018 será 1.875% y desde enero de 2019 será 2.5%.
China		0% - 2.5%	n.d.	n.d.	Bancos comerciales	El requerimiento se hace a cada banco comercial, según corresponda.
España	01/07/2016	0% - 2.5%	0,000%	Gap de crédito, razón del crédito a PIB, intensidad del crédito, precios de la vivienda, endeudamiento del sector privado no financiero e imbalances externos.	n.d.	
Estados Unidos	21/12/2015	0% - 2.5%	0,000%	Gap de crédito, precios de activos, indicadores de liquidez, spreads de fondeo, encuestas de condiciones de crédito, entre otros.	Advanced approaches banks (bancos con activos consolidados de US 250 mm o con una exposición de US 10 mm de su balance a extranjeros)	Los bancos con operaciones en otros países deben acumular un CCB que se calcula como el promedio ponderado de los CCB que requieren las jurisdicciones donde tenga exposición la entidad. El CCB lo determinan, en conjunto, la Federal Reserve Board, Office of the Comptroller of the Currency y Federal Deposit Insurance Corporation.
Francia	30/12/2015	0% - 2.5%	0,000%	Gap de crédito y juicio de expertos.	Instituciones de crédito y firmas de financiamiento e inversión	
Hong Kong SRA	01/01/2016	0% - 0.625%	0,625%	Gap de crédito, precios de vivienda y arrendamiento, spread del mercado interbancario y calidad promedio de los créditos	Instituciones autorizadas por la autoridad monetaria	Desde enero de 2017 el máximo valor del CCB será 1.25%, desde enero de 2018 será 1.875% y desde enero de 2019 será 2.5%. La autoridad monetaria anuncia el CCB cada trimestre.
India	02/02/2015	0% - 2.5%	0,000%	Gap de crédito y crecimiento de la cartera morosa bruta (Gross non-performing advances)	Sector bancario local, tanto a nivel individual como consolidado	Los bancos con operaciones en otros países deben acumular un CCB que se calcula como el promedio ponderado de los CCB que requieren las jurisdicciones donde tenga exposición la entidad. Por lo menos cada dos meses se anuncia el nivel del CCB.
Indonesia	23/05/2016	n.d.	0,000%	Gap de crédito	n.d.	
Italia	01/01/2016	n.d.	0,000%	Gap de crédito	Bancos y firmas de inversión	La medida aplica a nivel individual y consolidado.
Japón	31/03/2016	n.d.	0,000%	n.d.	n.d.	
Korea	31/03/2016	n.d.	0,000%	Gap de crédito y condiciones macroeconómicas	Bancos y holdings que incluyen bancos	
Luxemburgo	01/07/2016	n.d.	0,000%	n.d.	n.d.	
México	07/04/2016	n.d.	0,000%	n.d.	Instituciones de crédito	El CCB por las exposiciones en otras jurisdicciones se calcula como la suma ponderada de los CCB de los países a los que la entidad financiera esté expuesta.
Noruega	30/06/2016	0% - 2.5%	1,500%	Gap de crédito y otros indicadores	Bancos comerciales	El nivel del CCB que deben mantener los bancos se anuncia cada trimestre
Países Bajos	12/04/2016	n.d.	0,000%	n.d.	n.d.	
Perú	20/07/2011	n.a.	0,000%	Crecimiento del PIB	Empresas de operaciones múltiples y empresas especializadas, según la definición de la Ley General.	Cada entidad debe calcular su CCB y reportarlo de forma mensual, cuando el CCB esté activado. Esta regla se activa de la misma forma que la de las provisiones proclíticas.
Reino Unido	05/07/2016	0% - 2.5%	0,000%	Gap de crédito	Instituciones con permiso para llevar a cabo actividades reguladas por la FSA (Financial Services Authority)	El nivel del CCB que deben mantener los bancos se anuncia cada trimestre
Rusia	01/01/2016	n.d.	0,000%	n.d.	Instituciones de crédito	Para 2016 el Banco de Rusia determinó que el CCB sería 0%
Singapur	01/01/2017	0% - 0.625%	0,000%	Gap de crédito	Bancos locales a nivel individual y consolidado	Desde enero de 2017 el máximo valor del CCB será 1.25%, desde enero de 2018 será 1.875% y desde enero de 2019 será 2.5%. Los bancos deben acumular un CCB equivalente al promedio ponderado de los CCB de las jurisdicciones a las que se encuentra expuesto.
Suecia	27/06/2016	0% - 2.5%	1,500%	Gap de crédito, evolución de la deuda corporativa y de los hogares, precios de vivienda en relación al ingreso disponible, déficit en cuenta corriente y déficit fiscal como porcentaje del PIB, relación de Tier1/activo, intereses de la deuda de los hogares/ingreso disponible de los hogares y precios reales de las acciones.	Instituciones crediticias, firmas de inversión y algunas compañías que administran fondos	
Suiza	16/02/2016	0% - 2.5%	0,000%	Agregados de crédito en relación al PIB.	Bancos	Existe un CCB sectorial, que en enero de 2014 se estableció en 2% para los créditos para compra de vivienda en el país.
Turquía	01/01/2016	n.d.	0,000%	n.d.	n.d.	

Fuentes: Banco de Pagos Internacionales (BIS) y regulación de cada país.

## 5. Metodología para el caso colombiano

En esta sección se exponen los principales resultados de la metodología propuesta por el BCBS aplicada al caso colombiano, así como sus principales debilidades. Luego se propone una regla usando el indicador de intensidad, que ofrece una mejor capacidad predictiva de episodios de auge de crédito de la economía colombiana.

### 5.1. Estimación del CCB mediante el uso de la metodología del BCBS

Para el cálculo del *gap* propuesto por el BCBS se definió como crédito al saldo de la cartera bruta total otorgada por los establecimientos de crédito<sup>14</sup> entre junio de 1990 y diciembre de 2015, luego de lo cual se calculó la razón entre el crédito y el PIB. Posteriormente, se estimó la tendencia de largo plazo usando el filtro de HP (*one-sided*) con un parámetro de suavizamiento de 400.000, para finalmente calcular el *gap* de crédito y el CCB.

En el Gráfico 1 se muestran los resultados del ejercicio. Como se puede apreciar en el Panel A, la razón de crédito sobre PIB estuvo por debajo de su tendencia de largo plazo desde mediados de 1998 hasta principios de 2006, luego de lo cual ha estado por encima de esta. Como consecuencia de lo anterior, el *gap* de crédito es negativo durante cerca de 8 años y a partir de allí se vuelve positivo con tendencia creciente (Panel B). Así, la regla de activación del CCB establece que este debe empezar a acumularse a partir de diciembre de 2006, período en el cual el *gap* supera el umbral mínimo de 2%. Cabe resaltar, que a junio de 2015 el *gap* de crédito se encontraba en su nivel máximo (8,5%) y asimismo lo estaría el CCB (2,0%).

Para observar si el *gap* y la acumulación del CCB preceden épocas de posible auge de crédito, los resultados se contrastan con los episodios identificados en Guarín *et al* (2012) (áreas sombreadas del Panel B<sup>15</sup>). Se puede apreciar que la regla sugerida por Basilea coincide con el período de 2007-2008<sup>16</sup>, pero no identifica el 1997-1998 que precedió la crisis financiera. La regla, además, indica que el CCB debe continuar activado incluso después del último auge.

---

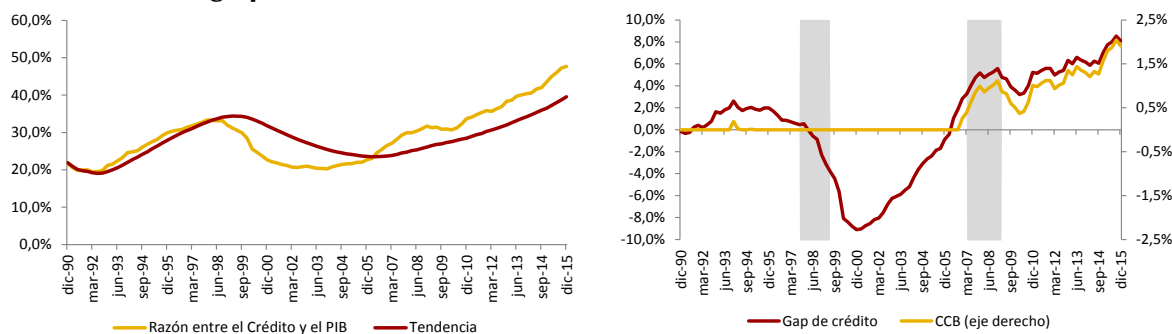
<sup>14</sup> No se utiliza la serie del endeudamiento total de los agentes privados no financieros debido a que esta se encuentra disponible desde diciembre de 2002 y por tanto, no identifica la crisis de finales de los noventa. Sin embargo, comparando la serie con la utilizada en este documento se encuentra que ambas exhiben un comportamiento similar (Anexo 1).

<sup>15</sup> Los episodios de auge de crédito se identificaron usando el componente cíclico del crédito *per-cápita*. Los períodos de auge son dos: i). Entre el cuarto trimestre de 1997 y el primer trimestre de 1999, ii). Entre el segundo trimestre de 2007 y el cuarto trimestre de 2008.

<sup>16</sup> Por disponibilidad de información, no se toman en cuenta períodos de auge que pudiesen haber existido antes de 1995.

