

BORRADORES DE ECONOMÍA



Tasa de interés de la liquidez
colateralizada: Una nueva medición
del precio del dinero a 1 día

Por:
Miguel Felipe Vanegas-Vanegas
Gloria Inés Sarmiento-Becerra
Wilmer Martínez-Rivera

Núm. 1366
Septiembre, 2026



Tasa de interés de la liquidez colateralizada: Una nueva medición del precio del dinero a 1 día^{*}

Las opiniones contenidas en el presente documento son responsabilidad exclusiva de los autores y no comprometen al Banco de la República ni a su Junta Directiva.

Miguel Felipe Vanegas-Vanegas^{**}

Gloria Inés Sarmiento-Becerra^{***}

Wilmer Martínez-Rivera^{****}

Resumen

En este documento proponemos aplicar un algoritmo de agrupamiento para identificar las operaciones relacionadas con la demanda de liquidez dentro del total de operaciones simultáneas realizadas en el Sistema Electrónico de Negociación (SEN) para Colombia. Esta aplicación, la cual es novedosa en este contexto, permite calcular el monto diario transado por liquidez en este sistema y estudiar su precio medio a plazo *overnight*, que denominamos tasa de Liquidez Colateralizada (LICA). Frente a otros indicadores del precio de la liquidez *overnight* disponibles en Colombia como la Tasa Interbancaria (TIB) a un día y el Indicador Bancario de Referencia (IBR) *overnight*, la tasa LICA refleja la dinámica de un mercado con volúmenes diarios más altos, que la alejan de problemas de colusión y manipulación. Además, esta tasa mitiga la inclusión de primas de riesgo de contraparte por las características del sistema en el cual se realizan las operaciones (SEN). Este documento contribuye a la discusión internacional sobre tasas de referencia del mercado monetario más robustas, al seguimiento que debe hacer el Banco Central colombiano para la adecuada implementación de su política monetaria, y, facilita el desarrollo de trabajos posteriores que requieran identificar las operaciones relacionadas con demanda de liquidez o con demanda de títulos en el segmento colateralizado del mercado monetario.

Palabras claves: Mercado monetario, liquidez, operaciones simultáneas, IBR y TIB.

JEL Codes: E43, E52, E58, G21.

^{*}Una versión previa de este trabajo fue entregada como tesis de maestría en economía de la Universidad de los Andes por el primer autor con la asesoría de los autores restantes. Los autores agradecen las sugerencias de Hernando Vargas, Juan Ospina, Andres Murcia, Marc Hofstetter, Juan Pablo Zarate, Wilmar Cabrera, Eliana González, Diego Rojas y Tatiana Mora. Los autores agradecen también los comentarios a Lina Patiño-Echeverri, y los participantes del XXIX seminario interno del Banco de la República.

^{**}Profesional Especializado, Departamento Técnico y de Información Económica. e-mail: mvanegva@banrep.gov.co

^{***}Directora, Departamento Técnico y de Información Económica. e-mail: gsarmibe@banrep.gov.co

^{****}Investigador, Departamento de Programación e Inflación. e-mail: wmartiri@banrep.gov.co

Collateralized Liquidity Interest Rate: A New measure of the Price of Overnight Money*

The opinions contained in this document are the sole responsibility of the authors and do not commit Banco de la República nor its Board of Directors.

Miguel Felipe Vanegas-Vanegas[†]

Gloria Inés Sarmiento-Becerra[‡]

Wilmer Martínez-Rivera[§]

Abstract

In this paper, we propose the application of a clustering algorithm to identify transactions associated with liquidity demand within the universe of repurchase agreements conducted through Colombia's Electronic Trading System (Sistema Electrónico de Negociación, SEN). This novel application in this context allows us to estimate the daily volume of liquidity-driven transactions in this market and to analyze their average overnight price, which we refer to as the Collateralized Liquidity Rate (LICA, Spanish acronym). Compared with other overnight liquidity price indicators available in Colombia, such as the Interbank Rate (Tasa Interbancaria, TIB) and the overnight Reference Banking Indicator (Indicador Bancario de Referencia, IBR), the LICA rate reflects the dynamics of a market with substantially higher daily trading volumes, making it less susceptible to collusion and manipulation concerns. Moreover, this rate mitigates the inclusion of counterparty risk premia due to the characteristics of the trading platform on which these transactions are conducted (SEN). This paper contributes to the international discussion on more robust money market benchmark rates, supports the monitoring efforts required by the Colombian central bank for the effective implementation of monetary policy, and facilitates future research aimed at identifying transactions associated with liquidity demand or securities demand within the collateralized segment of the money market.

Keywords: Money market, liquidity, repurchase agreements and benchmark rates.

JEL Codes: E43, E52, E58, G21.

*An earlier version of this paper constituted the final thesis submitted by the first author in partial fulfillment of the requirements for the Master's Program in Economics at Universidad de los Andes, under the supervision of the coauthors. The authors gratefully acknowledge the valuable comments and suggestions provided by Hernando Vargas, Juan Ospina, Andrés Murcia, Marc Hofstetter, Juan Pablo Zárate, Wilmar Cabrera, Eliana González, Diego Rojas, Tatiana Mora, and Lina Patiño-Echeverri. They also thank the participants of the XXIX Internal Research Workshop of Banco de la República for their helpful feedback

[†]Profesional Especializado, Departamento Técnico y de Información Económica. e-mail: mvanegva@banrep.gov.co

[‡]Directora, Departamento Técnico y de Información Económica. e-mail: gsarmibe@banrep.gov.co

[§]Investigador, Departamento de Programación e Inflación. e-mail: wmartiri@banrep.gov.co

1. Introducción

El mercado monetario interbancario es relevante debido a su rol como canal primario en la transmisión de la política monetaria. Es allí donde se forman las tasas de interés de corto plazo que sirven como punto de partida para las demás tasas de la economía¹. Además, este mercado puede llegar a brindar información sobre monitoreo de pares o estabilidad financiera. Por esto, las autoridades monetarias se interesan por analizar su funcionamiento².

El segmento colateralizado de dicho mercado (en el cual las entidades acceden a liquidez entregando una garantía), ha ganado relevancia en Colombia y a nivel mundial. Sin embargo, su análisis suele dificultarse en la medida en que allí se pueden encontrar transacciones motivadas por dos razones de naturaleza diferente: demanda de liquidez, en donde el título involucrado solamente cumple la función de servir como garantía, o demanda de títulos líquidos (como títulos de deuda pública), donde una de las contrapartes requiere acceder de forma temporal al título que sirve de colateral, por lo cual entrega liquidez. La coexistencia de estos dos tipos de transacciones en el mismo mercado dificulta la construcción de indicadores a partir del segmento colateralizado.

En otros países se ha buscado la manera de superar los retos de construir indicadores del costo de la liquidez *overnight* a partir del segmento colateralizado, dada su importancia en el mercado monetario. Así, Estados Unidos³ cuenta con *Secured Overnight Finance Rate* (SOFR), Canadá, con *Canadian Overnight Repo Rate Average* (CORRA), Suiza, con *Swiss Average Rate Overnight* (SARON) y México, con la Tasa de Interés Interbancaria de Equilibrio (TIIE) de fondeo. Varios de estos indicadores recientemente se han establecido como índices de referencia del mercado monetario, en un contexto internacional que promueve la búsqueda de tasas calculadas a partir de transacciones reales y muestras representativas del mercado que se quiere reflejar.

Así, en este documento proponemos aprovechar la información del segmento colateralizado del mercado monetario colombiano (datos transacción por transacción para más de 11 años de las operaciones simultáneas realizadas en el Sistema Electrónico de Negociación, SEN) empleando un algoritmo de agrupamiento basado en el método de optimización de Jenks⁴ para diferenciar aquellas operaciones relacionadas con demanda de liquidez de aquellas relacionadas con demanda de títulos. A partir del primer grupo, se

¹Generalmente, se entiende por corto plazo entre un día hasta un año.

²Además de los documentos de trabajo sobre este mercado publicados por las autoridades monetarias de cada jurisdicción en reportes periódicos de seguimiento o estudios de investigadores asociados, se encuentran publicaciones de investigadores no asociados. En Europa, algunos estudios recientes publicados por el Banco Central Europeo han sido Corradin et al. (2020) y Di Luigi et al. (2024). Para Estados Unidos, la Reserva Federal ha publicado trabajos como Armantier et al. (2008). Por su parte Moore (2017) analiza aspectos de este mercado sin estar asociado a la autoridad monetaria de su país. En Colombia, el Banco de la República cuenta con estudios como Cardozo-Ortiz et al. (2016) y León and Miguélez (2021). Todos los anteriores trabajos son solamente algunos ejemplos de la amplia literatura que existe en torno al funcionamiento de los mercados monetarios a nivel mundial.

³Colombia no es el único caso donde los volúmenes transados en el segmento colateralizado del mercado monetario superan aquellos del segmento no colateralizado. En Estados Unidos, por ejemplo, desde 2018 los volúmenes con los cuales se calcula la tasa de financiación colateralizada a un día (SOFR) han sido superiores a aquellos volúmenes empleados para el cálculo de tasas del segmento no colateralizado, como, por ejemplo, la tasa efectiva de fondos federales (EFFR) y la tasa de financiamiento bancario a día (OBFR).

⁴El algoritmo de agrupamiento utilizado se detalla en la tercera sección.

calcula el precio medio al que se transó esta liquidez. En la revisión de literatura realizada, esta metodología se emplearía por primera vez para este tipo de ejercicios.

Se encontró que, en promedio, entre enero 2015 y enero de 2026, el 81 % del monto total diario de operaciones simultáneas *overnight* negociado en el SEN estuvo asociado a interacciones entre entidades financieras relacionadas con demanda por liquidez, y el 19 % restante con demanda de títulos. Estas participaciones presentaron fluctuaciones importantes.

La tasa de interés de liquidez colateralizada (en adelante LICA), calculada con las operaciones seleccionadas, se comporta de forma consistente con otros indicadores disponibles para el mercado monetario colombiano (tasa interbancaria TIB e IBR *overnight*), con un poco más de variabilidad, pero menos que la que se observa al calcular una tasa agregada para el mercado de simultáneas.

En términos de metodología, frente a los otros indicadores la tasa propuesta estaría soportada por montos más representativos (que la alejarían de problemas de colusión y manipulación), permite que la influencia de cada entidad dependa de su actividad en el mercado y mitiga la inclusión de primas de riesgo de contraparte por las características del sistema en el cual se realizan las operaciones (negociación ciega con agentes y colaterales similares). En términos operativos, el indicador puede publicarse por parte del Banco de la República con tan solo horas rezago, sin generar carga adicional de reporte para las entidades financieras. Frente a tasas calculadas en otros países, la metodología propuesta en este documento tiene la ventaja de determinar el porcentaje de operaciones a excluir del cálculo (por su asociación con demanda de títulos) con base en la actividad de cada día, en lugar de manejar un parámetro fijo como lo hace la Reserva Federal para la SOFR y el Banco de Canada para la CORRA⁵.

Para validar si el comportamiento de la tasa propuesta era consistente con otros indicadores de abundancia o escasez de liquidez, usamos un modelo E-GARCH⁶ para estudiar la relación contemporánea del diferencial de la tasa LICA y la de política monetaria, con la actividad diaria de ventanillas del Banco Central. Identificamos una relación negativa, fuerte y significativa entre la variación diaria del saldo de ventanilla de contracción del Banco de la República (BanRep) y el spread de tasas. Esto nos permitió tener más evidencia para afirmar que la tasa propuesta capta el costo del dinero a un día, dado que se desplaza en línea con la abundancia o escasez relativa de liquidez reflejada en otros indicadores que no incorporan información sobre el mercado de títulos.

De esta manera, este documento contribuye a la discusión internacional, promovida por organismos como el Consejo de Estabilidad Financiera (FSB por sus siglas en ingles), el Comité de Supervisión Bancaria de Basilea y la Organización Internacional de Comisiones de Valores (IOSCO, por sus siglas en inglés), sobre el desarrollo de tasas de referencia alternativas que se calculen a partir de operaciones y hechos de mercado, en lugar de juicios expertos de entidades puntuales⁷.

