Nota Técnica N°8 / 2024

Expectativas de inflación implícitas en el mercado de renta fija argentino

Constanza Matarrelli y Luciana Pastore

Diciembre 2024

BANCO CENTRAL DE LA REPÚBLICA ARGENTINA

ie | BCRA
INVESTIGACIONES ECONÓMICAS

Expectativas de inflación implícitas en el mercado de renta fija argentino

Constanza Matarrelli y Luciana Pastore

Diciembre 2024

1. Introducción

Conocer el estado de las expectativas del público (en particular, sobre la evolución futura de la tasa de inflación) es una cuestión crítica para los Bancos Centrales. Esto se debe a que la autoridad monetaria, en la búsqueda de su objetivo de estabilidad de precios, procura brindar a los agentes económicos un ancla sobre la evolución del entorno nominal en el que se desenvolverá la economía en el futuro. Asimismo, la propia efectividad de sus acciones depende crucialmente de la estabilidad y convergencia de esas expectativas.

En efecto, el público forma expectativas en base a inferencias sobre la estrategia de las autoridades. Si esas creencias y percepciones se alinean con los objetivos de política, la efectividad (y "confiabilidad") de las propias acciones de la autoridad monetaria se ve reforzada, dando lugar a un equilibrio virtuoso de expectativas. Esto facilita la estabilidad económica, ya que reduce la incertidumbre y favorece decisiones más predecibles por parte de consumidores, empresas e inversores.

Sin embargo, las expectativas no son directamente observables, y para conocerlas, los hacedores de política deben inferirlas a través de diferentes medios. Una de las formas de medir estas expectativas es a través de encuestas, como el Relevamiento de Expectativas de Mercado (REM[1]) que lleva adelante el Banco Central de la República Argentina (BCRA), o como las realizadas por universidades y empresas de consultoría. Otra manera de estimar la expectativa de inflación es a través de la información provista por el mercado de renta fija. En este mercado, se negocian bonos que ofrecen una tasa de interés fija, así como bonos indexados a la inflación. A partir de sus rendimientos es posible extraer una medida de la inflación implícita en el mercado, conocida como "*inflación break even*" (BEI, por sus siglas en inglés). Esta medida puede calcularse con frecuencia diaria o incluso intradiaria, lo que representa una de sus principales ventajas.

En la presente nota técnica se describen dos metodologías de cálculo de la inflación *break even* y se presentan los resultados de su aplicación al caso argentino entre junio de 2024 y noviembre de 2024. El resto del documento se estructura de la siguiente manera. En la sección 2.1 se introducen brevemente algunos conceptos sobre instrumentos de renta fija, que sirven para contextualizar y abordar aspectos relevantes para la estimación. Luego, en la sección 2.2 se detalla el cálculo de la BEI a partir de los precios de pares de bonos con vencimientos similares. La sección 2.3 expone otra metodología utilizada para estimar las expectativas de inflación que se basa en la paridad de Fisher, en la cual las expectativas de inflación surgen de la diferencia entre rendimientos nominales y reales. La sección 2.4 describe algunas características de índices y bonos emitidos en Argentina, que requieren realizar algunos ajustes a los cálculos teóricos de la BEI. Finalmente, en la sección 3 se presentan los resultados obtenidos y en la sección 4 se plantea la conclusión.

[1] https://www.bcra.gob.ar/PublicacionesEstadisticas/Relevamiento_Expectativas_de_Mercado.asp

2. Metodología

2.1. Rendimientos de bonos

El valor nominal de un bono es el monto que el emisor se compromete a pagar al tenedor en la fecha de vencimiento y es la base sobre la cual se calculan los pagos intermedios[2], los cupones, en caso de que el bono los incluya. Cuando un bono no paga cupones intermedios se denomina bono "cupón cero".

El rendimiento de un bono es la rentabilidad que el inversor espera recibir si lo conserva hasta el vencimiento. Entonces, si P_0^Z es el precio en t=0 de un bono cupón cero con valor nominal 100 y vencimiento en t=T, el rendimiento o tasa de interés "cupón cero" $i_{0,T}$ desde t=0 hasta t=T es:

$$i_{0,T} = \frac{100 - P_0^Z}{P_0^Z} \tag{1}$$

Despejando P_0^Z de (1) se puede expresar el precio del bono como el valor presente de los flujos de fondos futuros, en este caso 100:

$$P_0^Z = \frac{1}{1 + i_{0,T}} * 100 \tag{2}$$

El comprador estará dispuesto a pagar un precio tal que el rendimiento compense su renuncia al uso de los fondos durante el plazo del bono, la inflación esperada para ese período, la incertidumbre inflacionaria y otros riesgos asociados.

En el caso de los bonos indexados por inflación, éstos ajustan su valor nominal con la tasa de inflación acumulada desde la emisión hasta el vencimiento. El precio en t=0 de un bono indexado sin cupones que se emitió en t=*0* y vence en t=*T* es:

$$P_0^I = \frac{1}{1 + i_{0,T}} * 100 * (1 + \pi_{0,T}) \tag{3}$$

Donde $\pi_{0,T}$ es la inflación desde t=0 hasta la fecha de vencimiento del bono. Podemos reemplazar $\pi_{0,T}$ por $\pi_{0,T}^e$, la inflación esperada, si consideramos que P_0^I es el precio de mercado del bono, el cual refleja la expectativa de inflación del mercado. Al mantener el poder adquisitivo del valor nominal, el bono indexado ofrece un retorno real. Entonces su precio no refleja la compensación exigida por la inflación esperada, pero sí considera el rendimiento que el inversor demanda por la renuncia al uso de los fondos y por otros riesgos asumidos durante el plazo del bono.