## Gráfico 1. Metodología BCBS aplicada a Colombia con parámetro de suavizamiento de 400.000

**Panel A. Razón de crédito sobre PIB y su tendencia de largo plazo**      **Panel B. Gap de Crédito y CCB**



Fuentes: Superintendencia Financiera de Colombia y DANE; cálculos del Banco de la República.

El nivel consistentemente positivo del *gap* de crédito desde comienzos del segundo semestre de 2006, puede estar asociado al cambio estructural que experimentó el sistema financiero luego de la crisis de finales de la década de los noventa. Como mencionan Gómez et al (2012), el resultado de esta crisis fue la introducción de varias reformas para proteger la estabilidad del sistema, las cuales incluían, entre otras, la limitación del riesgo cambiario y la introducción de un nuevo sistema de administración de riesgo. Lo anterior estuvo acompañado de una consolidación de los procesos de fusión y adquisición y una disminución de la cantidad de entidades de crédito en el sistema, así como un menor nivel de especialización y por tanto una recomposición del crédito.

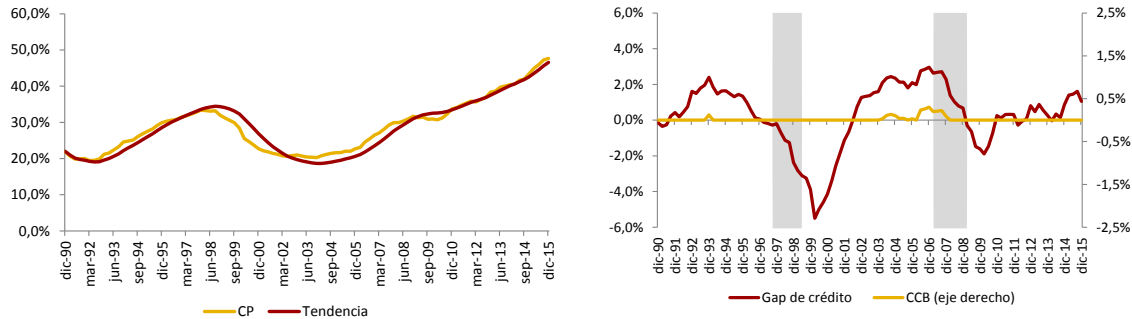
Asimismo, como se mencionó anteriormente, una de las debilidades del filtro de Hodrick y Prescott cuando se utiliza un parámetro de suavizamiento alto reside en que la tendencia de largo plazo captura muy lentamente los cambios estructurales. En efecto, este parece ser el caso al aplicar la metodología al sistema financiero colombiano, pues la tendencia de largo plazo del crédito como proporción del PIB se ubica sistemáticamente por debajo del nivel observado. Cabe destacar que la estimación de la tendencia de largo plazo es susceptible a la elección de dicho parámetro de suavizamiento.

Para ilustrar lo anterior, se realizó un nuevo ejercicio que sigue las recomendaciones de la literatura en cuanto al tratamiento de series trimestrales, en el que se usa un parámetro de suavizamiento de 1.600. En este caso, el *gap* de crédito no muestra un comportamiento persistente, en el sentido de que las desviaciones tienen una mayor fluctuación. Por este motivo, los períodos de activación del CCB son menos prolongados que en el caso del parámetro de suavizamiento propuesto por el BCBS. Dado que la razón de crédito sobre PIB es más cercana a su tendencia de largo plazo, los niveles de CCB que se obtendrían también serían menores al caso anteriormente mencionado. En este ejercicio el CCB se acumula antes del período de auge de inicios de 2007, pero no captura el episodio registrado antes de la crisis de 1998-1999 (Gráfico 2, paneles A y B).



## Gráfico 2. Metodología BCBS aplicada a Colombia con parámetro de suavizamiento de 1.600

**Panel A. Razón de crédito sobre PIB y su tendencia de largo plazo**      **Panel B. Gap de Crédito y CCB**

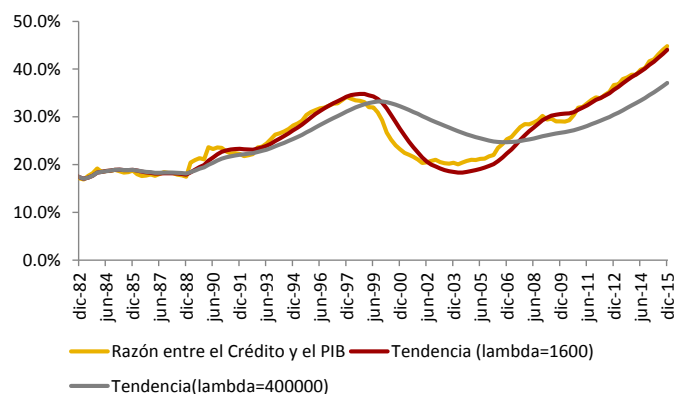


Fuentes: Superintendencia Financiera de Colombia y DANE; cálculos del Banco de la República.

Con el fin de incorporar más información, y de esta forma mejorar la estimación del ciclo y la tendencia del crédito, y a su vez identificar el período de auge de crédito de finales de la década de los noventa, se toma la serie de cartera neta desde marzo de 1982<sup>17</sup>. Al usar un parámetro de suavizamiento de 400.000, la metodología sugiere la activación del CCB antes del primer episodio identificado de auge de crédito, lo cual no ocurre al tomar la serie desde junio de 1990. Por su parte, el ejercicio con parámetro de suavizamiento de 1.600 presenta un comportamiento muy similar al de la serie corta, sin lograr activar el CCB antes del episodio de auge de finales de la década del noventa. Se destaca que en ambos casos se activa el CCB de forma contemporánea durante el episodio de principios de 2007. Igualmente, a comienzos de 1990 ambas metodologías sugieren que hubo un exceso de crédito, por lo cual el nivel del CCB es positivo.

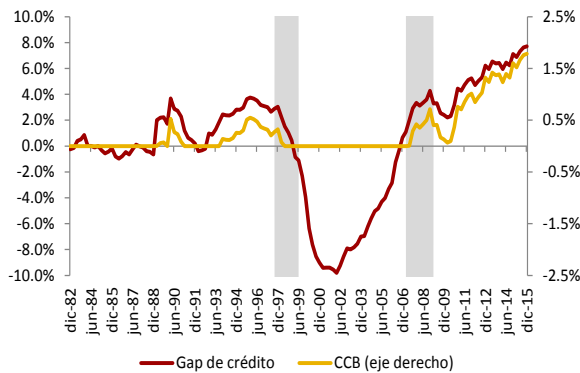
## Gráfico 3. Metodología BCBS aplicada a Colombia con información desde marzo de 1982

**Panel A. Series y tendencia con diferentes parámetros de suavizamiento**

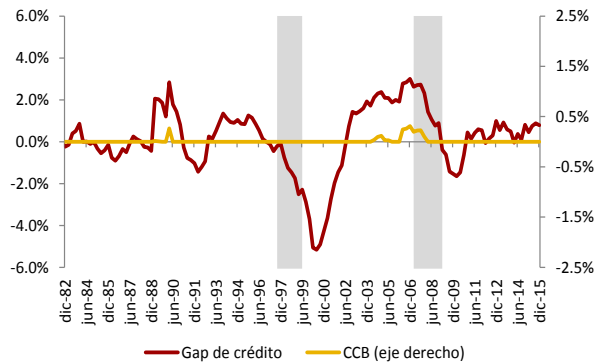


<sup>17</sup> A pesar de que la metodología sugiere la utilización de la cartera bruta, se utiliza la cartera neta debido a la no disponibilidad de la información de las provisiones. En cualquier caso, entre el segundo trimestre de 1990 y el tercer trimestre de 2015, el coeficiente de correlación entre ambas series es muy cercano a uno (0,9998).

**Panel B. Gap de Crédito y CCB (parámetro de suavizamiento de 400.000)**



**Panel C. Gap de Crédito y CCB (parámetro de suavizamiento de 1.600)**



Fuentes: Superintendencia Financiera de Colombia y DANE; cálculos del Banco de la República.

## 5.2. Regla de activación del CCB

Tal y como se analizó anteriormente, el indicador del *gap* de crédito parece no ser el más adecuado para guiar el comportamiento del CCB en Colombia. Por tanto, en la presente subsección se evalúa el desempeño de algunos de los indicadores expuestos en la sección 3, los cuales se calcularon con una periodicidad trimestral para el periodo comprendido entre marzo de 1995 y diciembre de 2015, y se presentan en el Cuadro 2<sup>18</sup>.

Con el objetivo de evaluar el poder de predicción de cada uno de los indicadores propuestos sobre los períodos de auge crediticio en Colombia, se utiliza el análisis de la curva ROC (sigla en inglés para característica operativa del receptor). La curva ROC relaciona la tasa de verdaderos positivos y la tasa de falsos positivos de una variable para distintos umbrales. Intuitivamente, umbrales bajos permiten que la serie pueda acertar todos los eventos que ocurren, pero al mismo tiempo emiten señales equívocas de ocurrencia. A medida que aumenta el umbral, las tasas de verdaderos y falsos positivos disminuyen. Un indicador que resume el comportamiento de la curva ROC es el área bajo la curva (AUC, por su sigla en inglés). Si el AUC es cercano a uno o a cero, quiere decir que la variable tiene una buena capacidad de predicción de ocurrencia de un evento. En caso de que el AUC tome valores cercanos a 0,5, la variable no tiene buena capacidad predictiva<sup>19</sup>.