Además, ampliamos la literatura que ha estudiado el mercado monetario colombiano, en particular, el segmento colateralizado. Hasta ahora, para el caso colombiano, no ubicamos estudios que incluyan tran-

⁵Las metodologías de tasas de referencia de corto plazo de otros países como la SOFR, la CORRA, la SARON y la TIIE de fondeo se presentan en el Anexo A-I.

⁶Para mayor detalle sobre este tipo de modelos se puede consultar Tsay (2005).

⁷A nivel internacional, tanto la IOSCO (2013 y 2018) como el FBS (2014 y 2015) han emitido lineamientos y recomendaciones para tener en cuenta en la elección y cálculo de índices de referencia.

sacciones colateralizadas para analizar interacción por liquidez o costo del dinero⁸. Además, la clasificación propuesta de las operaciones simultáneas facilita el desarrollo de trabajos posteriores que requieran aislar los impactos provenientes del mercado de deuda pública.

El documento se divide en seis secciones. En la segunda sección se describe la estructura del mercado monetario colombiano. En la tercera se exponen algunos referentes internacionales y se describen los datos empleados. La cuarta trata la metodología de cálculo para la tasa LICA propuesta y sus resultados. La quinta sección presenta el modelo E-GARCH que explora la relación del diferencial de la tasa LICA frente a la de política monetaria, con la actividad diaria de ventanillas del Banco Central. Finalmente se concluye.

2. Estructura del mercado monetario colombiano

Se conoce como mercado monetario al conjunto de operaciones que tienen como fin prestar o tomar prestados activos líquidos con bajo riesgo a plazos cortos⁹. Como estas operaciones pueden implicar o no la constitución de garantías, se pueden clasificar entre colateralizadas y no colateralizadas (Cardozo-Ortiz et al. (2016)). En Colombia, este tipo de transacciones pueden ser acordadas directamente entre las entidades (mercado mostrador u OTC por sus siglas en inglés) o en sistemas electrónicos de negociación¹⁰.

En la Figura 1 se ilustra la estructura del mercado monetario colombiano. De las operaciones en las que no participa el Banco de la República (representadas como operaciones de política monetaria), se destaca la importancia de las operaciones simultáneas. Durante 2022 y 2023 el volumen de este segmento fue seis veces más grande que el del segmento no colateralizado (interbancarios y otros). El Banco de la República, por su parte participa en ese mercado con montos significativos y realiza tanto operaciones en las que entrega liquidez mediante repos (de expansión) como aquellas en las que la recibe depósitos (de contracción). Si bien en este documento el interés principal está en el segmento de simultáneas, conviene primero entender la manera como participa el Banco de la República. A continuación, se describe brevemente el rol del Banco de la República, la estructura del mercado de simultáneas y los indicadores de tasas de interés de operaciones del mercado monetario disponibles (sin incluir las operaciones del Banco central).

(I) Banco de la República

El Banco de la República participa en el mercado monetario con montos significativos y realiza tanto operaciones en las que entrega liquidez mediante repos (de expansión) como aquellas en las que la recibe depósitos (de contracción). En cuanto a las operaciones repo de expansión, en general la liquidez otorgada por el BanRep se suele adjudicar mediante subasta (regularmente a plazos de 7 días y *overnight*), con un monto total que se anuncia diariamente y que suele ser amplio frente

⁸Los trabajos identificados se centraron en obtener información sobre disciplina de mercado o expectativas sobre el precio de los títulos empleados como colateral. Véase Martínez-Ventura and León (2016), León (2012), León and Sarmiento (2016), León et al. (2018) y Roberto-Vargas and Rojas-Silva (2019).

⁹En el caso colombiano, el capítulo XIX de la Circular Básica Contable define las operaciones del mercado monetario como: repo, simultáneas, transferencia temporal de valores, fondos interbancarios y fondos interasociados.

¹⁰Independiente del canal por el que fueron negociadas, y de si son del mercado monetario o no, casi la totalidad de transacciones entre entidades financieras (incluyendo el BanRep y el Tesoro Nacional) que impliquen movimiento de pesos colombianos son liquidadas en el sistema de pagos de alto valor (CUD).

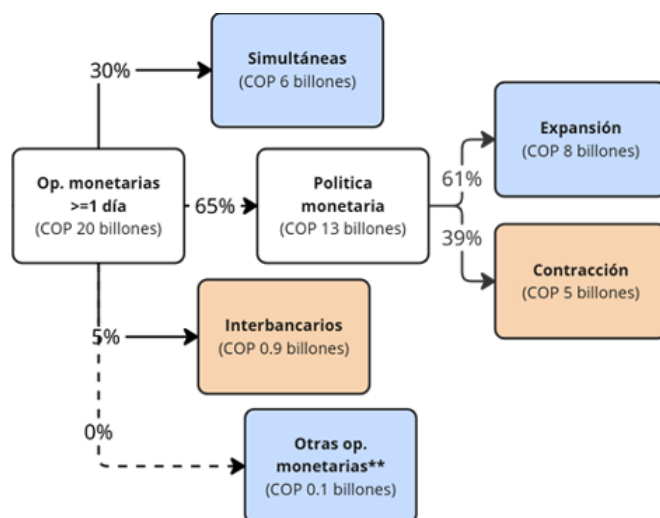


Figura 1: Operaciones del mercado monetario liquidadas en el sistema de pagos de alto valor (promedio diario 2022-2023*).

*Valor promedio diario liquidado en 2022 y 2023 por tipo de operación sin incluir retrocesiones. **Incluye TTV y repos entre terceros. **Fuente:** Elaboración propia con información de BanRep (2024).

a las necesidades de liquidez de la economía. Por esto, la tasa de corte de la subasta de expansión rara vez es superior a la mínima posible, que es la tasa de interés de política monetaria vigente (en adelante TPM)¹¹. Además, el BanRep está dispuesto a realizar repos de expansión sin monto límite a una tasa de TPM +100 puntos base (pb) a través de la ventanilla de expansión (que ocurre todos los días al final de la tarde).

En cuanto a las operaciones de contracción, el BanRep suele realizar depósitos a través de la ventanilla de contracción, en la cual se remuneran los recursos a la TPM menos 100 pb. A esa tasa, el BanRep está dispuesto a recibir diariamente la liquidez que requiera el sistema sin sujeción a un cupo preestablecido, y solo en coyunturas específicas en que se requiere drenar liquidez, se realizan subastas de depósitos de contracción, en las que se reciben depósitos con un cupo fijo a una tasa levemente inferior a la TPM (Banco de la República (2024)).

(II) Operaciones simultáneas

La interacción en el mercado monetario colombiano entre entidades financieras, sin incluir al banco central, es sobre todo mediante las operaciones simultáneas, que son operaciones colateralizadas (Figura 1). En una operación simultánea la parte acreedora entrega dinero a la parte deudora a un plazo acordado (generalmente inferior a 7 días para el caso colombiano¹²), y, a cambio, recibe la propiedad de un título valor (generalmente títulos de deuda pública) con el compromiso de devolverlo

¹¹Entre enero de 2015 y enero de 2026, en el 97 % de días la tasa de corte de la subasta de expansión *overnight* fue la mínima posible (TPM).

¹²Entre 2015 y enero de 2026, en Colombia solamente el 3 % de las operaciones simultáneas del SEN ocurrieron a un plazo superior a 7 días.

una vez el dinero prestado sea retornado junto con el interés acordado. De esta forma, la operación simultánea puede verse como un préstamo a corto plazo con colateral¹³.

Como en estas operaciones siempre una de las partes recibe liquidez y la otra recibe un título, resulta relevante determinar si esta última simplemente está aceptando una garantía o tiene un interés adicional por el título. En el primer caso su participación en la operación estaría relacionada con la búsqueda de alguna rentabilidad sobre sus excedentes de liquidez, mientras que en la segunda estaría requiriendo en sí mismo el título que sirve de garantía. Los motivos para demandar títulos pueden ser diversos y estarían relacionados con dinámicas propias del mercado de títulos. Por ejemplo, se puede dar el caso en que se requiera cubrir posiciones en corto en el mercado de TES, o se puede estar buscando referencias específicas por segmentación del mercado, o realizar cobertura de operaciones *Non Delivery Forward* sobre títulos (Roberto-Vargas and Rojas-Silva (2019)).

Así, existen algunas entidades que entregan liquidez en el mercado de simultaneas a tasas cercanas a cero, o incluso negativas, con el objetivo de hacerse a la propiedad temporal de ciertos títulos que necesitan. Esto contrasta con las transacciones motivadas por manejo de la liquidez, las cuales, dado el esquema con el que el Banco Central interviene en el mercado monetario, probablemente se transen a tasas cercanas a la TPM y dentro del corredor de tasas de ventanillas ($TPM \pm 100$). La coexistencia de estos dos motivos en este mercado puede ocasionar que, a la hora de calcular una tasa de interés de las operaciones simultáneas, ésta presente alta volatilidad y sea difícil de analizar.

En Colombia las operaciones simultáneas pueden llevarse a cabo a través de ruedas de negociación anónimas de dos plataformas, SEN y Master Trader (antes MEC¹⁴), o a través de acuerdos bilaterales entre las entidades (mercado mostrador).

En el SEN, el sistema de negociación y de registro de operaciones sobre valores administrado por el Banco de la República, las entidades financieras autorizadas para ello pueden realizar diversas operaciones con títulos de deuda pública registrados. Este es un sistema de negociación ciego en el que se emplean colaterales similares en la rueda de negociación donde se realizan las operaciones simultáneas, a saber, títulos de deuda pública. En esta rueda, además, participan entidades con ciertas similitudes: creadoras de mercado y aspirantes a creadoras de mercado¹⁵, además de la Dirección General de Crédito Público y Tesoro Nacional. Los participantes del programa de creadores de mercado cumplen requisitos en términos de patrimonio técnico, calificación de riesgo, y negociaciones en el mercado de deuda pública, entre otros mencionados en la Resolución 0665 de 2026 del MinHacienda.

¹³La diferencia entre la operación simultánea y la de recompra (repo) radica en que en la primera el acreedor puede disponer del título como considere durante el transcurso de la operación, por tanto, puede emplearlo para cubrir obligaciones en el mercado de títulos. Al vencimiento de la operación simultánea se debe entregar un título con las mismas características al recibido inicialmente.

¹⁴El Mercado Electrónico Colombiano (MEC) de la Bolsa de Valores de Colombia fue reemplazado el 10 de septiembre de 2018 por el sistema *Master Trader*.

¹⁵Según el Ministerio de Hacienda el Programa de Creadores de Mercado de Títulos de Deuda Pública establece un grupo de entidades encargadas de las labores de compra, comercialización y estudio de la deuda pública de la Nación. Este grupo de entidades cuenta con obligaciones que deben honrar para recibir beneficios como el de ser los únicos en tener acceso a la primera rueda de negociación de simultáneas en SEN. Para más detalles de los requisitos que deben cumplir las entidades para acceder al programa, véase, por ejemplo, la Resolución 5112 de 2018, o más recientemente la Resolución 0665 de 2026.

Esto hace que las entidades que participan en esta rueda sean relativamente similares en términos de riesgo.

Por su parte, la rueda de negociación de simultáneas de *Master Trader* opera bajo la modalidad semi-ciega (si bien las operaciones se realizan de forma anónima, cada participante puede asignar un límite de exposición a las demás entidades), por lo cual algunas instituciones percibidas como riesgosas pueden contar con un cupo de crédito limitado y, por ende, logran acceder a un subconjunto de ofertas menos atractivas en términos de tasas (León (2012)).

Por último, en el mercado de mostrador las operaciones obedecen a acuerdos bilaterales entre entidades. En estos acuerdos, el prestamista identifica a su contraparte y puede juzgar qué tan riesgoso puede ser prestarle.