2.2. Inflación implícita en pares de bonos

Esta sección describe el cálculo de las expectativas de inflación implícita en los precios de mercado utilizando un par de bonos soberanos, uno a tasa fija y otro indexado por inflación, con vencimientos iguales o cercanos.

---

[2] En el caso de un bono sin amortizaciones intermedias.

El bono indexado se ajusta con un índice de precios, por lo que ofrece un retorno real, es decir un retorno por encima de la inflación. Los bonos a tasa fija, en cambio, deben ofrecer una compensación extra por la inflación esperada y por la incertidumbre asociada a la inflación. Los precios de ambos están también influenciados por otros factores, como por ejemplo sus condiciones de emisión, riesgos y liquidez. Si los agentes son aversos al riesgo, la exposición a estos factores genera que demanden una compensación adicional en el rendimiento del bono, denominada prima por riesgo.

En la presente nota técnica no modelamos explícitamente la prima de riesgo incorporada en los rendimientos de los bonos en pesos y aquellos indexados por inflación[3]. No extraer la prima por riesgo del rendimiento de los bonos equivaldría a asumir que los agentes de mercado son neutrales al riesgo, es decir, que no demandan compensación por asumir riesgos. Bajo esta premisa, dos bonos con el mismo vencimiento deberían ofrecer rendimientos idénticos, es decir, la misma $i_{0,T}$. Este supuesto es relevante ya que la falta de identificación de la prima de riesgo podría generar discrepancias entre las diferentes medidas de expectativas de inflación.

Bajo estos supuestos, el valor de $\pi^e_{0,T}$ se puede calcular aplicando las ecuaciones (2) y (3) a los precios de mercado del bono a tasa fija y del bono indexado. Reordenando la ecuación (3), la inflación esperada para un plazo próximo *T,* utilizando un bono indexado sin cupones que se emitió en t=*0*, sería:

$$\pi^e_{0,T} = \frac{P^I_0 * (1 + i_{0,T})}{100} - 1 \quad (4)$$

Donde $i_{0,T}$ es la tasa de interés nominal para el plazo T que surge del precio de mercado del bono no ajustado por inflación. Reemplazando P^I_0 por el precio de mercado del bono indexado se puede obtener la tasa esperada de inflación para el período comprendido desde la fecha de cálculo *t=0* hasta *T*.

La tasa de inflación esperada para períodos futuros se puede estimar a partir de tasas futuras o *forward*. Una tasa *forward* se refiere al rendimiento calculado en *t*=0 para un período futuro comprendido entre *t* > 0 y *T* > t. Llamamos $\pi^e_{t,T}$ a la tasa de inflación *forward* desde *t* hasta *T* y se calcula como:

$$\left(1 + \pi^e_{0,T}\right) = \left(1 + \pi^e_{0,t}\right) * \left(1 + \pi^e_{t,T}\right) \quad (5)$$

$$\pi^e_{t,T} = \frac{\left(1 + \pi^e_{0,T}\right)}{\left(1 + \pi^e_{0,t}\right)} - 1 \quad (6)$$

Esto significa que para estimar la inflación esperada de un mes futuro se debe calcular la inflación esperada desde 0 a *t* y desde 0 a *T,* es decir las tasas spot de inflación. Esto se puede lograr calculando las tasas de inflación implícitas que surgen de dos pares de bonos, un par con vencimiento *t* y otro con vencimiento *T*.

La aplicación de la metodología de pares presenta algunos inconvenientes, como el de hallar instrumentos con suficiente volumen de negociación y pares de bonos con idénticos vencimientos. Si se utilizan instrumentos con poca liquidez, sus precios podrían estar

[3] Por ejemplo, los modelos *affine* (ver Ang, A. y Piazzesi, M., 2003) modelan explícitamente los determinantes de las primas temporales de la curva de rendimientos.

incorporando movimientos idiosincráticos que afectarían la estimación de $\pi^{e}_{0,T}$. Además, en el caso de utilizar más de un par para estimar las tasas *forward* de inflación implícita, estas diferencias se transmitirían a tramos posteriores de la curva.

2.3. Paridad de Fisher

Otra metodología para calcular la inflación esperada a diferentes plazos consiste en utilizar la paridad de Fisher. Según la misma, la tasa nominal de un bono es igual al retorno real más las expectativas de inflación:

$$(1 + i_{0,T}) = (1 + r_{0,T}) * (1 + \pi^{e}_{0,T}) \tag{7}$$

Donde $i_{0,T}$ es la tasa de interés nominal desde *t=0* hasta *T*, $r_{0,T}$ es la tasa de interés real para el mismo plazo y $\pi^{e}_{0,T}$ es la inflación esperada en igual periodo.

Como fue mencionado anteriormente, los rendimientos pueden incorporar primas por riesgo que en el presente análisis se consideran iguales a cero. Esto implica que todo el diferencial entre los rendimientos de los bonos tasa fija y de los bonos indexados se adjudica a la inflación esperada cuando no necesariamente es el único componente.