Debido a que el fin es determinar qué tan buenas son estas variables para anticipar los auges crediticios, se calcula el AUC para cada uno de los primeros ocho rezagos de cada una de ellas (Cuadro 3). Los resultados obtenidos indican que para los rezagos dos, tres, cuatro y cinco, el

<sup>18</sup> El conjunto de indicadores de la sección 3 se depuró teniendo en cuenta la alta correlación que existe entre algunos de ellos. El período evaluado se escogió usando como criterio principal que se pudiera capturar el periodo de auge de crédito de finales de los noventa. La fecha inicial es marzo de 1995 debido a que la serie de la TIB se encuentra disponible desde esa fecha.

<sup>19</sup> Para mayor información sobre esta medida véase el Anexo 2.

AUC del indicador de intensidad de crédito es estadísticamente mayor al de las demás variables analizadas, lo que implica que es el que mejor predice los auges crediticios de forma individual para dichos rezagos.

**Cuadro 2. Indicadores analizados para Colombia**

<b>Indicador</b>	<b>Descripción</b>	<b>Fuente</b>
<i>Gap</i> de crédito	Diferencia entre la razón de crédito sobre PIB y su tendencia de largo plazo	Superintendencia Financiera de Colombia y Departamento Administrativo Nacional de Estadística
<i>Gap</i> del PIB	Diferencia entre el logaritmo del PIB real y su tendencia de largo plazo	Departamento Administrativo Nacional de Estadística
<i>Gap</i> del crecimiento del crédito	Diferencia entre el crecimiento real del crédito y su tendencia de largo plazo	Superintendencia Financiera de Colombia
<i>Gap</i> de los precios de la vivienda	Diferencia entre el índice de precios de vivienda usada y su tendencia de largo plazo	Banco de la República
<i>Gap</i> del precio de las acciones	Diferencia entre el promedio trimestral del IGBC y su tendencia de largo plazo	Bolsa de Valores de Colombia
Crecimiento real anual de M2	El saldo de M2 incluye el efectivo, los depósitos en cuentas corrientes, en cuentas de ahorros y CDT	Banco de la República
Crecimiento real anual de las provisiones	El saldo de provisiones incluye las procíclicas, las contracíclicas y la general.	Superintendencia Financiera de Colombia
Intensidad del crédito	Razón entre el cambio anual del crédito y el PIB anualizado	Superintendencia Financiera de Colombia y Departamento Administrativo Nacional de Estadística
ICM	Razón entre el saldo de cartera con mora mayor a 30 días y el saldo de cartera bruta total	Superintendencia Financiera de Colombia
TIB	Promedio trimestral de la tasa del mercado interbancario diaria	Banco de la República

Notas:

- El IGBC se empezó a calcular el 3 de julio de 2001, pero el Departamento de Operaciones y Desarrollo de Mercados del Banco de la República realizó un empalme del índice desde marzo de 1991.
- Como es usual para datos trimestrales, los *gaps* fueron estimados utilizando un filtro HP (*one-sided*) con un parámetro de suavizamiento de 1.600, salvo el de crédito sobre PIB que se calculó con uno de 400.000, tal y como lo recomienda el BCBS.

Fuente: Banco de la República.

**Cuadro 3. AUC por rezago de los indicadores seleccionados**

INDICADOR \ REZAGO	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Gap de crédito</b>	0,56	0,56	0,55	0,45	0,47	0,49	0,50	0,49
<b>Gap del PIB</b>	0,53	0,57	0,59	0,58	0,57	0,57	0,60	0,63
<b>Gap del crecimiento del crédito</b>	0,69	0,61	0,57	0,55	0,58	0,63	0,67	0,69
<b>Gap de los precios de la vivienda</b>	0,53	0,55	0,56	0,57	0,58	0,60	0,62	0,68
<b>Gap del precio de las acciones</b>	0,76	0,69	0,63	0,58	0,53	0,52	0,52	0,48
<b>Crecimiento real anual de M2</b>	0,51	0,54	0,57	0,58	0,54	0,50	0,50	0,52
<b>Crecimiento real anual de las provisiones</b>	0,68	0,63	0,62	0,63	0,64	0,64	0,61	0,59
<b>Intensidad del crédito</b>	0,79	0,86*	0,87**	0,85**	0,81**	0,76	0,73	0,70
<b>ICM</b>	0,48	0,54	0,56	0,59	0,60	0,61	0,62	0,62
<b>TIB</b>	0,81	0,78	0,75	0,71	0,68	0,65	0,64	0,37

\* y \*\* indican que el AUC del indicador de intensidad de crédito es estadísticamente mayor al AUC de los demás indicadores analizados con un nivel de confianza del 90% y 95%, respectivamente.

Fuente: Banco de la República.

De acuerdo con los resultados obtenidos, se procede a definir una regla basada en la evolución del indicador de intensidad de crédito<sup>20</sup>. Siguiendo al BCBS se propone una relación lineal entre el CCB y el nivel de intensidad de crédito, de modo que el requerimiento oscile entre 0% y 2,5%. La relación implica que cuando la intensidad de crédito se encuentre por debajo de un umbral inferior (L) el CCB es de 0%. Si se encuentra entre L y un umbral máximo (H), el CCB se incrementa linealmente hasta el 2,5%. Por encima de H, el requerimiento toma el valor de 2,5% de los APNR.

Para determinar los niveles de L y H coherentes con el indicador, se utilizó la metodología propuesta por Sarlin (2013), en la cual la elección de los umbrales debe tener en cuenta tres aspectos: i) el error que resulta de clasificar un periodo como de no auge de crédito cuando realmente lo es (tasa de falsos negativos o error tipo I), así como el error derivado de clasificar un periodo como de auge de crédito cuando efectivamente no lo es (tasa de falsos positivos o error tipo II); ii) las preferencias del hacedor de política respecto a estos dos errores y iii) la proporción de episodios de auge crediticio y sin auge crediticio observados en la muestra (probabilidad no condicional o frecuencia de las clases). De acuerdo con lo anterior, es posible plantear una función de pérdida del hacedor de política que tenga en cuenta dichos factores. Sarlin (2013) propone la siguiente:

<sup>20</sup> En la literatura relacionada con la definición del CCB, algunos autores estiman modelos de elección binaria que permiten predecir crisis financieras, como lo es el caso de Behn *et al* (2013). En el Anexo 3 se presenta una aproximación semejante para el caso colombiano y se concluye que a pesar del buen poder predictivo del modelo escogido, la definición de una regla para guiar las distintas fases del CCB es compleja, por la volatilidad de las probabilidades predichas con el modelo.

$$L(\mu, \lambda) = \mu P_1 T_1(\lambda) + (1 - \mu) P_2 T_2(\lambda)$$

Donde:

- $\mu \in [0,1]$  representa las preferencias relativas del hacedor de política entre el error tipo I y el error tipo II. Cuanto más cercano a uno (cero) sea este parámetro, el hacedor de política es más averso a cometer el error tipo I (tipo II).
- $\lambda$  denota el umbral.
- $P_1$  es la probabilidad no condicional de la ocurrencia de un periodo de auge crediticio y  $P_2 = (1 - P_1)$  es la probabilidad no condicional de que sucedan episodios de no auge.
- $T_1(\lambda) = \frac{\# \text{ Falsos Negativos}}{\# \text{ Verdaderos Positivos} + \# \text{ Falsos Negativos}}$  y  $T_2(\lambda) = \frac{\# \text{ Falsos Positivos}}{\# \text{ Falsos Positivos} + \# \text{ Verdaderos Negativos}}$  son las tasas de falsos negativos y falsos positivos, respectivamente, asociadas al umbral  $\lambda$ .

Utilizando este planteamiento es posible encontrar, para distintos valores de  $\mu$ , el nivel óptimo de  $\lambda$ , que es aquel que minimiza la función de pérdida del hacedor de política. En el presente trabajo se optó por escoger el nivel de L igual al  $\lambda$  correspondiente a un hacedor de política con la mayor aversión a cometer el error tipo I ( $\mu = 0,95$ ), debido a que un hacedor de política con estas características alerta la ocurrencia de un auge de crédito con niveles bajos del indicador. De forma análoga, el valor de H se fija igual al  $\lambda$  asociado a un hacedor de política más averso al error tipo II ( $\mu = 0,05$ )<sup>21</sup>. En el Cuadro 4 se muestra, para los dos niveles de  $\mu$  escogidos, el umbral que minimiza la función de pérdida y las tasas de falsos positivos y falsos negativos asociadas a dicho umbral.

#### **Cuadro 4. Umbrales óptimos para ambos grados de aversión del hacedor de política al error tipo I**

$\mu$	Umbral	Tasa de falsos negativos	Tasa de falsos positivos
0,05	8,8%	100,0%	0,0%
0,95	5,3%	0,0%	23,5%

Fuentes: Superintendencia Financiera de Colombia y Banco de la República; cálculos del Banco de la República.