Las operaciones realizadas en *Master Trader*, así como en el mercado de mostrador, son menos representativas en términos de monto¹⁶ en comparación con lo negociado en el SEN, y tienen una variedad más amplia de participantes. No obstante, las características descritas indican que sus tasas de interés incorporan riesgo de contraparte (Martínez-Ventura and León (2016)).

(III) Tasas de interés del mercado monetario colombiano para el plazo *overnight*

En Colombia, existen tres principales tasas de interés que brindan información sobre la interacción entre entidades financieras en el mercado mayorista de liquidez a plazo *overnight*: el IBR *overnight*, la TIB y la tasa de simultáneas. En la Figura 2 se presenta la diferencia entre estas tasas y la de política monetaria.

■ Tasa de Interés Interbancaria (TIB)

La TIB es el indicador más antiguo del costo al cual se prestan liquidez entidades financieras (datos desde 1995). Esta se calcula por parte del Banco de la República como el promedio ponderado por monto de la tasa de interés de operaciones efectivas no colateralizadas, reportadas por las entidades participantes a la Superintendencia Financiera. Los volúmenes en este segmento han perdido progresivamente participación y, adicionalmente, su metodología no limpia el riesgo de contraparte.

■ Indicador Bancario de Referencia (IBR) *overnight*

El IBR *overnight* es una tasa de interés de corto plazo que comenzó a funcionar desde 2008¹⁷. Para su formación diaria, 8 participantes, elegidos anualmente por reflejar solidez financiera, cotizan una tasa a la que les es indiferente ofrecer o captar recursos en el mercado monetario. De las 8 cotizaciones el Banco de la República obtiene la mediana, la cual corresponde al IBR *overnight* para el día vigente. La elección de los participantes con mayor solidez financiera promueve que el indicador mitigue las primas heterogéneas de riesgo de contraparte y el uso de la mediana evita que el indicador se sesgue por una sola cotización. Además, su transparencia está reforzada en la medida en que los participantes se comprometen a otorgar o recibir las sumas operables bajo un crédito interbancario no colateralizado en la formación diaria del indicador.

¹⁶Las simultáneas negociadas en Master Trader suelen representar menos del 25 % del monto total negociado.

¹⁷Para mayor información sobre este indicador se puede consultar su reglamento publicado por Asobancaria (2025).

Con esto, el IBR *overnight* posee virtudes deseables como estar respaldado por flujos efectivos de recursos entre entidades con riesgo similar, y contar con un esquema de gobierno corporativo, por lo cual actualmente se considera como la mejor aproximación a una tasa libre de riesgo que refleja el costo del dinero a un día. Por lo anterior, en los últimos años el IBR *overnight* ha sido el indicador de seguimiento empleado por el BanRep para evaluar la efectividad de su intervención monetaria diaria, y una tasa de referencia con gran acogida en el mercado¹⁸.

Si bien el esquema de formación del IBR *overnight* garantiza ciertos aspectos de calidad, los montos con los cuales se calcula son muy limitados en términos de representatividad de la interacción por liquidez a pesar de los esfuerzos recientes por incrementarlo¹⁹. Además, el peso de cada entidad participante en la formación del indicador es homogéneo y fijo, lo que no permite captar desigualdades en la influencia de algunas entidades sobre el precio de la liquidez.

■ Tasa de interés del mercado de simultáneas

Esta tasa se obtiene como el promedio ponderado por monto de las operaciones simultáneas a plazo *overnight*, bien sea de las operaciones del SEN o del total de las transacciones. Esta tasa tiene como respaldo un mercado mucho más profundo que la TIB o que el IBR, pero su volatilidad y mezcla de operaciones por demanda de liquidez y demanda de títulos genera dificultades en su interpretación.

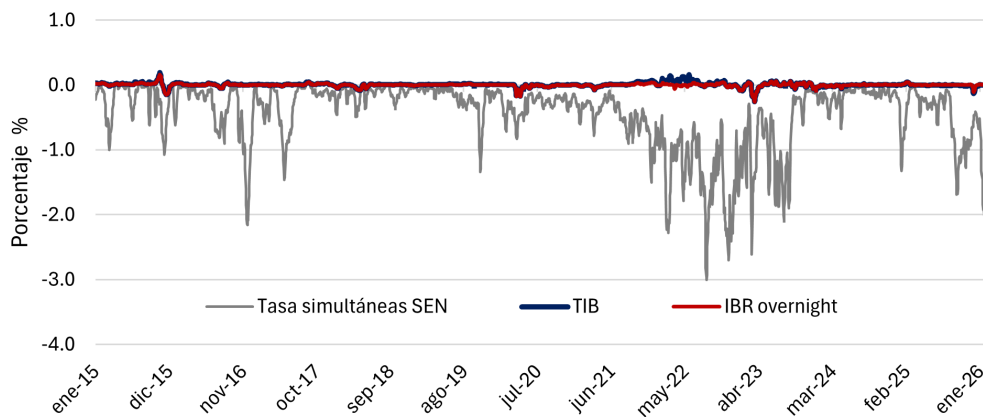


Figura 2: Spread IBR *overnight*, TIB y tasa de simultáneas en SEN frente a la Tasa de política monetaria (TPM).

Nota: Datos diarios y spreads entre la tasa indicada y la TPM. Las series se presentan como promedios móviles de orden 20 (días hábiles) para mitigar su alta volatilidad y mejorar su visualización. La tasa de simultáneas se calculó como un promedio ponderado por volumen. **Fuente:** Cálculos propios con información de Banco República.

¹⁸Según información de Asobancaria (2024), la participación del IBR en la parte activa del balance de los establecimientos de crédito alcanzó el 17% del activo total de estas entidades en diciembre de 2024. Además, para ese mismo corte, la participación de los créditos indexados al IBR sobre la cartera de créditos ascendió a 24%.

¹⁹Si bien el comité rector del IBR aprobó el aumento de los montos totales operados de COP 320 mm a COP 480 mm a partir del 1 de agosto de 2024, y a partir del 2 de enero de 2025 a COP 800 mm, la representatividad de estos montos frente a aquellos transados en el mercado monetario general sigue siendo muy limitada.

3. Referentes internacionales y datos empleados

3.1. Referentes internacionales

Durante mucho tiempo la *London Inter Bank Offered Rate* (LIBOR) fue el referente más importante a nivel internacional en cuanto a tasas de interés de corto plazo. La principal debilidad de la tasa LIBOR radicaba en que no era basada en transacciones interbancarias efectivamente realizadas, sino en la percepción del costo de liquidez que tenían las entidades que respondían la encuesta destinada a su formación. Alrededor de la crisis financiera de 2008 surgieron varios estudios que sugerían que la LIBOR estaba siendo manipulada. Años después se establecieron sanciones a entidades financieras por la confirmación de sus intentos de manipulación. Producto del escándalo generado por la manipulación de la LIBOR, en 2014, la Reserva Federal de Estados Unidos creó el Comité de Tasas de Referencia Alternativas (ARRC por sus siglas en inglés). Este comité resolvió producir el indicador alternativo *Secured Overnight Financing Rate* (en adelante SOFR), el cual se comenzó a publicar desde 2018 (Asobancaria (2019)).

La SOFR se calcula con base en información de operaciones *overnight* colateralizadas con títulos del Departamento del Tesoro de los Estados Unidos. Las operaciones diarias colateralizadas tenidas en cuenta provienen de varias fuentes, y con el fin de mitigar la influencia de aquellas asociadas con demanda de títulos en la medición del costo del dinero, se excluye de una de esas fuentes el 20 % del volumen negociado con la tasa más baja²⁰.

Además del caso de sustitución de tasa de referencia mencionado, en 2024, el Banco de Canadá adoptó oficialmente la *Canadian Overnight Repo Rate Average* (CORRA) como tasa de referencia sustituta a la *Canadian Dollar Offered Rate* (CDOR). Para el cálculo de la CORRA también se elimina el 25 % del volumen de operaciones con las tasas más bajas para mitigar la influencia de aquellas asociadas con demanda de títulos en la medición del costo del dinero²¹.

Los casos mencionados no son lo únicos, en el contexto mundial caracterizado por la necesidad de fortalecer las tasas de referencia de corto plazo, países como Suiza y México también se inclinaron por promover el uso de tasas basadas en el segmento colateralizado del mercado monetario. En el caso de Suiza, en 2021 la *Swiss Average Rate Overnight* (SARON) reemplazó a la LIBOR en Francos Suizos. Finalmente, en 2024, el Banco de México adoptó la Tasa de Interés Interbancaria de Equilibrio (TIIE) de Fondeo como referencia del mercado monetario. Los detalles para calcular las tasas mencionadas se presentan en el Anexo A-I.

3.2. Datos empleados

Para analizar las transacciones de liquidez entre entidades financieras a plazos cortos en Colombia, empleamos una base de datos con frecuencia diaria compuesta por las simultáneas negociadas en SEN y las operaciones del Banco Central entre 2015 y enero de 2026. Específicamente, se emplearon los resultados diarios de las operaciones de subasta y ventanilla tanto para expansión como contracción del BanRep, los

²⁰Los detalles del cálculo de la SOFR pueden ser consultados en: <https://www.newyorkfed.org/markets/reference-rates/sofr> y en el Anexo A-I.

²¹Los detalles del cálculo de CORRA pueden ser consultados en el Anexo A-I.

montos y tasas diarias del mercado interbancario y la información de cierres del Sistema Electrónico de Negociación (SEN) transacción a transacción²². La información que no se encontraba disponible en formato de serie o unificada, como aquella sobre los cierres diarios del SEN, se tuvo que consolidar. Con esto, logramos incluir en el estudio las operaciones colateralizadas más representativas²³ del mercado monetario realizadas durante más de una década.

Durante el periodo estudiado se efectuaron más de medio millón de operaciones colateralizadas entre entidades financieras negociadas en SEN²⁴, en promedio 253 al día. De estas, el 81 % se pactaron a plazo *overnight* y el 16 % entre 2 días hábiles y 7 días. Solamente 3 % de las operaciones fueron pactadas a un plazo superior a 7 días, lo que indica la alta concentración del segmento colateralizado en plazos muy cortos. Adicionalmente, la mayoría de las operaciones fueron pactadas cerca de la TPM. Únicamente el 15 % se efectuaron con una distancia mayor a 100 puntos básicos (pb) en valor absoluto de esta tasa, lo cual es un indicador de la asociación a demanda de liquidez de la mayoría de las transacciones en este segmento del mercado. La presencia de operaciones asociadas a demanda de títulos se puede confirmar porque la tasa agregada de simultáneas siempre fue igual o inferior a la TPM (Figura 3, panel derecho).

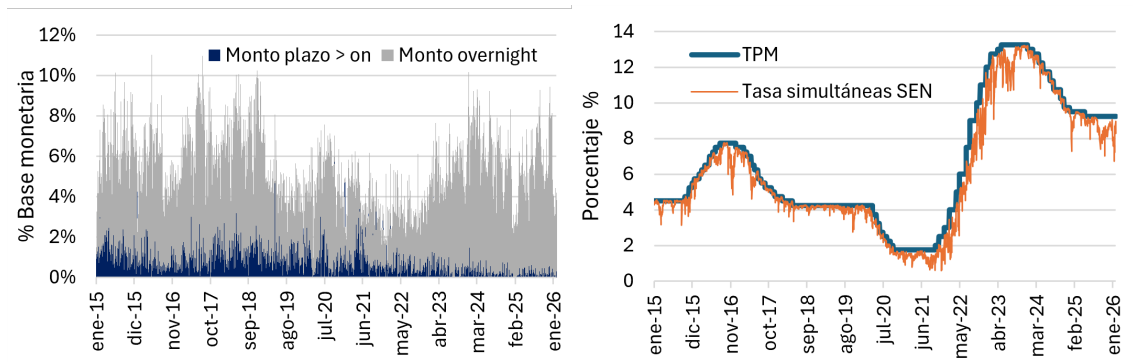


Figura 3: Operaciones simultáneas en SEN: Monto total diario por plazo pactado y tasa promedio negociada.

Nota: Datos diarios. La TPM se refiere a la tasa de política monetaria vigente y la tasa de simultáneas se calculó como un promedio ponderado por volumen. **Fuente:** Cálculos propios con información de Banco República.