Reordenando la ecuación (7), la inflación esperada para un plazo próximo *T* sería:

$$\pi^{e}_{0,T} = \frac{(1 + i_{0,T})}{(1 + r_{0,T})} - 1 \tag{8}$$

De la misma manera, la tasa real se puede expresar de la siguiente forma:

$$(1 + r_{0,T}) = \frac{(1 + i_{0,T})}{(1 + \pi^{e}_{0,T})} \tag{9}$$

Sustituyendo la expresión (9) en la ecuación (3), el rendimiento de un bono con compensación por inflación es:

$$r_{0,T} = \frac{100}{P_0} * (1 + \pi_{Em,0}) - 1 \tag{10}$$

Donde $\pi_{Em,0}$es la inflación que ya ha indexado el bono, si transcurrió tiempo entre la fecha de emisión y la de cálculo. Entonces, si se obtiene una medida de $r_{0,T}$ a partir de los precios de bonos indexados, y una medida de $i_{0,T}$ a partir de los bonos no indexados, se puede estimar $\pi^{e}_{0,T}$ utilizando la ecuación (8).

De los párrafos anteriores se deduce que con una estructura temporal completa de tasas de interés nominal y real se puede calcular la expectativa de inflación para distintos horizontes temporales aplicando la ecuación de Fisher.

Con este objetivo, una forma de estimar la estructura temporal es ajustando el modelo de Nelson Siegel (NS) a las tasas de mercado[4]. El modelo de NS es una herramienta ampliamente utilizada

[4] Ver Nelson, C. R. y Siegel, A. F., 1987 y Gilli, M., Grosse, S., y Schumann, E., 2010.

en el ámbito financiero para modelar la curva de rendimientos. Se basa en una función específica que expresa la tasa de interés en función de un plazo T, y está expresada de la siguiente manera:

$$i_{0,T} = \beta_0 + \beta_1 \left(\frac{1 - e^{\gamma T}}{\gamma T} \right) + \beta_2 \left(\frac{1 - e^{\gamma T}}{\gamma T} - e^{\gamma T} \right) \quad (11)$$

donde γ, β_0, β_1 y β_2 son los parámetros a estimar. Usualmente en la literatura macrofinanciera se asocia a β_0 con el nivel de la curva de rendimientos, β_1 con su pendiente y β_2 con su curvatura. El objetivo es obtener los valores de estos parámetros que mejor se ajusten a los rendimientos de mercado del momento de cálculo. Los diferentes valores de los parámetros para cada caso permiten representar diferentes formas de la curva de rendimiento, lo cual hace de este modelo una herramienta flexible. Una vez estimados, se obtiene una función continua que permite calcular el rendimiento a cualquier plazo.

2.4. Particularidades del caso argentino

Como se mencionó en la sección anterior, el cálculo de la BEI se puede realizar estimando una estructura temporal de tasas cupón cero nominal y otra real. En el caso argentino, el Tesoro emite regularmente letras capitalizables en pesos, denominadas LECAP, de las cuales se puede obtener una curva de tasas nominales. Para construir una curva de tasas reales se utilizan los rendimientos de bonos que ajustan por el coeficiente de estabilización de referencia (CER), el cual se basa en el índice de precios al consumidor y se ajusta periódicamente. La tasa de un bono CER es un *proxy* de la tasa real debido a los supuestos de indexación, además de las primas ya mencionadas.

En este contexto, es importante señalar que en Argentina los bonos indexados no se ajustan directamente por un índice de precios, sino que lo hacen a través del CER, el cual refleja la variación del índice de precios al consumidor, con un rezago. En la mayoría de los casos, los flujos de fondos de los bonos indexados se actualizan utilizando el valor del CER 10 días hábiles previos a la fecha de cálculo.

El CER se actualiza mensualmente en función de la última variación conocida del IPC (índice de precios al consumidor), generando un rezago con respecto al mismo que suele ser de 45 días en promedio. La fórmula actual de cálculo del CER para un mes de 30 días es:

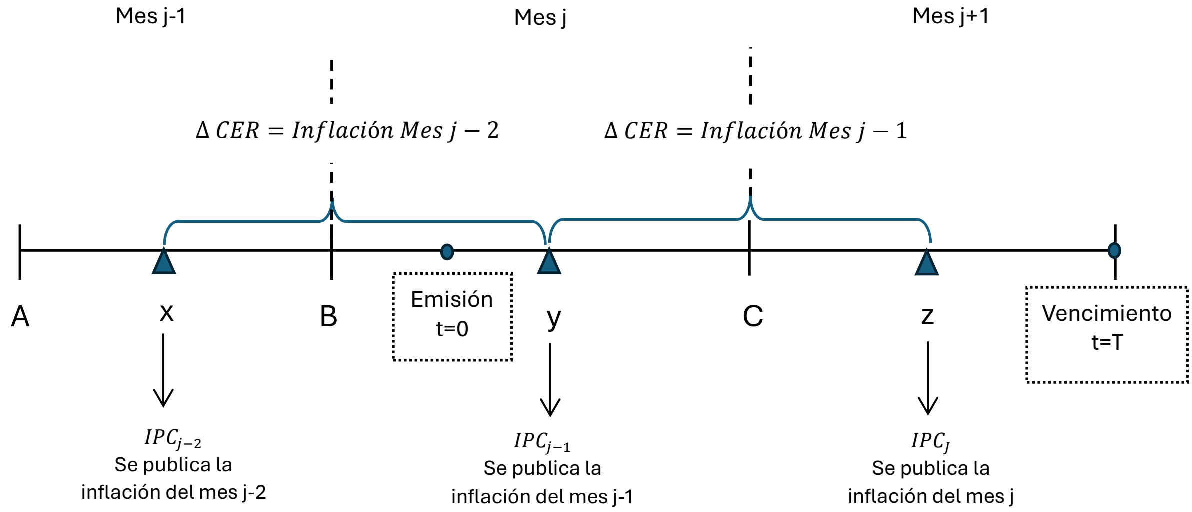
$$\frac{CER_{t+30}}{CER_t} = \frac{IPC_{j-1}}{IPC_{j-2}} \quad (12)$$

Donde CER_t es el valor del *CER* en el día 15 del mes “j”, IPC_{j-1} e IPC_{j-2} son los valores del IPC en el mes anterior y dos meses anteriores al mes “j”.