Una vez definidos los valores de  $L = 5,3\%$  y  $H = 8,8\%$ , se sugiere la siguiente regla que propone un aumento lineal del CCB conforme se incrementa la intensidad del crédito:

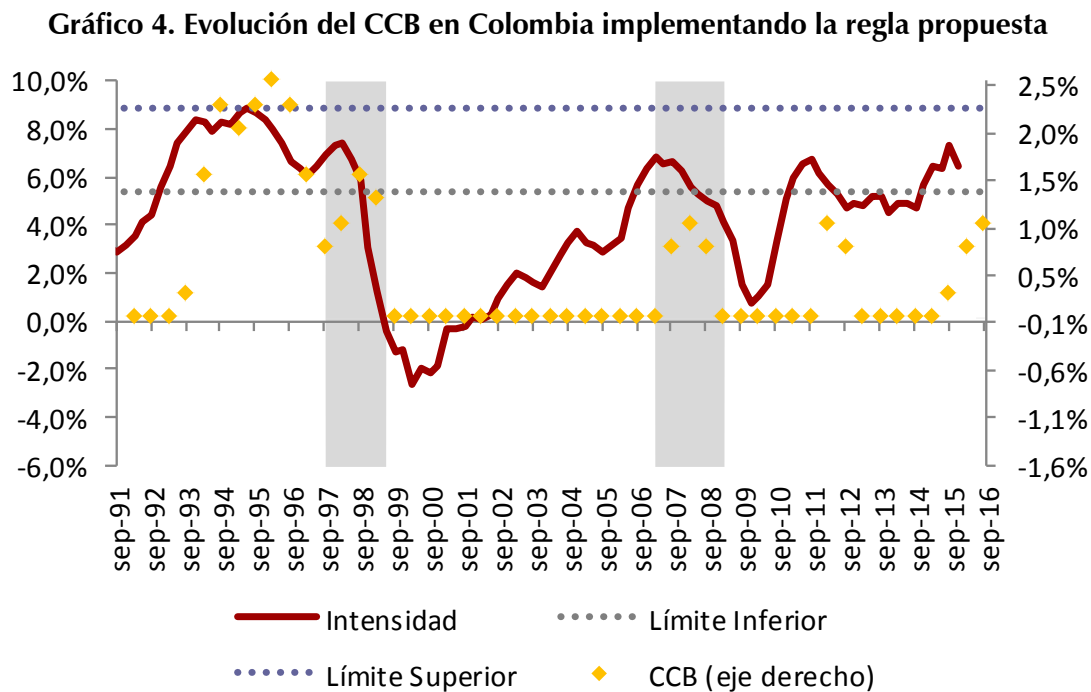
$$CCB_t = \begin{cases} 0\% & \text{si } L > \text{Intensidad}_{t-3} \\ \text{Intensidad}_{t-3} * m + b & \text{si } L \leq \text{Intensidad}_{t-3} \leq H \\ 2,5\% & \text{si } \text{Intensidad}_{t-3} > H \end{cases}$$

<sup>21</sup> De la misma forma en que se determinan los niveles de L y H para el caso del indicador de intensidad de crédito, se podrían calcular para el gap de crédito. Sin embargo, debido a que este último no tiene una buena capacidad predictiva de los episodios de auge crediticio en Colombia, no se realiza el cálculo de dichos umbrales.

Donde  $m = \frac{2,5\%}{8,8\% - 5,3\%}$  y  $b = -\frac{2,5\%}{8,8\% - 5,3\%} * 5,3\%$ . El valor obtenido de  $CCB_t$  se aproximará al siguiente múltiplo de 0,25%.

Nótese que el nivel del CCB se fija con base en el valor que registra el indicador de intensidad de crédito tres trimestres atrás, debido a que como se evidencia en el Cuadro 3, este rezago es el que exhibe la mayor capacidad de predicción de los periodos de auge crediticio. Adicionalmente, debe tenerse en cuenta que la información del PIB tiene un rezago de 3 meses y, por tanto, los anuncios del nivel de la reserva se hacen con información disponible hasta 1 trimestre atrás, razón por la cual una vez se anuncia un nuevo nivel del requerimiento, los EC tendrán un plazo máximo de seis meses para cumplirlo. A modo de ejemplo, en junio de 2016 se hace un anuncio del nivel que debe tener el CCB en diciembre del mismo año, usando información hasta marzo.

Siguiendo la regla propuesta anteriormente, el comportamiento que habría tenido el requerimiento de capital durante el periodo analizado se muestra en el Gráfico 4. Se puede observar que el nivel del CCB, como es deseable, habría aumentado durante los dos episodios de auge de crédito identificados en Colombia y a septiembre de 2016 debería alcanzar un valor de 1,0%.



Fuentes: Superintendencia Financiera de Colombia y Banco de la República; cálculos del Banco de la República.

## 6. Conclusiones y recomendaciones

El CCB fue propuesto por Basilea para mitigar las vulnerabilidades que se presentan en el sistema financiero en periodos de excesiva acumulación de riesgos, de tal forma que el capital que se acumule sea suficiente para cubrir las pérdidas asociadas a la materialización de estos riesgos. Para guiar las distintas fases del requerimiento, el BCBS sugirió la utilización del *gap* de crédito, calculado como la diferencia entre la razón crédito a PIB y su tendencia de largo plazo.

Aunque la experiencia internacional, en especial para países desarrollados, ha demostrado que este indicador se constituye como una buena medida individual para predecir crisis financieras, en el presente análisis se encuentra que para el caso colombiano la capacidad predictiva del *gap* de crédito es limitada para identificar periodos de auge de crédito, durante los cuales es deseable que se active la acumulación del CCB. Por tal motivo, resulta necesario elegir una medida alternativa que presente un mejor desempeño que el indicador propuesto por el BCBS. Los resultados de la presente investigación indican que la variable individual que mejor predice los periodos de auge crediticio que se han presentado en Colombia es la intensidad de crédito, definida como la razón entre el cambio anual del crédito y el PIB anualizado.

A partir de este indicador se definió una regla para guiar las distintas fases del CCB. La aplicación de la regla mostró ser eficaz para activar el CCB en los periodos pertinentes. Sin embargo, es importante tener en cuenta que la fijación del nivel del CCB se debe complementar con una evaluación subjetiva del hacedor de política y el análisis de variables macroeconómicas y financieras adicionales. Finalmente, una vez implementado el CCB en Colombia, los hacedores de política deben monitorear continuamente la oferta de crédito y evaluar los posibles efectos de esta medida sobre la estabilidad financiera del país.