En el panel izquierdo de la Figura 3 se puede observar, además, que el monto total transado en SEN como porcentaje de la base monetaria ha permanecido relativamente constante, aunque los montos negociados con plazo mayor al *overnight* han disminuido su participación durante casi los últimos 5 años. Si bien estudiar esta dinámica no es el objetivo de este documento, en trabajos posteriores se podría abordar este tema, en la medida en que se esperaría que, con el paso del tiempo, el mercado se desarrolle incrementando sus montos totales negociados y profundizando los plazos de sus operaciones, lo cual parece

²²Los cierres diarios del SEN se encuentran disponibles en la página web del BanRep.

²³No se incluyen las operaciones de transferencia temporal de valores (TTVs) ni fondos interasociados, las cuales representan cerca del 1 % del total de operación monetarias (Figura 1). Tampoco se incluyen las operaciones simultáneas negociadas en Master Trader que anualmente suelen representar menos del 25 % del monto total de operaciones simultáneas con deuda pública, pero que literatura reciente como Martínez-Ventura and León (2016) ha encontrado que pueden incorporar riesgo de contraparte en los precios negociados, entre otras cosas, por la naturaleza semi-ciega del sistema de negociación.

²⁴Se analizaron un poco más de 683 mil cierres de la rueda SIML del SEN.

no suceder.

Por otro lado, para las operaciones del banco central, en la Figura 4 se puede ver que durante el periodo analizado generalmente el saldo de expansión superó al de contracción acorde con la postura acreedora neta que mantiene el BanRep con el mercado. Solamente en dos periodos, durante la pandemia (2020) y desde 2023, las operaciones de contracción se mantuvieron en valores significativos. El aumento del saldo de las operaciones de contracción durante la pandemia fue consecuencia de las medidas excepcionales adoptadas por esta emergencia, mientras que el evidenciado desde 2023 puede estar relacionado con la implementación del nuevo esquema de operaciones de liquidez anunciado por el Banco Central²⁵.

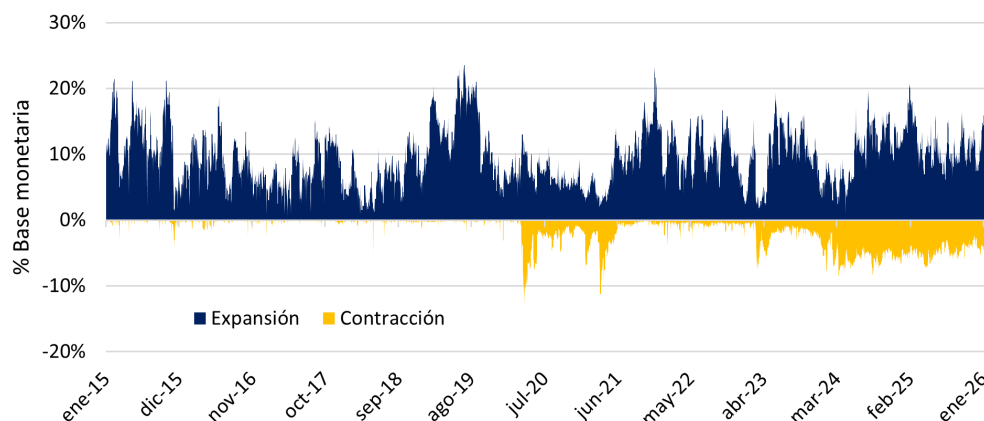


Figura 4: Saldo de operaciones monetarias del BanRep.

Nota: Saldos diarios como % de la base monetaria. En el saldo de expansión se incluye las operaciones repo por subasta a todos los plazos y la ventanilla. El saldo de contracción se expresa en negativo y también incluye las operaciones por subasta y la ventanilla. **Fuente:** Cálculos propios con información de Banco República.

4. Construcción de tasa de interés de liquidez colateralizada (LICA)

4.1. Agrupamiento de operaciones y cálculo de tasa

En esta sección, calculamos una tasa para el mercado monetario colombiano que busca reflejar el costo del dinero a un día a partir de un subgrupo de transacciones efectivas del segmento colateralizado, específicamente, del mercado de simultáneas del SEN, por lo cual se mitiga la inclusión de primas de riesgo de contraparte. Esta tasa, además, se podría conocer con tan solo unas horas de rezago.

Sobre el total de operaciones simultáneas de cada día pactadas a plazo *overnight* en el SEN entre 2015 y enero de 2026 se realizaron los siguientes pasos:

²⁵El comunicado del 31 de marzo de 2022 del BanRep titulado “Nuevo esquema de operaciones de liquidez del Banco de la República”, informa que la Junta Directiva de la entidad decidió ajustar el esquema de las operaciones de liquidez del Banco de la República en condiciones de normalidad a partir del 4 de abril de 2022.

- (I) **Detección de datos atípicos:** Se detectan y remueven los registros de operaciones con tasas de interés “atípicas” empleando el análisis de agrupamiento jerárquico basado en densidad en aplicaciones con ruido (HDBSCAN por sus siglas en inglés) presentado por Campello et al. (2013, 2015). Esto permite catalogar el ruido como aquellas operaciones con tasas que se encuentran en regiones no densas o alejadas frente a las demás tasas del día.
- (II) **Evaluación de la dispersión de las tasas de interés:** Sobre el conjunto de operaciones remanentes después del paso 1, se evalúa la dispersión de las tasas empleando rango y cantidad de valores únicos²⁶. Si se consideran con poca dispersión se interpreta que todas las transacciones remanentes están asociadas con demanda de liquidez. De lo contrario se procede con el paso III.
- (III) **Identificación de las operaciones relacionadas con demanda de liquidez:** Para los días en los que los datos tienen una alta dispersión, se clasifican las transacciones en dos grupos empleando el algoritmo de clasificación de Jenks. Este algoritmo, también denominado algoritmo Jenk-Fisher por George Jenks quien introdujo la idea, y Walter Fisher quien desarrolló las bases matemáticas del método, busca la formación de grupos homogéneos minimizando su dispersión intragrupal, y maximizando la varianza entre grupos²⁷. En particular para este caso, el algoritmo obtiene las posibles particiones en dos clases del conjunto de tasas pactadas en el día, y selecciona aquella partición que minimiza la suma de las desviaciones absolutas sobre las medianas de clase. Este método se seleccionó por ser adecuado para una clasificación basada en una sola variable numérica continua (la tasa de interés de la operación), su eficiencia en la ejecución computacional y la posibilidad de determinar el número de clases previamente (dos, que corresponden a transacciones asociadas con demanda de liquidez y transacciones asociadas con demanda de títulos que siguen presentes incluso después del primer paso).
- (IV) **Cálculo de la tasa LICA:** Esta se obtiene como la mediana ponderada por volumen del total de operaciones del día asociadas a liquidez. Es decir, la tasa para la cual la mitad del volumen negociado del día asociado a liquidez se realiza a tasas menores, y la otra mitad del volumen se realiza a tasas iguales o mayores.

La metodología propuesta acoge prácticas internacionales comunes, como basarse en transacciones efectivas, la exclusión de datos atípicos, tener en cuenta los montos negociados para el cálculo y el uso de la mediana para robustecer el indicador obtenido y protegerlo de sesgos que puedan generar transacciones inusuales²⁸. La aplicación de los algoritmos de clasificación para identificar el grupo de interés, hasta donde conocemos, es novedosa para este tipo de indicadores, y tiene la ventaja de determinar el porcentaje de operaciones a excluir del cálculo con base en la actividad de cada día en lugar de manejar un parámetro fijo, como el 20 % excluido para todos los días en el caso de la SOFR o el 25 % en el caso de la CORRA. Esto

²⁶Si el rango de tasas es superior a 0.1 % o hay más de 5 valores únicos de tasas los datos remanentes se consideran dispersos, de lo contrario no se consideran dispersos.

²⁷El algoritmo se discute en detalle en Slocum et al. (2022).

²⁸Por ejemplo, de las tasas de otros países mencionadas en este documento y basadas en transacciones colateralizadas, la SOFR y la TIIE de fondeo se calculan como medianas ponderadas por volumen, la CORRA como una mediana ponderada por volumen recortada, y la SARON como un promedio ponderado por volumen.

le permite capturar de mejor manera dinámicas diarias como el incremento (disminución) de operaciones asociadas a demanda de liquidez frente aquellas asociadas a demanda de títulos, y, por ende, capturar mejor el costo del dinero a un día.

Como ejercicios de robustez se realizaron variaciones a la metodología expuesta. Los resultados de estas variaciones no evidenciaron diferencias estadísticamente significativas y se presentan en el Anexo A-II.

4.2. Resultados

Del monto diario de operaciones simultáneas negociado en SEN a plazo *overnight*, se asoció en promedio el 81 % a demanda de liquidez (Figura 5). Sin embargo, este valor no fue estable. El 5 % de días de la muestra resultó con más del 50 % del monto diario transado asociado a operaciones por demanda de títulos. Lo anterior, confirma que, si bien en general dominan las transacciones por demanda de liquidez, para ciertos días puntuales es probable encontrar un volumen importante de transacciones asociadas a demanda por títulos. Esto también sugiere que elegir un porcentaje fijo de transacciones a excluir podría generar sesgos en el cálculo de la tasa, por lo que resulta adecuado determinarlo con base en el análisis de la información de cada día. La clasificación de las operaciones realizada es consistente con caracterizaciones presentes en trabajos como Roberto-Vargas and Rojas-Silva (2019), donde se encuentra que las operaciones con tasas inusualmente bajas podrían estar ligadas a coyunturas del mercado de deuda.

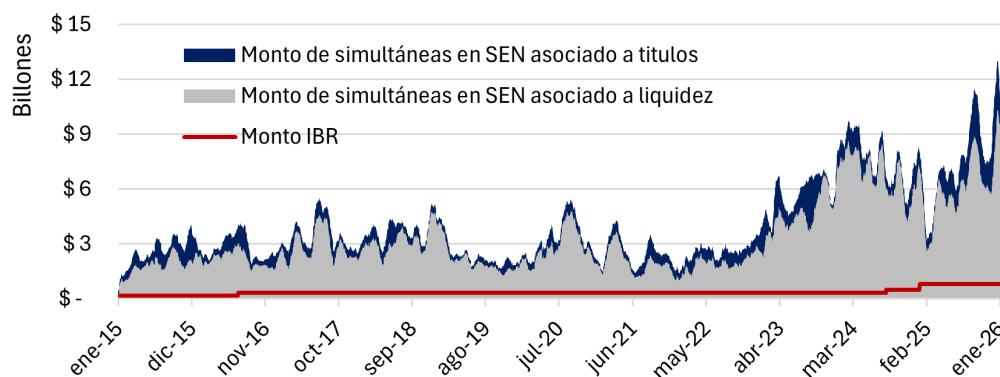


Figura 5: Clasificación de los montos de simultáneas negociados en SEN a plazo *overnight* según agrupamiento propuesto (áreas apiladas).

Nota: Datos diarios. Las series de simultáneas (títulos y liquidez) se presentan en promedios móviles de orden 20 (días hábiles) para mitigar su alta volatilidad y mejorar su visualización. Monto SEN asociado a liquidez se refiere al monto diario negociado en la primera rueda (SIML) del SEN asociado a demanda por liquidez empleando la clasificación propuesta, por su parte Monto SEN asociado a títulos se refiere al volumen restante negociado asociado a demanda de títulos. Monto IBR se refiere al monto total negociado bajo el esquema del IBR overnight (para 2025 este monto ascendió a COP 0,8 billones).

Fuente: Cálculos propios con información de Banco República.

Durante toda la muestra, el monto promedio diario empleado para calcular la tasa LICA propuesta fue COP 3,3 billones, y entre enero de 2025 y enero de 2026 COP 6,1 billones, montos superiores a los definidos bajo el esquema del IBR *overnight* (en 2025 ascendió a COP 0,8 billones). Además, tan solo en el 0,4 % de días (11) de la muestra el monto con el cual se calculó la tasa LICA resultó inferior al transado bajo el

esquema del IBR *overnight*²⁹. Finalmente, el número de operaciones diarias empleadas en promedio para el cálculo de la tasa propuesta fue de 148 (vs 16 del IBR).