La Figura 1 ilustra la temporalidad del CER y del dato de inflación. Las letras mayúsculas definen el principio de cada mes. Notar que el mes “j-1” va desde el día A hasta B, el mes “j” va desde B hasta C y el mes “j+1” va desde C hasta T. Como la inflación mensual se publica con un rezago de aproximadamente 15 días, el *CER* aplicable a una fecha *t* reflejará la inflación del mes anterior o la de hace dos meses dependiendo de si *t* se ubica antes o después de la publicación del índice de inflación del mes previo.

Esta particularidad en el cálculo del CER implica que cuando se valúa un bono que ajusta por CER, hay una parte del flujo futuro que es conocida. Es decir, el precio descuenta un flujo de fondos que se actualiza en parte por la inflación pasada y en parte se actualizará por la inflación futura, por lo que la inflación esperada es relevante para sólo una fracción del flujo futuro.

Figura 1: Esquema de actualización del índice CER



El precio de un bono CER sin cupones intermedios que se emite en *t*=0 y vence en T viene dado por:

$$P_0^{CER} = \frac{100 * \left({}^{CER_{T-10h}}\!/_{CER_{0-10h}} \right)}{\left(1 + i_{0,T}\right)} \tag{13}$$

Donde CER_{T-10h} es el valor del CER 10 días hábiles previos al vencimiento T y CER_{0-10h} es el valor del CER 10 días hábiles previos a la emisión.

Comparando con la ecuación (3), se desprende que el precio brinda información acerca de la evolución implícita del índice CER, lo cual quiere decir que proporciona información sobre la tasa de inflación de forma indirecta. Este concepto surge con claridad al reformular la ecuación (13):

$$P_0^{CER} = \frac{100 * \left(\frac{CER_y}{CER_{0-10h}} * \frac{CER_{T-10h}}{CER_y} \right)}{(1 + i_{0,T})} \tag{14}$$

Donde $\frac{CER_y}{CER_{0-10h}}$ es la parte conocida del factor de actualización, que llega hasta el momento *y* de la Figura 1. Por ejemplo, si suponemos que la fecha 10 días hábiles previa al vencimiento T coincide con el punto "z" de la Figura 1, y ya se conocen todos los valores futuros de CER que indexarán a este bono, podemos reexpresar (14) como:

$$P_0^{CER} = \frac{\left[1 + \pi_{j-2}{}^{\frac{y-t}{y-x}}\right] * \left[1 + \pi_{j-1}\right] * 100}{(1 + i_{0,T})} \tag{15}$$

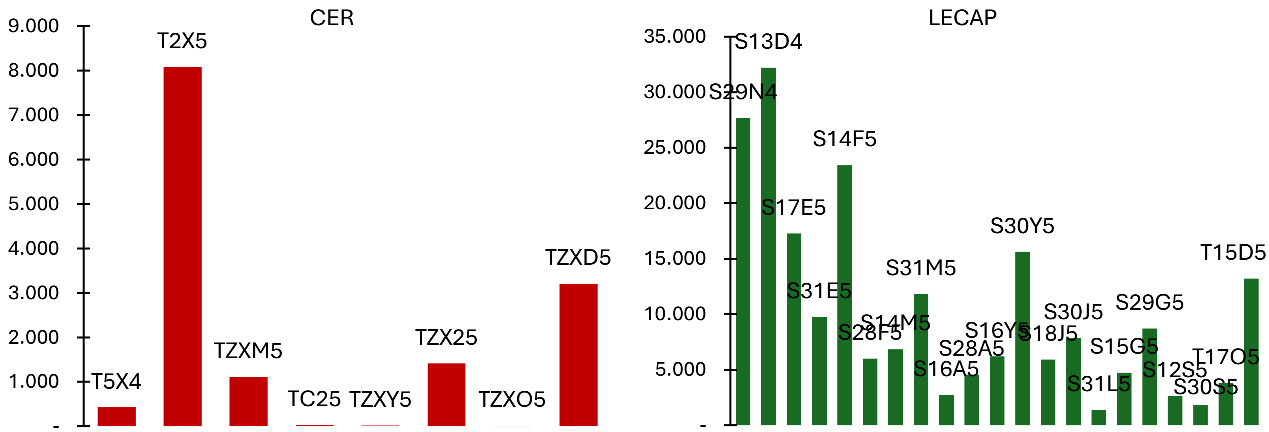
Esta descomposición es clave para calcular la inflación esperada utilizando la paridad de Fisher. Muestra la necesidad de ajustar las tasas a los plazos correctos teniendo en cuenta la fórmula de actualización de los flujos y el retraso en la publicación del CER.

3. Resultados

Esta sección muestra el cómputo de la inflación *break-even* para Argentina desde junio hasta noviembre de 2024. La selección de los títulos en pesos y ajustado por CER se realizó en función del volumen negociado en la fecha de cálculo.

A continuación, se muestra a modo ilustrativo el cálculo de la BEI con los precios de cierre del 19 de noviembre de 2024. Se seleccionaron los bonos con mayor volumen negociado para la construcción de las curvas (Ver Figura 2).