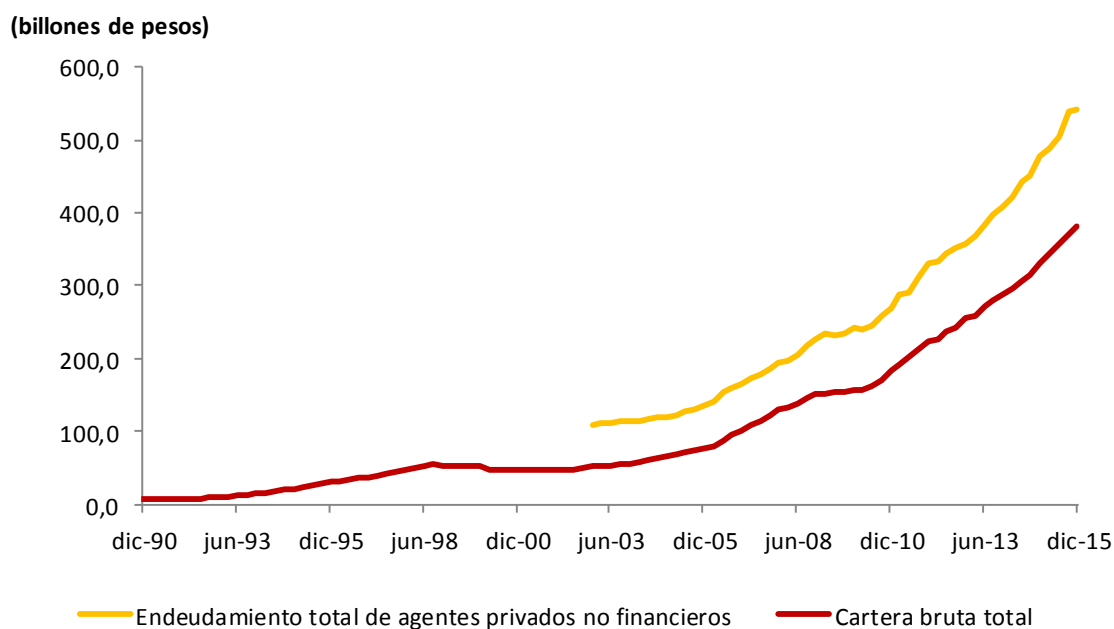
## Referencias

- Banco de la República (2015). *Reporte de Estabilidad Financiera, septiembre de 2015*.
- Banco de Pagos Internacionales (BIS) (2010). Countercyclical capital buffer proposal. *Bank for International Settlements, Basel*.
- Behn, M., Detken, C., Peltonen, T. y Schudel, W. (2013). Setting countercyclical capital buffers based on early warning models. Would it work? *Working paper series (1604)*. Banco central europeo.
- Borio, C. y Lowe, P. (2002). Assessing the risk of banking crises. *BIS Quarterly Review*, Diciembre.
- Castro, C., Estrada, A. y Martínez, J. (2014). The countercyclical capital buffer in Spain: an exploratory analysis of key guiding indicators. *Revista de Estabilidad Financiera*(27).
- Christensen, I. y Xiao Chen, D. (2010). The Countercyclical Bank Capital Buffer: Insights for Canada. *Bank of Canada. Financial system Review*. Diciembre.
- Comité de Supervisión Bancaria de Basilea (BCBS). (2010a). Countercyclical capital buffer proposal. *Bank for International Settlements*.
- Comité de Supervisión Bancaria de Basilea (BCBS). (2010b). Guidance for national authorities operating the countercyclical capital buffer. *Bank for International Settlements*.
- Comité de Supervisión Bancaria de Basilea (BCBS). (2014). The G-SIB assessment methodology - score calculation. *Bank for International Settlements*.
- Detken, C., Weeken, O., Alessi, L., Bonfim, D., Bouchina, M., Castro, C., Frontczak, S., Giordana, G., Giese, J., Jahn, N., Kakes, J., Klaus, B., Lang, J., Puzanova, N. y Welz, P. (2014). Operationalising the countercyclical capital buffer: indicator selection, threshold identification and calibration options. *ESRB Occasional Paper Series*(5).
- Drehmann, M. y Tsatsaronis, K. (2014). The credit-to-GDP gap and countercyclical capital buffers: questions and answers. *BIS Quarterly Review*, 55-73.
- Drehmann, M., Borio, C. y Tsatsaronis, K. (2011). Anchoring countercyclical capital buffers: the role of credit aggregates. *BIS Working Papers*(355).
- Drehmann, M., Borio, C., Gambacorta, L., Jiménez, G. y Trucharte, C. (2010). Countercyclical capital buffers: exploring options. (317).
- Fondo Monetario Internacional (IMF) (2013). "Key Aspects of Macroprudential Policy".



- García, A. F., Gómez, J. E., Murcia, A. y Tenjo, F. (2012). The cyclical behavior of bank capital buffers in an emerging economy: Size does matter. *Economic Modelling*, 29(5), 1612-1617.
- Gersl, A. y Seidler, J. (2011). Excessive credit growth as an indicator of financial (in)stability and its use in macroprudential policy. *Banco Nacional de República Checa, Reporte de Estabilidad Financiera 2010/2011*, 112-122.
- Gómez, J.E., Silva, L. y Restrepo, S. (2012). Flujos de Capital y Fragilidad Financiera en Colombia. *Revista de Ensayos Sobre Política Económica*. 30(69), 69-109.
- Guarín, A., González, A. y Skandali, D. (2012). An early warning model for predicting credit booms using macroeconomic aggregates. *Borradores de Economía 723 (2012)*. Banco de la República.
- Junta Europea de Riesgo Sistémico (ESRB). (2014). Recomendación de la Junta Europea de Riesgo Sistémico de 18 de junio de 2014 para orientar en la fijación de porcentajes de reservas anticíclicas.
- Mendoza, E .G. y Terrones, M.E. (2008). An Anatomy of Credit Booms: Evidence from macro aggregates and micro data. *NBER working paper 14049*.
- Metz, C. (1978). Basic principles of ROC analysis. *Seminars in Nuclear Medicine, Vol. 8, Issue 4, pags. 283-298*.
- Orphanides, A. y Van Norden, S. (2002). The Unreliability of Output-Gap Estimates in Real Time. *Review of Econometrics and Statistics*, 84(4), 569-583.
- Sarlin, P. (2013). On policymakers' loss functions and the evaluation of early warning systems. *Working paper series (1509)*. Banco central europeo.
- Van Norden, S. (2011). Discussion of the unreliability of credit-to-GDP ratio gaps in real-time: implications for countercyclical capital buffers. *International Journal of Central Banking*.

## Anexo 1. Cartera bruta total y endeudamiento total de agentes privados no financieros



Notas: 1. El coeficiente de correlación entre las dos series es de 0,999.

2. El endeudamiento total de agentes privados no financieros incluye: a) la cartera comercial bruta otorgada a agentes privados no financieros por parte de entidades crediticias nacionales y del exterior, b) las carteras brutas de consumo y vivienda otorgadas por los establecimientos de crédito vigilados por la Superintendencia Financiera de Colombia (incluye Fondo Nacional del Ahorro) y por los fondos de empleados y cooperativas de ahorro y crédito vigilados por la Superintendencia de la Economía Solidaria, c) el saldo de titularizaciones de la cartera de vivienda, d) la cartera bruta total de microcrédito otorgada por los establecimientos de crédito vigilados por la Superintendencia Financiera de Colombia, e) el saldo de bonos emitidos en el mercado local y externo por las empresas privadas no financieras, y f) el saldo de deuda con proveedores internos y externos de las empresas privadas no financieras.

Fuente: Superintendencia Financiera de Colombia, Titularizadora de Colombia, Banco de la República y Superintendencia de Sociedades; cálculos del Banco de la República.

## Anexo 2. Curva ROC y AUC

En general, el uso de un indicador de alerta temprana depende de la capacidad que tiene para predecir un determinado evento. Para dicho fin, se usa el análisis de la curva ROC (sigla en inglés de característica operativa del receptor) desarrollado por Metz (1978) y sugerido por Drehmann y Tsatsaronis (2014) para el caso del CCB. La construcción de esta curva usa las distintas señales que emite un indicador y que se clasifican de acuerdo al Cuadro A2.1.

**Cuadro A2.1. Señales emitidas por un indicador de alerta temprana**

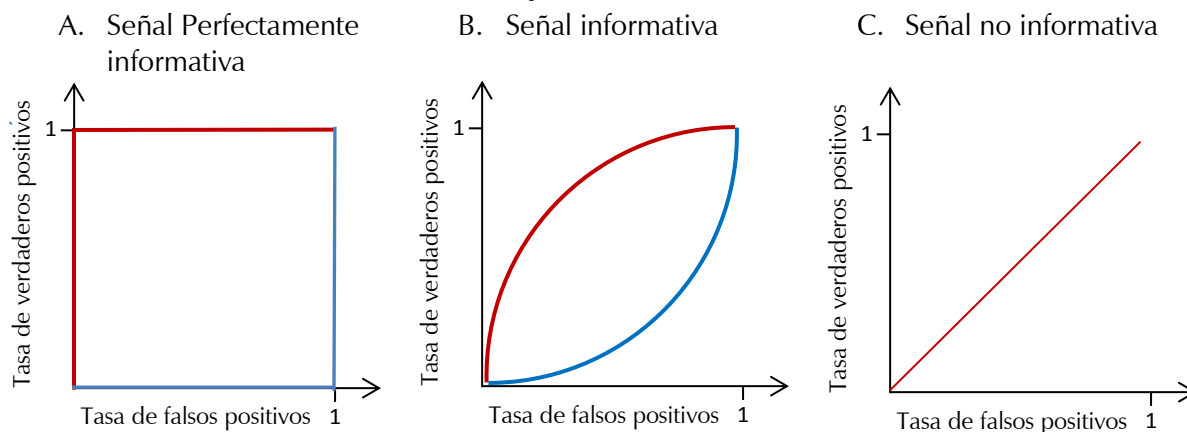
		Señales	
		Ocurre	No Ocurre
Evento	Ocurre	Verdaderos Positivos (VP)	Falsos Negativos (FN)
	No Ocurre	Falsos Positivos (FP)	Verdaderos Negativos (VN)

Fuente: Drehmann y Tsatsaronis (2014).

La curva ROC relaciona la tasa de verdaderos positivos ( $\frac{VP}{VP+FN}$ ) y la tasa de falsos positivos ( $\frac{FP}{FP+VN}$ ) de una variable para distintos umbrales. Intuitivamente, umbrales bajos permiten que la serie pueda acertar todos los eventos que ocurren, pero al mismo tiempo emiten señales equívocas de ocurrencia. A medida que aumenta el umbral, las tasas de verdaderos y falsos positivos disminuyen.

Según Drehmann y Tsatsaronis (2014), la curva ROC puede tomar alguna de las formas presentadas en el Gráfico A2.1, dependiendo de la capacidad predictiva del indicador.

**Gráfico A2.1. Distintas formas de la curva ROC dependiendo de la capacidad de predicción.**



Fuente: Drehmann y Tsatsaronis (2014).

En los paneles del Gráfico A2.1, cada punto sobre las curvas representa las tasas de falsos positivos y verdaderos positivos para un umbral dado. Los puntos más alejados del origen están asociados a menores umbrales. Así, el panel A muestra en rojo la curva ROC de un indicador perfectamente informativo que tiene una relación positiva con la ocurrencia del evento<sup>22</sup>, pues en un umbral determinado logra identificar el 100% de los verdaderos positivos y no reporta falsos positivos. En contraste, en azul se presenta la curva ROC de un indicador perfectamente informativo que tiene una relación inversa con la ocurrencia del evento.

Por otra parte, en el panel C se presenta la curva de un indicador no informativo, debido a que el beneficio que se obtiene al disminuir el umbral para identificar más verdaderos positivos, es igual al costo que se asume en términos de falsos positivos. Finalmente, el panel B corresponde a una situación intermedia, en donde para un tramo de la curva, el beneficio de identificar más verdaderos positivos por disminuir el umbral es mayor al costo asumido en falsos positivos; mientras que en el otro tramo, ocurre lo opuesto. Al igual que en el panel A, la curva roja está asociada a un indicador positivamente relacionado con la ocurrencia del evento y la azul con uno que tiene una relación inversa.

Un indicador que resume el comportamiento de la curva ROC es el área bajo la curva (AUC, por su sigla en inglés). Si el AUC es cercano a uno o a cero, quiere decir que la variable tiene una buena capacidad de predicción de ocurrencia de un evento. En caso de que el AUC tome valores cercanos a 0,5, la variable no tiene buena capacidad predictiva.