En cuanto a la tasa LICA obtenida, durante casi la totalidad de la muestra (99.9 % de días) se ubicó dentro del corredor de tasas de ventanillas del banco central en línea con lo esperado³⁰. Además, su comportamiento fue similar al del IBR *overnight*, pero con una mayor variabilidad. Solo el 14 % de días de la muestra la tasa propuesta se alejó más de 5 puntos básicos del IBR *overnight*, y el 2 % de días en más de 10 puntos básicos en valor absoluto. Esto confirma que, si bien el monto diario transado bajo el esquema del IBR *overnight* es limitado frente a lo transado en el mercado de simultáneas, entre enero de 2015 y enero de 2026 su comportamiento ha reflejado generalmente lo que ocurre con el precio de la liquidez en las operaciones simultáneas del SEN.

Pese a lo anterior, 46 días de la muestra (1,7 %) presentaron desviaciones significativas (mayor a 40 puntos básicos en valor absoluto) entre la tasa LICA y el IBR *overnight*. Estos días se caracterizaron principalmente por abundancia de liquidez en el mercado, reflejada en saldos altos de depósitos de contracción recibidos por el BanRep en la ventanilla (a 100 pb por debajo de la TPM vigente)³¹, o días posteriores a vencimientos importantes de TES clase B³². En estos días, si bien el IBR *overnight* fue en promedio inferior en 7 puntos básicos a la TPM, la tasa LICA fue más sensible a la abundancia de liquidez en el mercado y se desvió en promedio -76 puntos básicos frente a la TPM. Así, en esos días puntuales, las entidades financieras que participan en el SEN pudieron acceder a liquidez a tasas significativamente más bajas que la TPM (si se tiene en cuenta que usualmente, la Junta Directiva del BanRep ajusta la TPM con cambios de 25 pb).

En conclusión, la tasa propuesta demostró que puede ser una buena referencia para el costo del dinero a un día al tener un comportamiento coherente con el IBR *overnight* durante la mayoría de los días analizados, pero con mayor variabilidad. Esta mayor variabilidad puede aprovecharse por parte de la autoridad monetaria para analizar los momentos en donde se separe de manera importante del IBR, lo cual, a la fecha, ha ocurrido más en periodos donde se evidencia abundancia de liquidez que no se captura de forma tan marcada.

5. Relación entre el diferencial Tasa LICA – TPM y la actividad diaria de ventanillas del Banco Central

Trabajos como Würtz (2003) y Linzert and Schmidt (2011), explican el comportamiento del diferencial entre la tasa de referencia EONIA y la tasa de política del Banco Central Europeo empleando variables

²⁹Estos 11 días estuvieron muy cerca de fines de año, periodo en el que la liquidez de varios mercados suele disminuir considerablemente.

³⁰En el Anexo A-III se presenta un modelo simplificado que resulta útil para ilustrar el comportamiento esperado de una tasa de mercado *overnight* que refleje el precio de la liquidez (como el IBR o la LICA), en un contexto como el colombiano.

³¹Por ejemplo, el 26 y 27 de marzo de 2020. En esos días, el saldo de contracción del BanRep ascendió a COP 10 y 11 billones, respectivamente, niveles históricamente altos si se comparan con el promedio mantenido entre 2018 y 2019 (COP 0,2 billones), o el valor máximo del mismo periodo (COP 4,3 billones).

³²Por ejemplo, el 24 y 27 de febrero de 2023. Días posteriores al vencimiento de TES clase B del día 23 de ese mes, el cual implicó un pago del Ministerio de Hacienda a los tenedores de estos títulos por más de COP 13 billones.

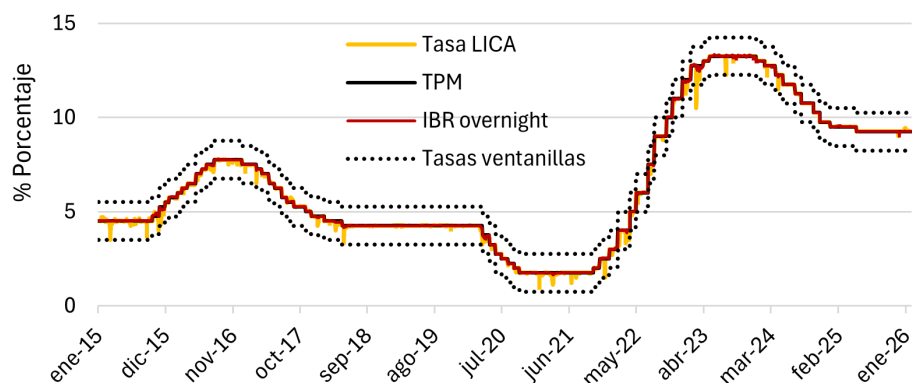


Figura 6: Tasa de política monetaria, IBR *overnight* y LICA.

Nota: Datos diarios. Tasa LICA se refiere a la tasa de liquidez colateralizada calculada con las transacciones de la primera rueda (SIML) del SEN asociadas a demanda por liquidez. TPM se refiere a la Tasa de Política Monetaria vigente. Las líneas punteadas representan las tasas de las ventanillas de expansión (alta) y contracción (baja) del BanRep.

Fuente: Cálculos propios con información de Banco República.

que capturan necesidades/excesos de liquidez del sistema financiero, volatilidad de las tasas de interés y efectos calendario. Para Colombia, Cardozo et al. (2022) y Gamboa and Sanín (2024) replicaron esta clase de ejercicios, encontrando relaciones estadísticamente significativas del diferencial entre el IBR *overnight* y la tasa de política monetaria con variables como el exceso de reserva del sistema financiero, entre otras.

En línea con los trabajos mencionados, encontrar que el diferencial entre la tasa LICA y la tasa de política monetaria se relaciona de la manera esperada con variables que evidencian el exceso o escasez de recursos líquidos del sistema financiero, como el saldo de ventanilla de contracción, contribuye a validar que el comportamiento de la tasa LICA (Figura 6) estaría captando el precio del dinero a un día.

En la medida en que diariamente el BanRep recibe liquidez de manera ilimitada a través de su ventanilla de contracción y remunera estos recursos a TPM menos 100 puntos base, se espera que cuando el saldo de esta ventanilla sea significativo el precio del dinero a 1 día sea en promedio inferior a cuando esto no ocurre. Un saldo de ventanilla de contracción alto refleja abundancia de liquidez, ya que las entidades financieras no encontraron en el mercado una remuneración más cercana a la tasa de política para sus recursos. Lo anterior sería equivalente a una relación contemporánea negativa entre el diferencial LICA-TPM y el saldo de ventanilla de contracción.

Empleando datos diarios entre enero de 2015 y marzo de 2022³³, se estimó un modelo E-GARCH con

³³En la Tabla B-1 del Anexo B también se presenta una estimación para el periodo entre enero de 2015 y enero de 2026 que ratifica la relación contemporánea negativa esperada entre el diferencial (LICA-TPM) y el saldo de la ventanilla de contracción. Sin embargo, se presentan los resultados de la estimación hasta marzo de 2022 porque mediante una regresión lineal por mínimos cuadrados ordinarios con corrección por heterocedasticidad, entre el diferencial LICA-TPM como variable dependiente y los saldos de las ventanillas de contracción y expansión como variables exógenas, se encontró un cambio estructural en esa fecha en la relación entre las variables (Anexo B, Tabla B-2). El cambio estructural coincide con el comunicado del 31 de marzo de 2022 del BanRep titulado “Nuevo esquema de operaciones de liquidez del Banco de la República”, donde se informa que la Junta Directiva de la entidad decidió ajustar el esquema de las operaciones de liquidez del Banco de la República en condiciones de normalidad a partir del 4 de abril de 2022. Además, desde esta fecha variables como el saldo de la ventanilla de contracción dejaban de ser estacionarias y exhibían una clara tendencia creciente junto

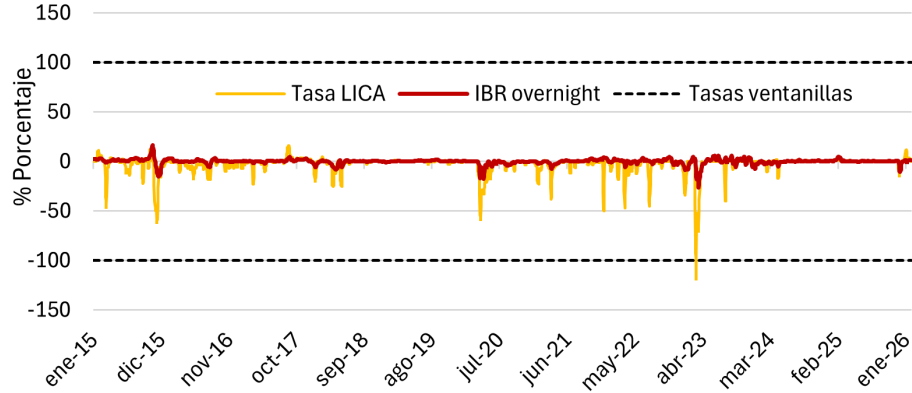


Figura 7: **Diferencia del IBR *overnight* y LICA frente a la tasa de política monetaria.**

Nota: Datos diarios. Las series se presentan en promedios móviles de orden 5 (días hábiles) para mitigar su alta volatilidad y mejorar su visualización. Todas las series corresponden a la diferencia entre el indicador mencionado y la tasa de política monetaria vigente. Tasa LICA se refiere a la tasa de liquidez colateralizada calculada con las transacciones de la primera rueda (SIML) del SEN asociadas a demanda por liquidez. Las líneas punteadas representan las tasas de las ventanillas de expansión (alta) y contracción (baja) del BanRep. **Fuente:** Cálculos propios con información de Banco República.

el diferencial LICA-TPM (Figura 7), como variable dependiente, y el saldo de la ventanilla de contracción como variable exógena en la ecuación de la media (Ver Cuadro 1). La metodología coincide con la empleada por Cardozo et al. (2022) y Gamboa and Sanín (2024), y permite modelar la media de la variable dependiente y también sus picos de volatilidad, los cuales son propios en series financieras diarias como aquellas con las que se cuenta. Además, frente a la estimación GARCH, la metodología empleada tiene la ventaja de no imponer condiciones de no negatividad sobre los parámetros de la ecuación de la varianza y capturar efectos asimétricos de los errores rezagados de esta³⁴. Todas las series de tiempo usadas en la estimación resultaron estacionarias (Anexo B, Tabla B-5). En los Cuadros 1 y 2, se describen las variables y se presentan los resultados.

a un cambio de nivel. Todo lo anterior evidencia que se pudo presentar un comportamiento no comparable con lo visto anteriormente y que para un correcto modelamiento de la relación entre las series se deben incorporar otras variables que pudieron verse afectadas por la decisión del BanRep.

³⁴Previo a la estimación de la especificación E-GARCH, se estimó un modelo GARCH (1,1) que arrojó coeficientes significativos para todas las variables empleadas, pero para la ecuación de la varianza no garantizaban estacionariedad de esta (Anexo B, Tabla B-4). Por esto, se procedió a estimar la relación empleando un modelo E-GARCH (1,1), el cual es más flexible al no imponer condiciones de no negatividad en los parámetros de la ecuación de la varianza. La selección de esta metodología para modelar el comportamiento del diferencial de tasas está en línea con Cardozo et al. (2022) y Gamboa and Sanín (2024), que estiman el diferencial entre el IBR y la TPM en función de otras variables empleando modelos E-GARCH (1,1) por las ventajas descritas.