Figura 2: Volumen negociado (19-Nov-24)

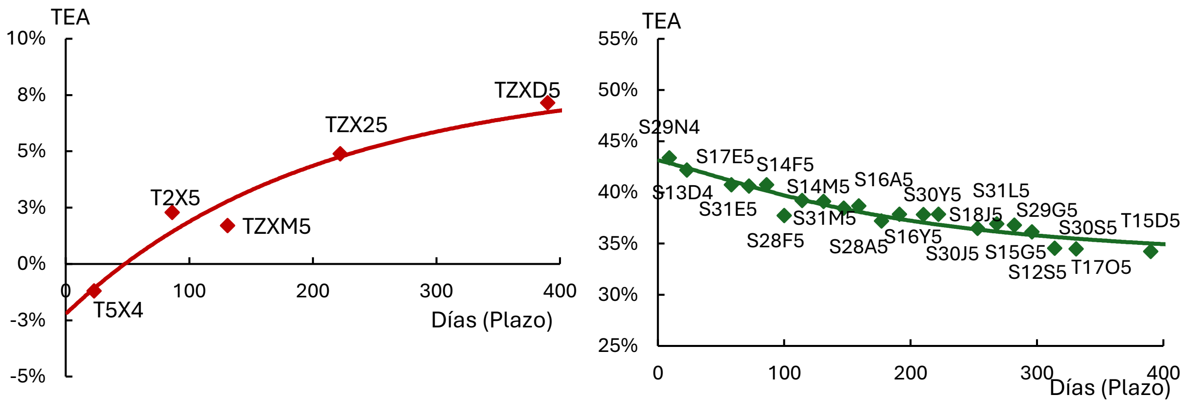


Fuente: Elaboración propia en base a datos de BYMA

Primero se calcularon las tasas spot a partir de los precios de mercado de los títulos seleccionados. Luego se aplicó el modelo de NS para ajustar la estructura temporal y así poder aplicar la ecuación de Fisher para plazos específicos. Cabe aclarar que en el caso de haber utilizado precios de bonos con cupones intermedios se aplicó la técnica de "*bootstrapping*"[5]. La Figura 3 muestra la estimación de la curva en pesos y la curva CER ajustando las tasas efectivas anuales de los bonos seleccionados al modelo de Nelson y Siegel.

[5] El *bootstrapping,* en el contexto de finanzas, es una técnica que se utiliza para estimar tasas cupón cero a partir de los precios de bonos con cupones. Un bono con cupones tiene múltiples flujos de fondos y su precio es el valor descontado de esos flujos teniendo en cuenta las tasas de interés de mercado para los distintos períodos en los cuales se pagan esos flujos. Pero al tener más de una tasa de descuento, éstas no pueden despejarse directamente del precio. El *bootstrapping* consiste en descontar flujos intermedios con tasas cupón cero de instrumentos con vencimientos similares y así poder calcular las tasas cupón cero de los flujos de fondos restantes. Ver Fabozzi, F. J. (2007).

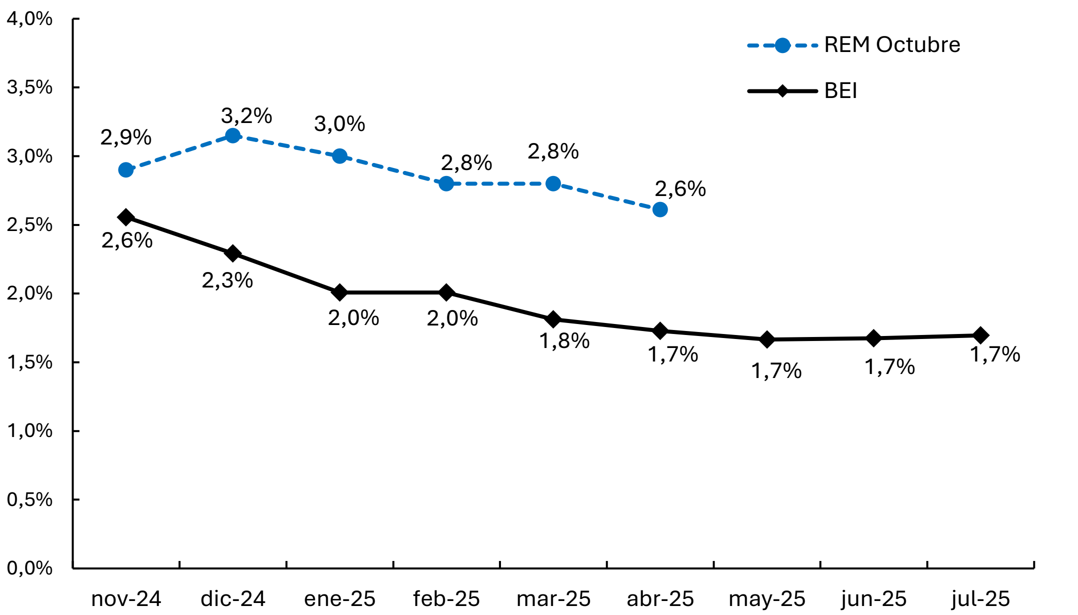
Figura 3: Estructura de Tasas de Interés (Cotización 19-Nov-24)



Fuente: Elaboración propia en base a datos de BYMA

Una vez estimadas la curva en pesos y la curva CER se utilizó la paridad de Fisher para computar las tasas forward de inflación implícita el día del cálculo. Para esto se aplicó un ajuste relacionado con el rezago del índice CER con respecto al índice IPC, eligiendo los cortes de la curva continua que se alinean con las fechas de actualización del índice. Este ajuste es contingente a la fecha de cálculo (Ver Apéndice). En la Figura 4 se compara esta estimación con respecto a las expectativas de inflación extraídas del REM (Relevamiento de Expectativas de Mercado) realizado por el BCRA. Habitualmente, el REM se releva los últimos días hábiles de cada mes.