---

<sup>22</sup> Que el indicador tenga una relación positiva con la ocurrencia de un evento implica que cuando este aumenta se incrementa la posibilidad de que el evento suceda.

### Anexo 3. Metodología probit para la determinación del CCB

Con el fin de determinar qué tan buenos son los indicadores expuestos en el Cuadro 2 para identificar los periodos de auge crediticio, se siguió una metodología que se asemeja a la utilizada por Behn *et al* (2013) para el caso europeo, la cual tiene la ventaja de ser fácil de replicar. El enfoque propuesto consiste en utilizar un modelo de elección binaria con estimadores robustos y la siguiente especificación:

$$P(Y_t = 1) = \Phi \left( \sum_{i=4}^8 \{X'_{t-i} \beta_i\} + u_t \right) \quad (1)$$

Donde  $Y_t$  es la variable dependiente de carácter binario que toma el valor de 1 si en el trimestre  $t$  se registró un episodio de auge identificado en Guarín *et al* (2012),  $\Phi(\cdot)$  denota la función de distribución normal estándar acumulada y el vector  $X_{t-i}$  contiene los datos de todos los indicadores utilizados en la estimación, rezagados  $i$  periodos. Por último,  $u_t$  es el término de error del modelo.

Cada uno de los indicadores se incluyó en las estimaciones rezagado entre cuatro y ocho trimestres, con el objetivo de determinar si estas variables sirven como señales para anticipar un periodo de auge de crédito, con al menos un año de antelación.

Los modelos evaluados fueron los resultantes de todas las combinaciones posibles entre los indicadores rezagados, con la restricción de que en cada modelo se incluyeran tanto los mismos rezagos como las variables con rezagos consecutivos. Para la selección del mejor modelo se utilizaron los criterios de información de Akaike (AIC) y Schwarz (BIC). Los modelos se ordenaron según su desempeño en cada uno de los criterios y se escogieron los tres mejores de cada uno (Cuadro A3.1).

Después de obtener el conjunto de mejores modelos, se evaluó el desempeño predictivo de cada uno fuera de muestra<sup>23</sup> utilizando el AUC. Esta evaluación se realizó calculando la probabilidad de estar en un auge en un trimestre dado con el modelo estimado, usando datos hasta el trimestre inmediatamente anterior<sup>24</sup>. Los resultados presentados en el Cuadro A3.1 permiten concluir que la mejor especificación es la del Modelo 2, el cual incluye los indicadores de *gap* de crédito sobre PIB y TIB, rezagados cinco, seis y siete trimestres. Cabe resaltar que el modelo escogido incluye la variable recomendada por el BCBS para guiar la acumulación del CCB.

---

<sup>23</sup> Durante la primera etapa de la selección de los modelos se excluyeron aquellos que no convergieran en alguna de las estimaciones por fuera de muestra.

<sup>24</sup> La primera estimación por fuera de muestra se hace con los datos hasta marzo de 2005.

**Cuadro A3.1. Modelos escogidos según los criterios utilizados**

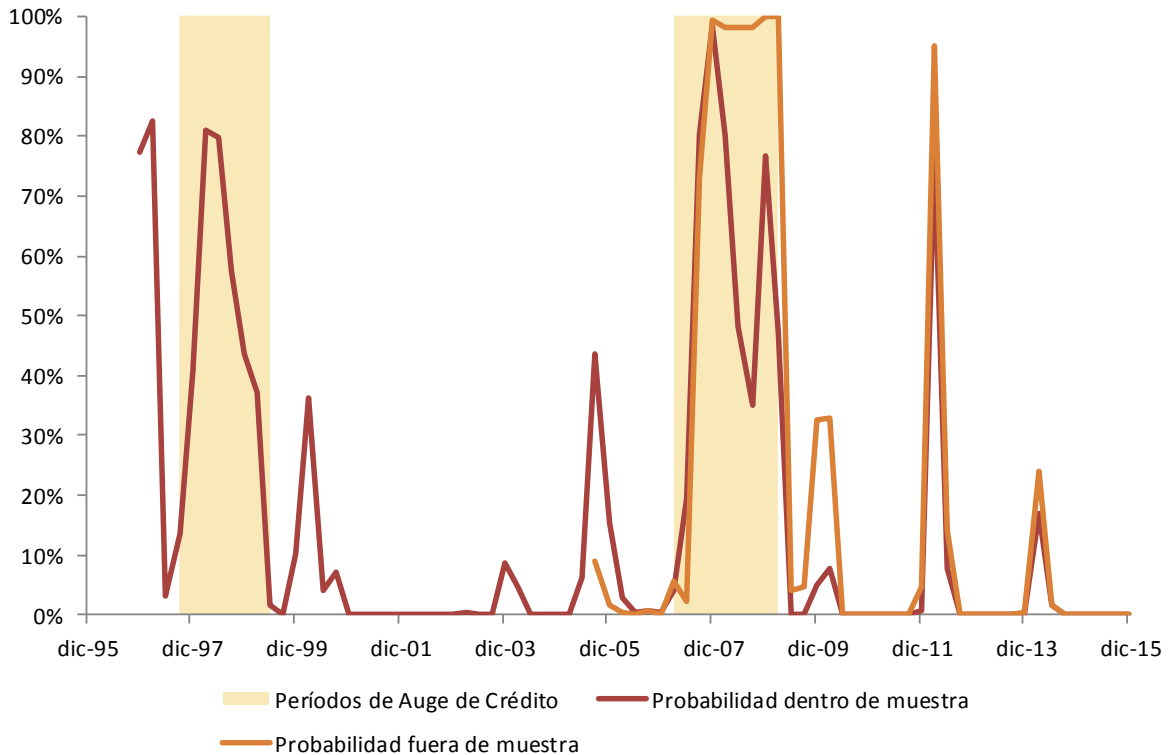
VARIABLES	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4
gap de crédito (-5)		295,94*** [75,985]		
gap de crédito (-6)		19 [91,493]		
gap de crédito (-7)		-301,81*** [79,415]		
gap de crédito (-8)			-53,71*** [18,813]	-44,47*** [12,010]
TIB (-5)		-10,79 [15,170]		
TIB (-6)		7,05 [20,841]		
TIB (-7)		30,78*** [9,872]		
TIB (-8)			14,49*** [3,808]	16,50*** [5,241]
Intensidad (-4)	190,75*** [66,025]			
Intensidad (-5)	-82,78 [98,101]			
Intensidad (-6)	-96,26 [96,891]			
Intensidad (-7)	71,28 [50,139]			
ICM (-8)			-126,31*** [38,101]	-122,65*** [41,134]
gap precios de acciones (-8)			-1,29 [1,714]	
Constante	-5,58*** [1,348]	-6,31*** [1,182]	4,49** [1,843]	3,97** [1,569]
Observaciones	77	77	76	76
AIC	48,72	44,95	47,57	46,05
Ranking AIC	5	1	3	2
BIC	60,44	61,36	59,23	55,38
Ranking BIC	3	6	2	1
AUC dentro de muestra	0,930	0,954	0,923	0,923
Ranking AUC dentro de muestra	11	8	14	14
AUC fuera de muestra	0,635	0,996	0,980	0,980

Número de rezagos de cada variable en paréntesis  
 Errores estándar robustos en brackets  
 \*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1

Fuentes: Superintendencia Financiera de Colombia, DANE y Banco de la República; cálculos del Banco de la República.

En el Gráfico A3.1 se muestran las probabilidades estimadas dentro y fuera de muestra con el modelo seleccionado. Se aprecia que en todos los periodos de auge crediticio la probabilidad estimada, tanto dentro como fuera de muestra, se incrementa, brindando la señal de que con la información de hace cinco, seis y siete trimestres se puede anticipar un periodo de auge.

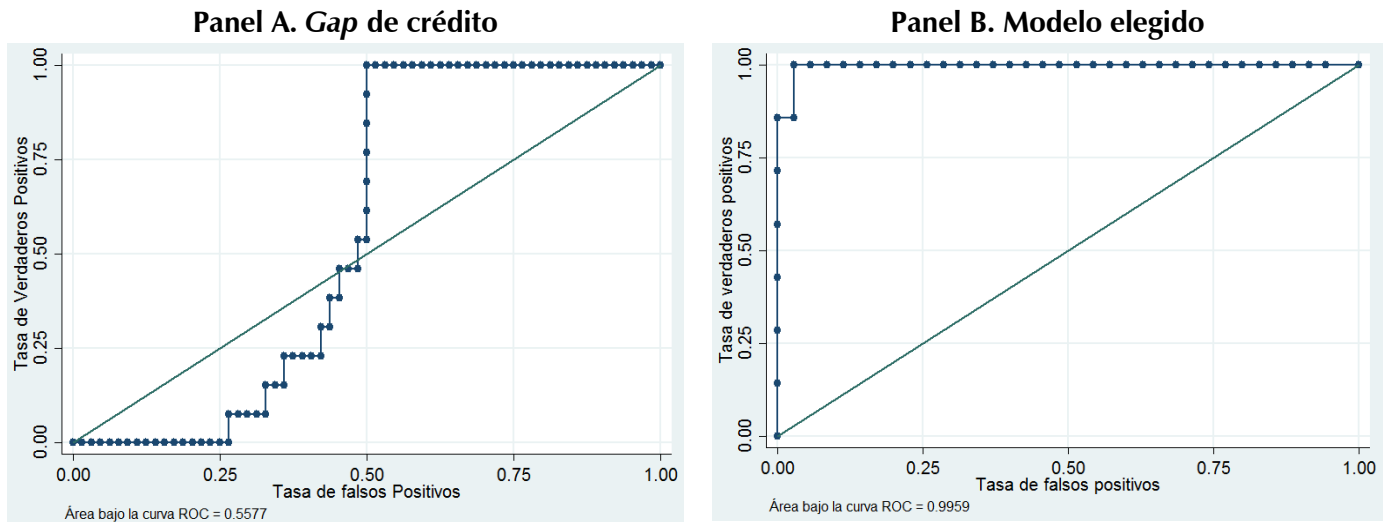
**Gráfico A3.1. Probabilidad estimada de que se presente un periodo de auge de crédito**



Fuentes: Superintendencia Financiera de Colombia y Banco de la República; cálculos del Banco de la República.