Variable	Descripción
$(LICA - TPM)_t$	Diferencial entre la tasa LICA calculada y la tasa de política monetaria en t .
$\Delta V_t^{\text{contracción}}$	Saldo de la ventanilla de contracción como proporción de la reserva requerida (en primera diferencia).
fin_mes_t	Dummy de efecto calendario. *
dee_t	Dummy de eventos extremos. **

Cuadro 1: **Variables incluidas en la estimación E-GARCH.**

*La Dummy de efecto calendario toma el valor de 1 para el último día hábil del mes. **La Dummy de eventos extremos toma el valor de 1 para los días que presentan un diferencial LICA-TPM más alto (bajo) que 2 veces la desviación estándar del diferencial más (menos) la media.

Componente	Variable	Coefficiente	P > z	[95 % conf. intervalo]	
Ecuación de la media	$\Delta V_t^{\text{contracción}}$	-4.593	0.01	-8.019	-1.167
	$\text{fin_mes}(t)$	-0.172	0.10	-0.375	0.031
	$\text{dee}(t)$	-34.803	0.00	-35.719	-33.887
(AR)	$LICA-TPM(t-1)$	0.769	0.00	0.728	0.810
(MA)	$E(t-1)$	-0.256	0.00	-0.319	-0.194
	$E(t-2)$	-0.084	0.00	-0.135	-0.033
Ecuación de la volatilidad condicional	$EARCH(1)$	-0.041	0.01	-0.071	-0.011
	$EARCH_A$	0.396	0.00	0.365	0.428
	$EGARCH(1)$	0.840	0.00	0.828	0.851
	Constante	0.071	0.00	0.046	0.096

Cuadro 2: **Relación entre el diferencial LICA-TPM y el saldo de la ventanilla de contracción del BanRep Modelo E-GARCH (1,1).**

*La estimación empleó 1767 observaciones diarias, correspondientes al periodo entre enero de 2015 y marzo de 2022. El componente de media móvil se incluyó con el fin de corregir problemas de correlación serial identificados en las funciones de autocorrelación y de autocorrelación parcial. Además, la estimación supone que los errores siguen una distribución t (5) teniendo en cuenta que la prueba de normalidad sobre los mismos se rechazó, y que su gráfica exhibe un comportamiento con mayor curtosis que la distribución normal (Anexo B, Tabla B-7 y Figura B-1).

La estimación del modelo (Cuadro 2), arrojó los signos esperados para los coeficientes de la media, confirmando la relación negativa esperada entre el diferencial (LICA-TPM) y el saldo de la ventanilla de contracción ($\Delta V_t^{\text{contracción}}$). Además, todos los coeficientes resultaron estadísticamente significativos individualmente y de manera conjunta³⁵. Finalmente, la estimación permitió confirmar que el diferencial LICA-TPM, en línea con los resultados de Cardozo et al. (2022) y Gamboa and Sanín (2024) sobre el diferencial IBR-TPM, es afectado por efectos calendario (fin_mes) y también tiene un comportamiento persistente: coeficiente autorregresivo cercano a uno y significativo.

La prueba de autocorrelación de los errores no arrojó evidencia estadística sobre presencia de esta

³⁵La significancia conjunta se evaluó mediante el test de Wald y los resultados se reportan en la Tabla B-6 del Anexo B.

(Anexo B, Tabla B-8). Además, para evaluar la estabilidad de los coeficientes, la especificación se estimó mediante ventanas rodantes sobre la muestra. Estos resultados se presentan en el Anexo B (Tabla B-9), en donde se evidencian cambios de magnitudes para algunos coeficientes, pero estabilidad en los signos de todos estos. Finalmente, variaciones de la especificación elegida mantuvieron los resultados de significancia y signo para las variables de interés (Anexo B, tablas B-1, B-10 y B-11).

6. Conclusiones

Del monto diario total de operaciones simultáneas negociado en SEN a plazo *overnight*, se asoció en promedio el 81 % a demanda de liquidez. Esta identificación de las operaciones permitió obtener una tasa que mide el costo al cual se fondean las entidades financieras en el mercado colateralizado colombiano. La tasa obtenida, alternativa al IBR *overnight*, puede servir como complemento para el precio del dinero a un día, podría ser publicada con tan solo un día de rezago, y, ampliaría la oferta de información de referencia del mercado monetario colombiano.

Tener un seguimiento adecuado del costo del dinero en el mercado monetario resulta importante para la implementación de la política monetaria bajo el esquema de inflación objetivo, ya que, si se presentan diferencias significativas y persistentes frente a la tasa de política, en la práctica, la postura de la autoridad monetaria diferiría de la anunciada.

La tasa de liquidez colateralizada: LICA, se calcula a partir de montos diarios con mayor representatividad del mercado monetario frente a los del IBR *overnight*. Entre 2025 y enero de 2026, el IBR *overnight* se calculó a partir de operaciones diarias de COP 0,8 billones, mientras que para el mismo periodo la tasa propuesta se calculó con operaciones diarias de COP 6,1 billones en promedio. Además, la tasa LICA propuesta mitiga las primas de riesgo de contraparte al igual que el esquema del IBR. Esto se debe a que la tasa se obtiene a partir de un sistema de negociación ciego, sin cupos de contraparte, con agentes y colaterales con características similares. Asimismo, esta tasa también permite una influencia desigual de cada entidad involucrada en su cálculo con base en su volumen transado, en contraste con la asignación de pesos homogéneos que se hace en el IBR *overnight*.

Frente a las tasas SOFR y CORRA, referentes del mercado monetario de Estados Unidos y Canadá, la metodología propuesta en este documento tiene la ventaja de permitir excluir las operaciones asociadas a demanda de títulos con base en la información de cada día y no empleando un parámetro fijo. Esto es relevante porque, aunque las transacciones por demanda de liquidez dominan en promedio la información diaria analizada, existen días puntuales donde hay un porcentaje importante de transacciones asociadas a demanda por títulos. Así, la clasificación propuesta de las operaciones simultáneas contribuye a la discusión internacional sobre nuevas tasas de referencia del mercado monetario, a la evaluación de la intervención monetaria diaria del Banco Central, y, facilita el desarrollo de trabajos posteriores que requieran aislar los impactos provenientes del mercado de deuda pública en este segmento del mercado monetario.

El comportamiento de la tasa obtenida estuvo acorde con lo esperado para un indicador del precio de liquidez a un día bajo un contexto como el colombiano, esto es: encontrarse alrededor de la tasa de política monetaria vigente y, salvo situaciones excepcionales, dentro del corredor de tasas de ventanillas que maneja el Banco Central. Además, la tasa propuesta demostró ser más sensible que el IBR *overnight* ante

evidencia fuerte de gran abundancia de liquidez en el mercado, como saldos altos de contracción recibidos por el BanRep a 100 puntos base por debajo de la TPM vigente (tasa de ventanilla de contracción), o vencimientos importantes de TES clase B.

Para confirmar esto último, empleando un modelo E-GARCH estudiamos la relación contemporánea del diferencial de la tasa LICA y la de política monetaria, con la actividad diaria de ventanillas del Banco Central. Con esto, identificamos una relación negativa, fuerte y significativa entre el saldo de ventanilla de contracción del BanRep y el spread de tasas.

Además de contar con tasas atípicas, las operaciones simultáneas asociadas a demanda de títulos siguieron patrones esperados como en promedio ejecutarse más tarde que aquellas asociadas a demanda de liquidez, o, en su mayoría concentrarse en ciertas entidades. Aún así, en trabajos posteriores se podría integrar información reservada del mercado de deuda pública. Esto permitiría validar si los colaterales involucrados en las operaciones clasificadas como demanda de títulos siguieron ciertos patrones en los días cercanos a la operación, como por ejemplo, desvalorizaciones relacionadas a estrategias en corto, entre otros, que permitan seguir confirmando la robustez de la clasificación de operaciones realizada.

Referencias

- Armantier, O., Krieger, S., and McAndrews, J. (2008). The federal reserve’s term auction facility. Disponible en Semantic Scholar (CorpusID:1579739).
- Asobancaria (2019). Transición a nuevas tasas de referencia en el mercado monetario. Semana Económica, edición 1195. Semana Económica, ed. 1195.
- Asobancaria (2024). Posiciones atadas al ibr. Disponible en el sitio web de Asobancaria: <https://www.asobancaria.com/ibr/>.
- Asobancaria (2025). Reglamento del indicador bancario de referencia (ibr). Disponible en el sitio web de Asobancaria: <https://www.asobancaria.com/ibr/>.
- Banco de la República (2024). Informe de la junta directiva al congreso de la república. recuadro 3: Suministro de liquidez por parte del banco de la república, 2023–2024. Disponible en el repositorio del Banco de la República.
- Campello, R. J. G. B., Moulavi, D., and Sander, J. (2013). Density-based clustering based on hierarchical density estimates. In *Proceedings of the 17th Pacific-Asia Conference on Knowledge Discovery in Databases (PAKDD 2013)*, volume 7819 of *Lecture Notes in Computer Science*, pages 160–172. Springer.
- Campello, R. J. G. B., Moulavi, D., Zimek, A., and Sander, J. (2015). Hierarchical density estimates for data clustering, visualization, and outlier detection. *ACM Transactions on Knowledge Discovery from Data (TKDD)*, 10(5):1–51.
- Cardozo, P., Gamboa-Estrada, F., Lemus, J., and Vanegas, F. (2022). ¿por qué en 2019 los altos niveles de repos no generaron una desviación significativa del ibr overnight frente a la tasa de política monetaria? In *Reporte de Mercados Financieros, III trimestre de 2022*, pages 87–98. Banco de la República.
- Cardozo-Ortiz, P. A., Huertas-Campos, C. A., Parra-Polanía, J. A., and Patiño-Echeverri, L. V. (2016). El mercado interbancario colombiano y el suministro de liquidez del banco de la república. *Monetaria (CEMLA)*, 38(2):167–208.
- Corradin, S., Eisenschmidt, J., Hoerova, M., Linzert, T., Schepens, G., and Sigaux, J.-D. (2020). Money markets, central bank balance sheet and regulation. Technical Report 2483, European Central Bank.
- Di Luigi, C., Perrella, A., and Ruggieri, A. (2024). The fundamental role of the repo market and central clearing. Technical Report 48, Bank of Italy. Directorate General for Markets and Payment System.
- Gamboa, F. and Sanín, S. (2024). Análisis de la relación entre el diferencial de tasas y la demanda de liquidez del sistema financiero. In *Reporte de Mercados Financieros, II trimestre de 2024*, pages 45–51. Banco de la República.
- León, C. (2012). Implied probabilities of default from colombian money market spreads: The merton model under equity market informational constraints. Technical Report 743, Banco de la República de Colombia.

- León, C., Machado-Franco, C. L., and Sarmiento, M. (2018). Identifying central bank liquidity super-spreaders in interbank funds networks. *Journal of Financial Stability*, 35:75–92.
- León, C. and Miguélez, J. (2021). Interbank relationship lending: A network perspective. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 573. Clave 2021a.
- León, C. and Sarmiento, M. (2016). Liquidity and counterparty risks tradeoff in money market networks. Technical Report 936, Banco de la República de Colombia.
- Linzert, T. and Schmidt, S. (2011). What explains the spread between the euro overnight rate and the ecb’s policy rate? *International Journal of Finance & Economics*, 16(3):275–289.
- Martínez-Ventura, C. and León, C. (2016). The cost of collateralized borrowing in the colombian money market: Does connectedness matter? *Journal of Financial Stability*, 25:193–205.
- Roberto-Vargas, V. and Rojas-Silva, K. (2019). Análisis de montos y tasas del mercado de simultáneas en colombia. *ODEON*, (17). Available at SSRN: 3620365.
- Slocum, T. A., McMaster, R. B., Kessler, F. C., and Howard, H. H. (2022). *Thematic Cartography and Geovisualization*. CRC Press, 4 edition.
- Tsay, R. S. (2005). *Analysis of Financial Time Series*. John Wiley & Sons, 2 edition.
- Würtz, F. R. (2003). A comprehensive model on the euro overnight rate. SSRN Working Paper. Disponible en SSRN: 376231.