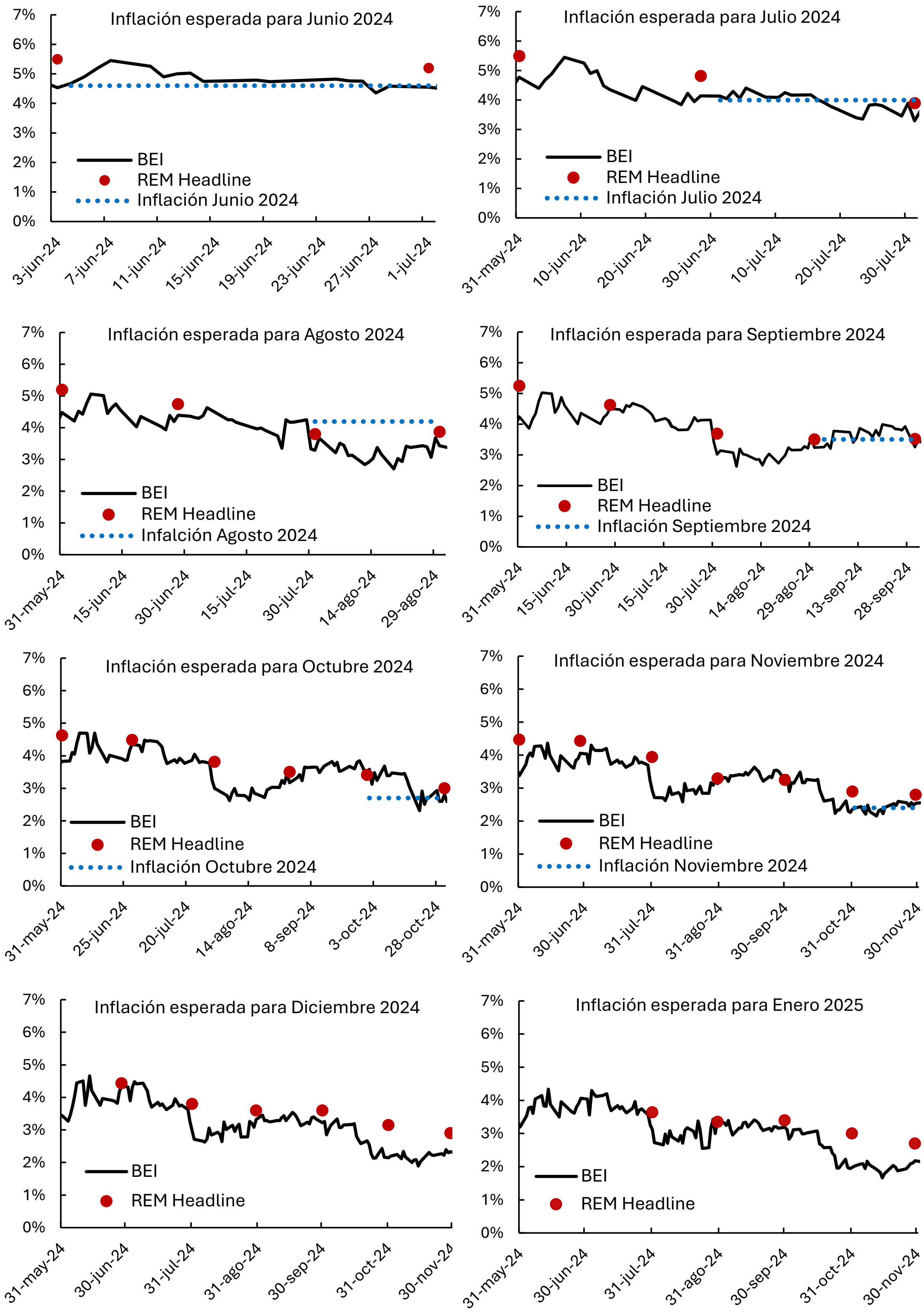
Figura 4: Sendero de Inflación Break Even (Cotización 19-Nov-24)



Si realizamos este cálculo de forma diaria, podemos observar cómo varía la BEI para los distintos meses computados. En la Figura 5 se muestran los gráficos que ilustran la evolución de la BEI en cada cierre diario.

Fuente: Elaboración propia en base a datos de BYMA

Figura 5: Estimaciones BEI para cada mes



Fuente: Elaboración propia en base a datos de BCRA, INDEC y BYMA

4. Conclusión

En esta nota técnica se exploraron medidas de expectativas de inflación basadas en datos de mercado. Se realizó una estimación de la BEI para los meses de junio a noviembre de 2024 para el mercado argentino, teniendo en cuenta aspectos específicos como los rezagos del índice CER.

La posibilidad de calcular la BEI con frecuencia diaria o intradiaria la convierte en una herramienta valiosa. Por ejemplo, se puede utilizar como señal de expectativas de inflación de frecuencia alta para la estimación de otros modelos. No obstante, la utilización de la BEI como expectativa de inflación cuando no se identifican primas por riesgo, pueden presentar limitaciones en un contexto de volatilidad financiera.

Los resultados muestran que las expectativas de inflación obtenidas con esta metodología muestran un buen ajuste con respecto a las expectativas relevadas en encuestas mensualmente.

Referencias

Ang, A., & Piazessi, M. (2003). *A no-arbitrage vector autoregression of term structure dynamics with macroeconomic and latent variables*. Journal of Monetary Economics.