Finalmente, con el fin de comparar la capacidad predictiva fuera de muestra del modelo escogido con la del indicador propuesto por el BCBS se presenta la curva ROC y el AUC para cada caso. El Gráfico A3.2 muestra que la especificación escogida presenta un AUC fuera de muestra de 0,996, mientras que el *gap* de crédito registra uno de 0,558, el cual es cercano al de una señal no informativa (0,5). Lo anterior indica que la capacidad predictiva del modelo escogido es superior a la del indicador sugerido por el BCBS, en el caso colombiano.

**Gráfico A3.2. ROC y AUC fuera de muestra del modelo elegido y del gap de crédito**



Fuentes: Superintendencia Financiera de Colombia y Banco de la República; cálculos del Banco de la República.

Previo a la definición de una regla que guíe el CCB se debe determinar un umbral para la probabilidad estimada que, de ser superado, implica la ocurrencia de un periodo de auge. Siguiendo a Sarlin (2013) la elección del umbral debe tener en cuenta tres aspectos: i) el error que resulta de clasificar un periodo como de no auge cuando efectivamente lo era (tasa de falsos negativos o error tipo I), así como el error derivado de clasificar un periodo como de auge cuando efectivamente no lo fue (tasa de falsos positivos o error tipo II); ii) las preferencias del hacedor de política respecto a estos dos errores y iii) la proporción de episodios de auge y de no auge observados en la muestra (probabilidad no condicional o frecuencia de las clases). De acuerdo con lo anterior, es posible plantear una función de pérdida del hacedor de política que tenga en cuenta dichos factores. Sarlin (2013) propone la siguiente:

$$L(\mu, \lambda) = \mu P_1 T_1(\lambda) + (1 - \mu) P_2 T_2(\lambda)$$

Donde:

- $\mu \in [0,1]$  representa las preferencias relativas del hacedor de política entre el error tipo I y el error tipo II. Cuanto más cercano a uno (cero) sea este parámetro, el hacedor de política es más averso a cometer el error tipo I (tipo II).
- $\lambda$  denota el umbral.
- $P_1$  es la probabilidad no condicional de la ocurrencia de un periodo de auge de crédito y  $P_2 = (1 - P_1)$  es la probabilidad no condicional de que sucedan episodios de no auge.
- $T_1(\lambda) = \frac{FN}{VP+FN}$  y  $T_2(\lambda) = \frac{FP}{FP+VN}$  son las tasas de falsos negativos y falsos positivos, respectivamente, asociadas al umbral  $\lambda$ .



Con el fin de determinar la utilidad de un modelo dado, el autor introduce el concepto de utilidad absoluta, el cual se define como la diferencia entre la pérdida asociada a no utilizar ningún modelo (clasificar todos los periodos como de auge crediticio o sin auge) y la pérdida correspondiente al modelo evaluado. De esta manera, la función de utilidad absoluta tiene la siguiente forma:

$$U_a = \min(\mu P_1, (1 - \mu)P_2) - L(\mu, \lambda)$$

Nótese que la primera parte de la expresión representa la pérdida asociada a no utilizar un modelo, puesto que si el hacedor de política decide clasificar todos los periodos como de auge de crédito, la tasa de falsos negativos es 0 y la de falsos positivos es 1, por lo cual su pérdida es de  $(1 - \mu)P_2$ . En contraste, si opta por clasificar todos los periodos como de no auge, la tasa de falsos negativos es 1 y la de falsos positivos es 0, por lo cual su pérdida es de  $\mu P_1$ . Dado que el hacedor de política es racional y busca minimizar su pérdida, seleccionará el menor valor entre  $\mu P_1$  y  $(1 - \mu)P_2$ . La expresión completa permite inferir que cuanto mayor sea la pérdida asociada al modelo evaluado, menor será su utilidad absoluta.

Finalmente, Sarlin (2013) presenta la función de utilidad relativa, la cual se calcula de la siguiente manera:

$$U_R = \frac{U_a}{\min(\mu P_1, (1 - \mu)P_2)}$$

Esta medida se interpreta como la razón entre la utilidad absoluta del modelo evaluado y la utilidad absoluta de un modelo con capacidad predictiva perfecta, el cual tiene una función de pérdida con valor de 0, debido a que no genera errores de predicción (errores tipo I y tipo II iguales a cero). En otras palabras, la utilidad relativa mide cuán cerca está el modelo evaluado de alcanzar una utilidad absoluta tan alta como la que se obtendría con un modelo perfecto. Con esto, cuanto más cercana a 1 sea la utilidad relativa, mejor es el modelo evaluado. Cabe anotar que esta medida permite comparar la utilidad de un modelo tanto para distintos umbrales como para diferentes niveles de  $\mu$ .

En su trabajo, Sarlin (2013) evalúa los niveles óptimos del umbral para  $\mu \in [0,1]$ . Sin embargo, debido a que no identificar los períodos de auge de crédito podría resultar más costoso para el hacedor de política que clasificar períodos como de auge cuando no lo son, en el presente Anexo solo se consideran valores de  $\mu \in (0,5, 1]$ . Los resultados de aplicar dicha metodología al modelo escogido se presentan en el Cuadro A3.2. Para cada  $\mu$  se muestra el umbral que maximiza el valor de la utilidad relativa del modelo. Adicionalmente, se evidencia que cuanto mayor es la aversión del hacedor de política al error tipo I, el modelo evaluado resulta más útil en términos relativos. Además, se observa que el umbral óptimo es el mismo para todos los niveles de  $\mu$  e igual a 16,9%.

**Cuadro A3.2. Umbrales óptimos según grado de aversión del hacedor de política al error tipo I**

$\mu$	Umbral	Tasa de falsos negativos	Tasa de falsos positivos	Utilidad Absoluta	Utilidad Relativa
0,55	16,9%	0,0%	9,4%	0,06	0,62
0,6	16,9%	0,0%	9,4%	0,07	0,69
0,65	16,9%	0,0%	9,4%	0,08	0,75
0,7	16,9%	0,0%	9,4%	0,09	0,80
0,75	16,9%	0,0%	9,4%	0,11	0,85
0,8	16,9%	0,0%	9,4%	0,12	0,88
0,85	16,9%	0,0%	9,4%	0,11	0,91
0,9	16,9%	0,0%	9,4%	0,08	0,91
0,95	16,9%	0,0%	9,4%	0,04	0,91

Fuentes: Superintendencia Financiera de Colombia y Banco de la República; cálculos del Banco de la República.

Una vez definido el umbral (16,9%) a partir del cual se pueden identificar los periodos de auge crediticio, se propone la siguiente regla para guiar la acumulación y desacumulación del CCB que depende de las probabilidades estimadas con el modelo y que incluye algunas restricciones para garantizar que el requerimiento no tenga un comportamiento volátil.

A continuación se describe la regla:

- Siguiendo al BCBS el CCB oscilará entre 0% y 2,5%.
- El anuncio del CCB se realizará de forma semestral. En caso de incrementos en el CCB, se les otorgará a los establecimientos de crédito un plazo de 6 meses para cumplir con el nuevo requerimiento. Por otro lado, si se produce un anuncio de desacumulación, este podrá ser efectivo de forma inmediata.
- El nivel del CCB se determinará de acuerdo con la siguiente función:

$$CCB_t^* = \begin{cases} 1,5\% & \text{si } CCB_{t-1}^* \leq 1,0\%, \overline{CCB}_t \geq 1,5\%, \\ & P_t > \lambda, P_{t-1} > \lambda \text{ y gap de crédito}_t \geq 0 \\ \overline{CCB}_t & \text{si } CCB_{t-1}^* \leq 1,0\%, CCB_{t-1}^* < \overline{CCB}_t < 1,5\%, \\ & P_t > \lambda, P_{t-1} > \lambda \text{ y gap de crédito}_t \geq 0 \\ \min\{2,5\%, CCB_{t-1}^* + 0,5\%\} & \text{si } \overline{CCB}_t - CCB_{t-1}^* > 0,25\%, CCB_{t-1}^* > 1,0\%, \\ & P_t > \lambda, P_{t-1} > \lambda \text{ y gap de crédito}_t \geq 0 \\ \min\{2,5\%, CCB_{t-1}^* + 0,25\%\} & \text{si } \overline{CCB}_t - CCB_{t-1}^* = 0,25\%, CCB_{t-1}^* > 1,0\%, \\ & P_t > \lambda, P_{t-1} > \lambda \text{ y gap de crédito}_t \geq 0 \\ CCB_{t-1}^* & \text{si } \{[\overline{CCB}_t \leq CCB_{t-1}^*, P_t > \lambda \text{ y } P_{t-1} > \lambda] \text{ ó} \\ & [P_t \leq \lambda \text{ y } P_{t-1} > \lambda \text{ ó viceversa}]\} \text{ y gap de crédito}_t \geq 0 \\ \max\{0\%, CCB_{t-1}^* - 0,5\%\} & \text{si } P_t \leq \lambda, P_{t-1} \leq \lambda \text{ y gap de crédito}_t \geq 0 \\ 0\% & \text{si } \text{gap de crédito}_t < 0 \end{cases}$$