Anexos

Anexo A:

I. Metodologías de tasas de referencia de corto plazo a nivel internacional:

SOFR en Estados Unidos

Según la Reserva Federal de Nueva York, la Secured Overnight Financing Rate (SOFR) es calculada con las operaciones diarias de recompra (repo) garantizadas con bonos del Tesoro. Las operaciones colateralizadas tenidas en cuenta provienen de varias fuentes, y con el fin de mitigar la influencia de aquellas asociadas con demanda de títulos en la medición del costo del dinero, se excluye de una de esas fuentes el 20% del volumen negociado con la tasa más baja. Para obtener el indicador se obtiene la mediana ponderada por volumen de las operaciones seleccionadas, es decir, la tasa asociada con las transacciones del percentil 50 del volumen transado. Los detalles adicionales del cálculo de la tasa pueden consultarse en <https://www.newyorkfed.org/markets/reference-rates/sofr>

SARON en Suiza

Según SIX, empresa de infraestructura de mercado financiero de Suiza, la Swiss Average Rate Overnight (SARON) es calculada con transacciones y cotizaciones de operaciones repo de la plataforma de negociación SIX Repo, las cuales cumplen los parámetros de filtro establecidos. Los filtros sobre las transacciones y las cotizaciones se establecen para minimizar las posibilidades de manipulación. Para obtener el indicador se obtiene el promedio ponderado por volumen de las operaciones seleccionadas. Los detalles adicionales del cálculo de la tasa pueden consultarse en: <https://www.six-group.com/en/market-data/indices/switzerland/saron.html>

CORRA en Canadá

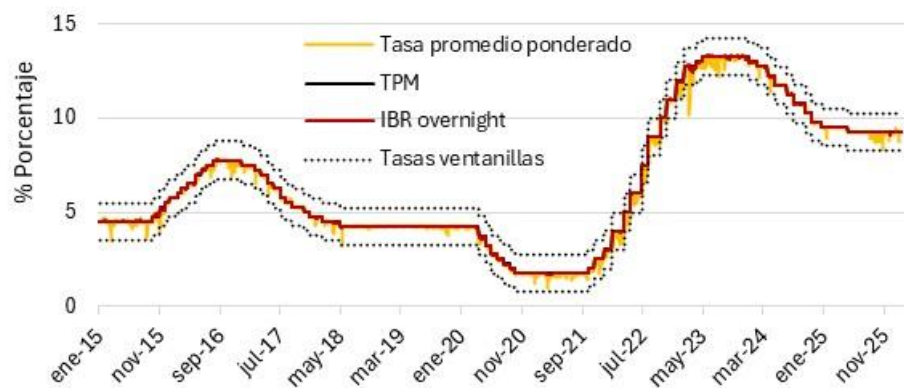
Según el Banco de Canadá, la Canadian Overnight Repo Rate Average (CORRA) es calculada con las transacciones repo diarias del Sistema de Operaciones de mercado (MTRS por sus siglas en inglés) que cumplen los criterios de elegibilidad. En el cálculo se incluyen operaciones repo, repo reverso y simultáneas en las que se utilizan letras y bonos del Tesoro del Gobierno de Canadá como garantía y que se liquidan en dólares canadienses. Se excluyen las operaciones con el Banco central, aquellas a plazo diferente a *overnight*, las que su primera etapa no se liquida en t+0, entre otras. Para obtener el indicador, se ordenan las operaciones repo elegibles desde la tasa más baja hasta la más alta y se elimina el 25 % del volumen de operaciones con las tasas más bajas para mitigar la influencia de aquellas asociadas con demanda de títulos en la medición del costo del dinero. Posteriormente se obtiene el indicador como la tasa mediana ponderada por volumen de las operaciones de recompra restantes, es decir, la tasa en la que la mitad del volumen de negociación restante está por encima y la otra mitad por debajo. Los detalles adicionales del cálculo de la tasa pueden consultarse en: <https://www.bankofcanada.ca/rates/interest-rates/corra/methodology-calculating-corra/>

TIIE en Mexico

Según el Banco de Mexico, la Tasa de Interés Interbancaria de Equilibrio (TIIE) de Fondeo es calculada con las operaciones de reporto a plazo de un día hábil bancario con títulos emitidos por el Gobierno Federal, el Instituto de Protección al Ahorro Bancario (IPAB) y el Banco de México, liquidadas en el sistema de entrega contra pago en la S.D. Indeval. De la base de datos se excluyen aquellas operaciones que son pactadas entre instituciones del mismo grupo financiero. Para la obtención del indicador se calcula la mediana ponderada por volumen de la tasa de interés pagada en las transacciones de fondeo mencionadas. Los detalles adicionales del cálculo de la tasa pueden consultarse en: <https://www.banxico.org.mx/mercados/d/%7B3F620274-54CA-0261-E055-775AFEDB0A0F%7D.pdf>

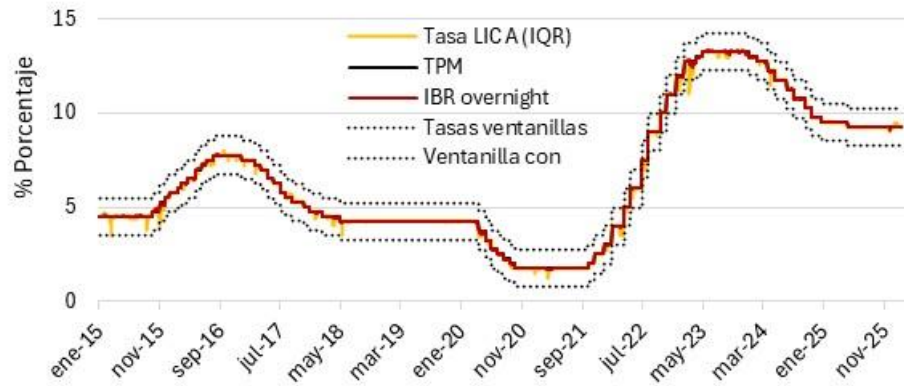
II. Tasa LICA con variaciones en la metodología de cálculo

Grafica A-1: Tasa LICA como promedio ponderado



La tasa LICA obtenida como la mediana ponderada por volumen del total de operaciones asociadas a demanda de liquidez (tasa para la cual la mitad del volumen negociado del día se realiza a tasas menores, y la otra mitad del volumen se realiza a tasas iguales o mayores) fue estadísticamente igual a la obtenida como promedio ponderado. En particular, la prueba t para igualdad de medias arrojó un p-valor de 0.6302, mientras que la prueba F para igualdad de varianzas dio un p-valor de 0.8578.

Grafica A-2: Tasa LICA con detección de datos atípicos mediante rango intercuartílico



La tasa LICA obtenida a partir de la identificación de operaciones por demanda de liquidez usando la detección de datos atípicos mediante el criterio de rango intercuartílico fue estadísticamente igual a la obtenida empleando el algoritmo HDBSCAN. En particular, la prueba t para igualdad de medias arrojó un p-valor de 0.941, mientras que la prueba F para igualdad de varianzas dio un p-valor de 0.9682.

III. Modelo de corredor de tasas con ventanillas y subasta

Bajo un esquema de operación con ventanillas al final del día y subasta a medio día como el del Banco de la República, se esperaría que el comportamiento de una tasa de mercado *overnight* que refleje el precio de la liquidez ($i_{liq}^* = f(i_{liq})$) entre entidades financieras esté acotado entre un piso y un techo. A lo largo del tiempo este esquema de corredor de tasas con ventanillas se ha representado de diferentes formas, como en Woodford (2001) y Whitesell (2006).

En línea con estas representaciones, a continuación, se presentará un modelo simplificado del sistema de corredor de tasas, que supone neutralidad al riesgo de las entidades, ausencia de costos de transacción, entre otras cosas, pero que resulta útil para ilustrar el comportamiento esperado de una tasa de mercado *overnight* que refleje el precio de la liquidez en un contexto como el colombiano:

- *TPM* es la tasa de política monetaria.
- La tasa de ventanilla de expansión se define como $i_{max} = TPM + 1$. Dado que al final de todos los días el banco central está dispuesto a entregar liquidez sin monto límite a esta tasa a través de la ventanilla de expansión, ningún agente tiene incentivos a pedir prestado a un homologado a una tasa mayor a i_{max} .
- La tasa de ventanilla de contracción se define como $i_{min} = TPM - 1$. Dado que al final de todos los días el banco central está dispuesto a recibir liquidez sin monto límite a esta tasa a

través de la ventanilla de contracción, ningún agente tiene incentivos a prestar a un homologado a una tasa menor a i_{min} .

Con lo anterior, la primera condición para el comportamiento de la tasa *overnight* que refleja el precio de la liquidez (i_{liq}^*) es:

$$i_{min} \leq i_{liq}^* \leq i_{max} \quad \textbf{Primera condición [1]}$$

Sin embargo, este comportamiento, usual en los modelos de corredor de tasas, se podría restringir aún más para el caso colombiano incorporando el valor esperado de la tasa de la subasta de expansión del banco central i_{sub} que se forma a medio día.

Si al inicio del día, en el mercado monetario hay j entidades con déficit de liquidez, donde la entidad j -ésima es E_j , y n entidades con superávit de liquidez, donde la entidad n -ésima es E_n , se puede representar la interacción de elecciones discretas¹ de la siguiente forma:

- Las j entidades deficitarias cuentan con 3 estrategias para obtener liquidez:
 - ✓ Participar del mercado interbancario pagando i_{liq} por la liquidez. El pago asociado a esta estrategia sería $-i_{liq}$, costo asumido por la liquidez.
 - ✓ Esperar hasta la subasta de medio día del banco central pagando i_{sub} por la liquidez asignada con probabilidad $p \in [0,1]$ en la subasta, y el restante demandarlo en la ventanilla de expansión a i_{max} . Como en el contexto colombiano la asignación de liquidez en la subasta se da con una alta probabilidad², el pago original de esta estrategia $[-i_{sub} * p] + [-i_{max} * (1 - p)]$ puede reducirse a $-i_{sub}$ dado que $p \approx 1$.
 - ✓ Esperar hasta el final del día para obtener todo su requerimiento de liquidez por la ventanilla de expansión a i_{max} . El pago asociado a esta estrategia sería $-i_{max}$, costo asumido por la liquidez.
- Las n entidades superavitarias cuentan con 2 estrategias:
 - ✓ Prestar a sus homólogos liquidez recibiendo i_{liq} .
 - ✓ Dejar su liquidez en la ventanilla de contracción a i_{min} .

¹ No se contemplan la combinación de elecciones, o elecciones mixtas, para simplificar la notación.

² Durante el periodo estudiado, enero 2015 a enero 2026, el % de utilización de cupo de la subasta de expansión del BanRep fue 67% en promedio. Tan solo en el 1% de los días de la muestra este cupo resultó inferior al monto demandado.

Tabla A-1: Representación de matriz de pagos

$E_n(\text{Sup}) / E_j(\text{Def})$	Interbancario	Subasta	Ventanilla
Interbancario	$(i_{liq}, -i_{liq})$	$(i_{min}, -i_{sub})$	$(i_{min}, -i_{max})$
Ventanilla	$(i_{min}, -i_{sub})$	$(i_{min}, -i_{sub})$	$(i_{min}, -i_{max})$

Nótese que todos los pagos para la entidad deficitaria son negativos dado que su objetivo es minimizar la tasa a la cual accede a la liquidez. Lo contrario sucede para la entidad superavitaria quien busca maximizar lo recibido.

Con lo anterior, para que la estrategia de participar en el mercado interbancario se configure como mejor respuesta para ambos tipos de entidades se deben garantizar los siguientes incentivos:

- Para las n entidades superavitarias es necesario que $i_{liq} \geq i_{min}$. Los homólogos deficitarios deben garantizarles a las entidades superavitarias un pago igual o superior a la tasa de la ventanilla de contracción del banco central.
- Para las j entidades deficitarias se necesita que $i_{liq} \leq E[i_{sub}]^j$. Esto porque al medio día, a través de la subasta del banco central, las entidades pueden acceder a liquidez con una probabilidad cercana a 1 a la tasa i_{sub} . Cuando las entidades deficitarias perciben tasas más altas de sus homólogos en el mercado monetario que aquella esperada para la subasta, pueden esperar hasta el medio día para acceder a la liquidez requerida. Nótese que se habla del valor esperado de la tasa de la subasta $E[i_{sub}]$, porque la interacción entre entidades en el mercado monetario suele ocurrir antes que esta tasa se conozca, razón por la cual existe incertidumbre sobre ella y la decisión de participar del interbancario se debe hacer con base en su valor esperado.