Christensen, I., Dion, F., & Reid, C. (2004). *Real Return Bonds, Inflation Expectations, and the Break-Even Inflation Rate.* Bank of Canada Working Paper, 2004–43.

de Freitas Val, F., & Silva Araujo, G. (2019). *Breakeven Inflation Rate Estimation: An alternative approach considering indexation lag and seasonality*. Banco Central do Brasil Working Papers 493.

Deacon, M., & Derry, A. J. (1994). *Deriving estimates of inflation expectations from the prices of UK government bonds*. Bank of England

Fabozzi, F. J. (2007). *Fixed income analysis*. John Wiley & Sons.

Gilli, M., Grosse, S., & Schumann, E. (2010). *Calibrating the Nelson-Siegel-Svensson Model*. SSRN Electronic Journal. https://doi.org/10.2139/ssrn.1676747

Gurkaynak, R. S., Sack, B., & Wright, J. H. (2008). *The TIPS Yield Curve and Inflation Compensation*. Finance and Economics Discussion Series - Federal Reserve Board.

Nelson, C. R., & Siegel, A. F. (1987). *Parsimonious modeling of yield curves.* Journal of business, 473-489.

Apéndice

El objetivo de este apéndice es exhibir con un ejemplo el ajuste propuesto para el cálculo de la BEI. Se utilizan datos de cierre del 19/11/2024 para una LECAP y un bono CER con igual vencimiento, S14F5 y T2X5 respectivamente.

Tabla 1: Condiciones de emisión y datos de mercado de las especies S14F5 y T2X5

Fecha de Cálculo:	19/11/24
Fecha de Liquidación:	20/11/24
Fecha de Vencimiento:	14/02/25

LECAP	**S14F5**	
Fecha de Emisión	13/09/24	
Tasa Efectiva Mensual Capitalizable	3.90%	
Días hasta el vencimiento	86	
Valor de Pago al Vencimiento	121.24	
Precio	111.86	
Tasa Efectiva Anual PESOS	**40.72%**	*(121.24/111.86)^(365/86)-1*

CER	**T2X5**	
Fecha de Emisión	14/03/23	
Cupón Semestral	2.125%	
Días hasta el vencimiento	86	
CER Em-10h (28/02/23)	81.22	
CER Liq-10h (05/11/2024)	490.38	
Precio	613.30	
Tasa Efectiva Anual CER	**2.29%**	*(616.58/613.3) ^ (365/86) - 1*

Para realizar los cálculos correspondientes al bono indexado por CER, se considerará al mismo como si fuera un bono cupón cero, ya que a la fecha de cálculo le restaba un solo pago futuro, de su valor nominal indexado y un cupón semestral. A la fecha de vencimiento, 14 de febrero de 2025, el bono pagará cada 100 nominales:

$$(Principal + cupón) * \left(\frac{CER_{FINAL}}{CER_{BASE}}\right) = (100 + 2.125) * \left(\frac{CER_{FINAL}}{81.22}\right) \qquad \text{(A1)}$$

De acuerdo a la ecuación (3), e incorporando las particularidades de indexación de este bono, la relación entre su precio y rendimiento es:

$$P_0 = \frac{(Principal + cupón) * \left(\frac{CER_{FINAL}}{CER_{BASE}}\right)}{1 + i_{0,T}} = \frac{(Principal + cupón) * \left(\frac{CER_{FINAL}}{CER_{BASE}}\right)}{(1 + r_{0,T}) * (1 + \pi_{0,T}^{e})} \qquad \text{(A2)}$$

Con respecto al factor de indexación, el CER final que se tomará como valor para el pago de este bono es el correspondiente a la fecha de vencimiento menos 10 días hábiles, es decir el valor del 31 de enero de 2025. Como a la fecha de estudio no se conoce el valor de CER final, se descompone el factor de indexación en segmentos. Primero se tomará el CER de base (del día de emisión menos 10 días hábiles), luego el CER de la fecha de liquidación rezagado 10 días hábiles, luego el último CER conocido (en este ejemplo, el 15 de diciembre de 2024), y por último el ya mencionado CER final del bono.

$$\begin{aligned}\left(\frac{CER_{FINAL}}{CER_{BASE}}\right) &= \left(\frac{CER_{LIQ-10h}}{CER_{BASE}}\right) * \left(\frac{CER_{ULT\ CONOCIDO}}{CER_{LIQ-10h}}\right) * \left(\frac{CER_{FINAL}}{CER_{ULT\ CONOCIDO}}\right) \\ &= \left(\frac{490.38}{81.22}\right) * \left(\frac{509.24}{490.38}\right) * \left(\frac{CER_{FINAL}}{509.24}\right)\end{aligned} \tag{A3}$$

Definiremos γ como la variación del CER desde la fecha de liquidación del bono rezagada hasta el último conocido (en este ejemplo, del 5 de noviembre al 15 de diciembre), lo cual será nuestro factor de ajuste más adelante:

$$\gamma = \left(\frac{CER_{ULT\ CONOCIDO}}{CER_{LIQ-10h}}\right) = \left(\frac{509.24}{490.38}\right) = 1.0385 \tag{A4}$$

Por otro lado, definimos δ como la variación del índice CER que todavía no se conoce y que será la variable a despejar:

$$\delta = \left(\frac{CER_{FINAL}}{CER_{ULT\ CONOCIDO}}\right) = \left(\frac{CER_{FINAL}}{509.24}\right) \tag{A5}$$