Donde:

- $\lambda$  es el nivel de umbral elegido.
- $P_{t-1}$  y  $P_t$ , las probabilidades estimadas en el trimestre anterior y actual, respectivamente.
- *gap de crédito*<sub>t</sub> es el valor contemporáneo del gap de crédito sobre PIB.
- $CCB_{t-1}^*$  es el valor del requerimiento fijado en el semestre anterior.
- $\widehat{CCB}_t$  es el valor aproximado del  $CCB_{lineal,t}$  al siguiente múltiplo de 0,25%. Es decir, si el  $CCB_{lineal,t} = 1,1\%$ , entonces el valor de  $\widehat{CCB}_t$  será de 1,25%. A su vez, el  $CCB_{lineal,t}$  se calculará de acuerdo con la siguiente fórmula:

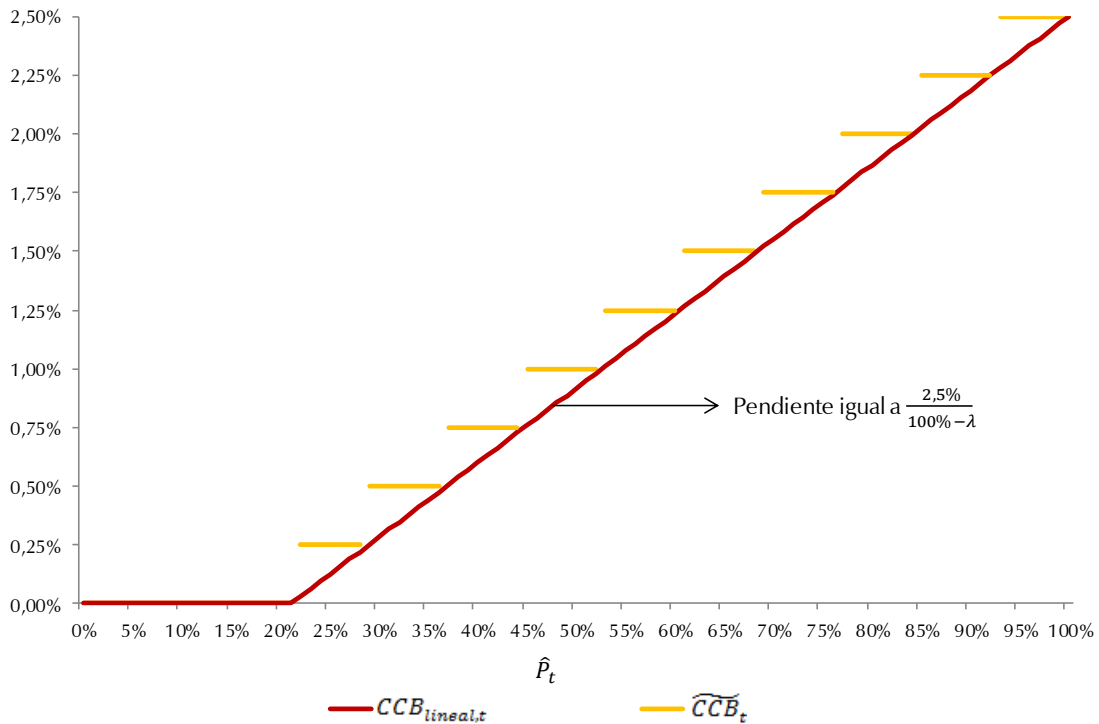
$$CCB_{lineal,t}(P_{t-1}, P_t) = m\widehat{P}_t + a$$

Con:

- $m = \frac{2,5\%}{100\% - \lambda}$
- $a = -\lambda m$
- $\widehat{P}_t = \max\{P_{t-1}, P_t\}$

En el Gráfico A3.3 se muestran los niveles de  $CCB_{lineal,t}$  y  $\widehat{CCB}_t$  para distintos valores de  $\widehat{P}_t$ .

**Gráfico A3.3. Comportamiento de las funciones  $CCB_{lineal,t}$  y  $\widehat{CCB}_t$**



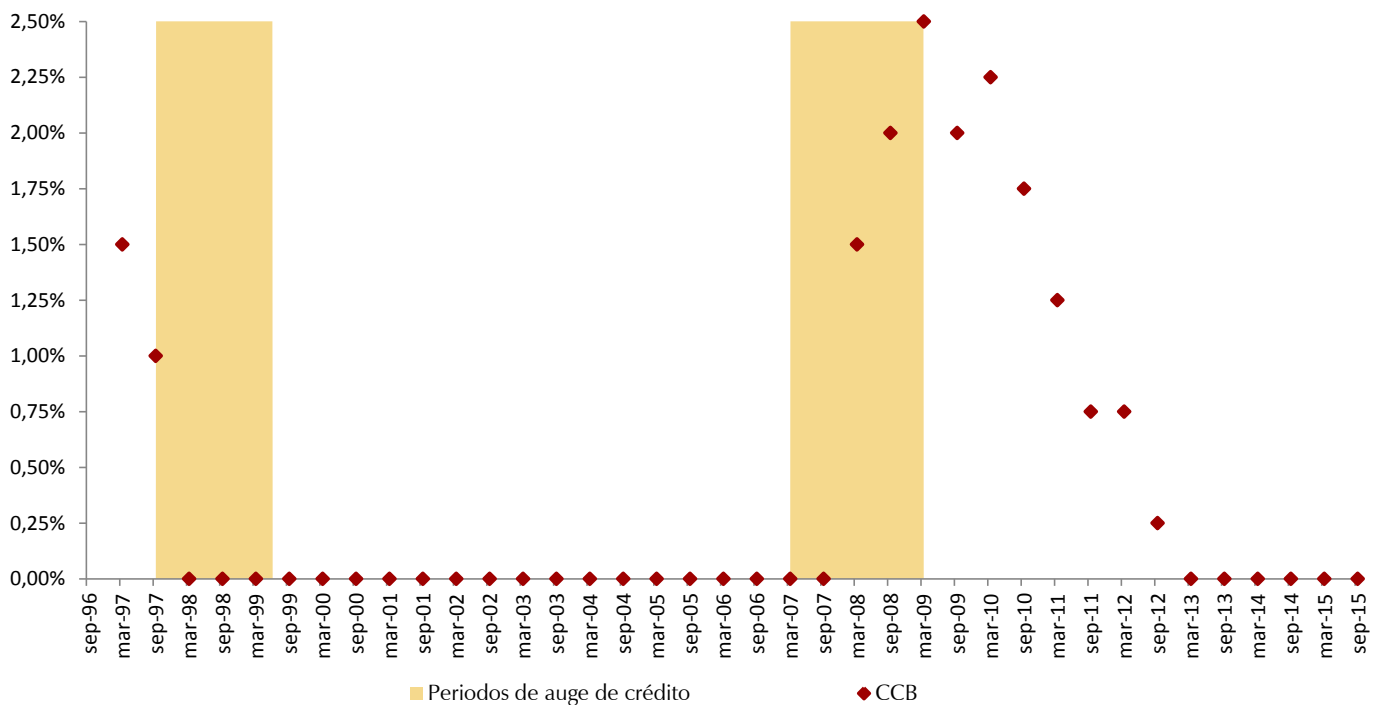
Fuente: Banco de la República.

Cabe resaltar dos aspectos de la función propuesta:

- I. El CCB se llevará de forma inmediata a un nivel de 0% en caso de que exista un episodio de crisis. Esto con el fin de evitar que haya restricciones al otorgamiento de crédito en estos periodos. En este trabajo se sugiere asociar los periodos de crisis a valores negativos del *gap* de crédito sobre PIB, debido a que para Colombia el indicador solo ha presentado dicho comportamiento durante la crisis financiera de finales de los noventa.
- II. El valor de referencia de 1,5% se establece con el fin de evitar un crecimiento del requerimiento a niveles elevados en un lapso de 6 meses. En particular, se eligió este nivel con base en que el BCBS otorga un lapso de doce meses a las entidades para cumplir con el requerimiento, que máximo puede alcanzar un nivel de 2,5%. Por lo cual, se considera apropiado exigir en seis meses un requerimiento máximo de 1,5%.

En el Gráfico A3.4 se muestra cómo habría sido el comportamiento del CCB dentro de muestra hasta marzo de 2005 y fuera de muestra a partir de esa fecha, si se hubiese aplicado la regla. Se puede apreciar que, como es deseable, los periodos de auge de crédito presentados en Colombia estuvieron antecedidos o acompañados por acumulaciones del CCB.

**Gráfico A3.4. Evolución del CCB en Colombia implementando la regla propuesta**



Fuentes: Superintendencia Financiera de Colombia y Banco de la República; cálculos del Banco de la República.