Juntando ambas condiciones, y suponiendo que $E[i_{sub}]^j$ es el mismo para todas las entidades deficitarias, se tendría entonces que:

$$i_{min} \leq i_{liq}^* \leq E(i_{sub}) \quad \textbf{Segunda condición [2]}$$

Teniendo en cuenta que, entre enero de 2015 y enero de 2026, en el 97% de días la tasa de corte de la subasta fue la mínima posible (TPM), es plausible pensar que $E(i_{sub}) \approx TPM$. Es decir, que el valor esperado por las entidades deficitarias en la mañana para la tasa de la subasta de expansión de medio día es aproximadamente la TPM para la mayoría de los días.

Con lo anterior, la segunda condición para la tasa de liquidez se podría escribir como:

$$i_{min} \leq i_{liq}^* \leq TPM$$

En conclusión, se esperaría que generalmente la tasa *overnight* que refleje el precio de la liquidez en el contexto colombiano sea superior a la tasa de ventanilla de contracción del banco central e inferior a la tasa de política monetaria. Un factor clave que determinaría la cercanía a un límite o el otro, sería el poder de negociación de las entidades deficitarias. Este poder de negociación estaría estrechamente ligado a la diferencia entre la suma de superávits de liquidez y la suma de déficits de liquidez. Además, la representación anterior se podría ampliar incluyendo un factor de impaciencia por la liquidez, que determina el spread sobre el $E(i_{sub})$ o *TPM*, que las entidades estarían dispuestas a asumir por encontrar útil acceder a los recursos en el mercado interbancario en la mañana, antes de la subasta de medio día del banco central.

Anexo B: Estimaciones auxiliares del modelo E-GARCH (1,1)

Tabla B-1: Variación de la especificación E-GARCH (1,1) para toda la muestra*
Máxima verosimilitud

Componente	Variable	Coefficiente	P> z	[95% conf.interval]	
Ecuación de la media	V_contraccion (t)	-7.079	0.000	-8.973	-5.185
	dee (t)	-67.084	0.000	-67.443	-66.726
	dt (t)	0.096	0.000	0.082	0.109
(AR)	LICA-TPM (t-1)	0.757	0.000	0.714	0.800
(MA)	E (t-1)	-0.348	0.000	-0.405	-0.290
Ecuación de la volatilidad condicional	EARCH (1)	-0.058	0.000	-0.063	-0.053
	EARCH_A	0.171	0.000	0.168	0.175
	EGARCH (1)	1.000	0.000	1.000	1.001
	Constante	0.065	0.000	0.063	0.066

*La estimación empleó 2701 observaciones diarias, que comprende el periodo de enero de 2015 a enero de 2026. Se incluyó una Dummy de tendencia (dt) dado que el saldo de la ventanilla de contracción dejaba de ser estacionaria y exhibía una clara tendencia creciente junto a un cambio de nivel posterior al comunicado del 31 de marzo de 2022 del BanRep titulado “Nuevo esquema de operaciones de liquidez del Banco de la República”.

Tabla B-2: Regresión lineal con cambio estructural
Mínimos cuadrados ordinarios

Spread LICA-TPM	Robust HC3					
	Coefficiente	std. err.	t	P> t	[95% conf.interval]	
Saldo ventanilla expansión	0.1	0.0	3.32	0.001	0.0	0.1
Saldo ventanilla contracción	-239.3	30.4	-7.88	0	-298.9	-179.8
Dummy pendiente*	256.1	30.5	8.39	0	196.2	315.9
Dummy intercepto**	-4.7	0.9	-5.37	0	-6.5	-3.0
Constante	-0.3	0.3	-1.13	0.26	-0.9	0.2

*La variable Dummy pendiente toma valor de 0 antes del 1 de abril de 2022 y posterior a esa fecha toma el valor del saldo de la ventanilla de contracción. **La variable Dummy intercepto toma valor de 0 antes del 1 de abril de 2022 y posterior a esa fecha toma el valor de 1. La estimación se realizó con errores corregidos por heterocedasticidad.

Tabla B-3: Test LM de efecto ARCH para regresión lineal
Evaluación de heteroscedasticidad condicional autorregresiva

Rezagos (p)	Chi2	df	P>chi2
1	604.8	1	0.000
2	669.7	2	0.000
3	740.5	3	0.000
4	759.0	4	0.000
5	759.3	5	0.000

*La hipótesis nula del test es que no hay evidencia de efectos ARCH.
Los resultados indican el rechazo de la hipótesis nula.

Tabla B-4: Ecuación de volatilidad para GARCH (1,1)
Máxima verosimilitud

Componente	Variable	Coefficiente	P> z	[95% conf.interv]	
Ecuación de la volatilidad condicional	ARCH (1)	1.459	0.00	1.367	1.550
	GARCH (1)	0.135	0.00	0.113	0.157
	Constante	5.585	0.00	5.404	5.767

*Estimación GARCH previa a la estimación E-GARCH, empleando las mismas variables en la ecuación de la media (saldo de ventanilla de contracción, dummy de eventos extremos y variable dependiente rezagada). Los resultados evidencian que la ecuación de la varianza no garantiza estacionariedad de esta bajo la metodología GARCH (suma de coeficientes ARCH y GARCH superior a 1).

Tabla B-5: Test aumentado de Dickey-Fuller

Hipótesis nula: la serie tiene raíz unitaria

Variable	Estadístico t	P-valor*	Rezagos**
Spread LICA-TPM	-10.961	0.000	14
Saldo ventanilla contracción	-1.076	0.725	19
Saldo ventanilla expansión	-13.248	0.000	10
Saldo ventanilla contracción diferenciado	-17.444	0.000	18
Saldo expansión	-2.794	0.059	35

*P-valor aproximado de MacKinnon para $Z(t)$.

**Basado en criterio AIC con un máximo de 35 rezagos.

Tabla B-6: Significancia conjunta de los parámetros

Hipótesis nula: los coeficientes son iguales a cero

Variable	Valor
Wald chi cuadrado	10907
Prob > chi cuadrado	0

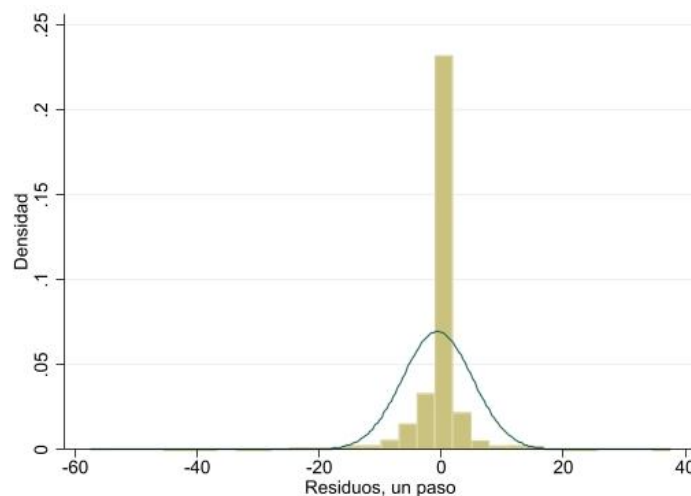
*La estimación empleó 1767 observaciones.

Tabla B-7: Test de normalidad de los errores

Hipótesis nula: Los datos están normalmente distribuidos

Variable	Observaciones	W	V	z	P> z
Residuos	1767	0.58	443.77	15.43	0

*En la tabla se presentan los resultados del test de Shapiro–Wilk W para normalidad. Con esto, se puede afirmar que los residuos del modelo no siguen una distribución normal.

Figura B-1: Histograma de los errores

*La línea azul representa la distribución normal. El histograma evidencia que los errores siguen una distribución leptocúrtica.

Tabla B-8: Autocorrelación de los errores
Hipótesis nula: los residuos son ruido blanco

Variable	Valor
Estadístico Q Portmanteau	6.118
Prob > chi cuadrado	0.106

*En la tabla se presentan los resultados del test de Portmanteau para autocorrelación. El test evaluó hasta el 3er rezago y se evidencia que no hay evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula de no autocorrelación.

Tabla B-9: Estimación de ventana rodante para la especificación E-GARCH (1,1)

Ventana		Coeficientes		
Inicio	Fin	V_contraccion	Fin_mes	LICA-TPM t-1
1	1000	No converge		
76	1075	-2.22	-0.17	0.81
151	1150	-1.61	-0.11	0.80
226	1225	-3.74	-0.11	0.79
301	1300	No converge		
376	1375	No converge		
451	1450	-0.49	-0.05	0.75
526	1525	No converge		
601	1600	No converge		
676	1675	-0.55	-0.06	0.76
751	1750	-0.94	-0.05	0.71

*Para la estimación tipo ventana móvil se empleó una amplitud de ventana de 1000 observaciones y saltos cada 75 observaciones. Los 3 coeficientes de interés mostrados en la tabla no cambiaron de signo bajo ninguna submuestra.

Tabla B-10: Variación de la especificación E-GARCH (1,1) incluyendo ventanilla de expansión
Máxima verosimilitud

Componente	Variable	Coeficiente	P> z	[95% conf.interval]	
Ecuación de la media	V_contraccion (t)	-4.434	0.010	-7.827	-1.040
	V_expansion (t)	-0.005	0.183	-0.012	0.002
	fin_mes (t)	-0.161	0.124	-0.366	0.044
	dee (t)	-34.810	0	-35.733	-33.888
(AR)	LICA-TPM (t-1)	0.768	0.000	0.727	0.809
(MA)	E (t-1)	-0.254	0.000	-0.316	-0.192
	E (t-2)	-0.082	0.002	-0.133	-0.031
Ecuación de la volatilidad condicional	EARCH (1)	-0.040	0.008	-0.070	-0.010
	EARCH_A	0.400	0.000	0.368	0.432
	EGARCH (1)	0.838	0.000	0.826	0.849
	Constante	0.074	0.000	0.048	0.099

* La estimación empleó 1767 observaciones diarias. Además, la estimación supone que los errores siguen una distribución t (5) teniendo en cuenta que el test de normalidad sobre los mismos se rechazó, y que su gráfica exhibe un comportamiento con mayor curtosis que la distribución normal.

Tabla B-11: Variación de la especificación E-GARCH (1,1) incluyendo ventanilla de expansión y constante en la ecuación de la media
Máxima verosimilitud

Componente	Variable	Coeficiente	P> z	[95% conf.interval]	
Ecuación de la media	V_contraccion (t)	-4.368	0.013	-7.823	-0.912
	V_expansion (t)	-0.006	0.113	-0.013	0.001
	fin_mes (t)	-0.175	0.091	-0.378	0.028
	dee (t)	-34.836	0	-35.750	-33.922
	Constante	0.059	0.463	-0.099	0.218
(AR)	LICA-TPM (t-1)	0.768	0.000	0.727	0.809
(MA)	E (t-1)	-0.259	0.000	-0.322	-0.197
	E (t-2)	-0.076	0.003	-0.128	-0.025
Ecuación de la volatilidad condicional	EARCH (1)	-0.036	0.02	-0.067	-0.006
	EARCH_A	0.402	0.000	0.369	0.434
	EGARCH (1)	0.839	0.000	0.827	0.851
	Constante	0.072	0.000	0.046	0.097

*La estimación empleó 1767 observaciones diarias. Además, la estimación supone que los errores siguen una distribución t (5) teniendo en cuenta que el test de normalidad sobre los mismos se rechazó, y que su gráfica exhibe un comportamiento con mayor curtosis que la distribución normal.

Anexo C: Códigos de programación empleados

Los códigos de programación utilizados en la elaboración de este trabajo, incluyendo aquellos para el cálculo de la tasa LICA, se desarrollaron en R y Stata, y pueden ser solicitados a los autores a sus correos institucionales.