Incorporando (A3), (A4) y (A5) en (A2), obtenemos:

$$\begin{aligned}P_0 &= \frac{(Principal + cupón) * \left(\frac{CER_{FINAL}}{CER_{BASE}}\right)}{\left(1 + r_{0,T}\right) * \left(1 + \pi^e_{0,T}\right)} \\ &= \frac{(Principal + cupón) * \left(\frac{CER_{LIQ-10h}}{CER_{BASE}}\right) * \left(\frac{CER_{ULT\ CONOCIDO}}{CER_{LIQ-10h}}\right) * \left(\frac{CER_{FINAL}}{CER_{ULT\ CONOCIDO}}\right)}{\left(1 + r_{0,T}\right) * \left(1 + \pi^e_{0,T}\right)} \\ &= \frac{(Principal + cupón) * \left(\frac{CER_{LIQ-10h}}{CER_{BASE}}\right) * \gamma * \delta}{\left(1 + r_{0,T}\right) * \left(1 + \pi^e_{0,T}\right)}\end{aligned} \tag{A6}$$

Por último, definimos la Tasa Efectiva del bono CER como ρ, donde se consideró como convención el valor de indexación desde el CER de base hasta el correspondiente a la fecha de liquidación menos 10 días hábiles. Para obtener el valor anualizado de dicha tasa se utilizó la siguiente fórmula:

$$\rho = \left(\frac{(Principal + Cupón) * \left(\frac{CER_{LIQ-10h}}{CER_{BASE}} \right)}{P_0} \right)^{\frac{365}{días\ al\ vencimiento}} - 1$$

$$= \left(\frac{\left(\frac{490.38}{81.22} \right) (100 + 2.125)}{613.30} \right)^{\frac{365}{86}} - 1 = \left(\frac{616.58}{613.30} \right)^{\frac{365}{86}} - 1 = 2.29\% \tag{A7}$$

Reordenando términos, se puede demostrar que según (A6) y (A7),

$$1 + \rho = \frac{(1 + r_{0,T}) * (1 + \pi^e_{0,T})}{\gamma * \delta} \tag{A8}$$

Aplicando a la ecuación de Fisher:

$$(1 + i_{0,T}) = (1 + r_{0,T}) * (1 + \pi^e_{0,T}) \ = \ (1 + \rho) \ * \ \gamma \ * \ \delta \tag{A9}$$

Lo cual reordenando se convierte en:

$$\frac{(1 + i_{0,T})}{(1 + \rho)} \ * \ \frac{1}{\gamma} = \delta \tag{A10}$$

Volviendo al ejemplo de más arriba, computamos (A10) con los valores del índice CER, y los datos de mercado de la LECAP y bono CER, contemplando la conversión de TEA anuales al período de 86 días que resta para cada bono:

$$\left(\frac{1 + 40.72\%}{1 + 2.29\%} \right)^{\frac{86}{365}} * \frac{1}{1.0385} = (1 + 3.81\%) \tag{A11}$$

Esto quiere decir que la variación de CER implícita entre el último valor conocido y el valor de la fecha de vencimiento de estos bonos menos 10 días hábiles (δ) es 3,81%.

Como fue mencionado en la sección 2.2, también se puede utilizar la metodología de pares, sujeto a encontrar bonos con vencimientos coincidentes. En este caso se puede aplicar esta metodología ya que los bonos del ejemplo vencen el mismo día. Incorporando las particularidades detalladas hasta ahora, en lugar de partir de la ecuación (3), se utiliza la ecuación (A6):

$$P_0 \ = \ \frac{(Principal + cupón) * \left(\frac{CER_{LIQ-10h}}{CER_{BASE}} \right) * \gamma \ * \delta}{(1 + i_{0,T})} \tag{A12}$$

Reordenando la ecuación (A12) podemos despejar δ, la variación del índice CER entre el último día conocido y el último día que indexa el bono. Aplicando los supuestos ya detallados en la sección 2.2, podemos utilizar la tasa de LECAP y el precio del bono CER para obtener:

$$\delta = \frac{P_0 * (1 + i_{0,T})}{(Principal + cupón) * \left(\frac{CER_{LIQ-10h}}{CER_{BASE}}\right) * \gamma}$$

$$= \frac{613.30 \ * \ (1 + 40.72\%)^{86/365}}{102.125 * \left(\frac{490.38}{81.22}\right) * 1.0385} = (1 + 3.81\%) \qquad \text{(A13)}$$

Se puede observar que, aunque se utilizaron distintos conceptos y supuestos, en ambos casos se obtiene el mismo resultado, que corresponde a la variación de 47 días de CER entre el 15 de diciembre de 2024 y el 31 de enero de 2025. Como fue detallado en la sección 2.4, el CER se actualiza los días 15 con la inflación del mes anterior, por lo que la variación estimada se puede extender hasta el 15 de febrero, correspondiente a dos meses de variación del IPC, noviembre y diciembre. Para obtener la estimación mensualizada, se debe escalar la variación obtenida de 47 días a meses de 31 días que, según la forma en que se aplica la variación diaria al índice, sería:

$$(1 + 3.81\%)^{\frac{31}{47}} - 1 = 2.50\% \qquad \text{(A12)}$$

Podemos concluir entonces que, según los precios de este ejemplo, la expectativa de inflación implícita de noviembre y diciembre es de 2,5% promedio.

En este ejemplo, se utilizaron dos bonos en ambas metodologías con el fin de facilitar la explicación de ciertos conceptos. Es importante aclarar que, al aplicar la paridad de Fisher, no es necesario usar bonos específicos. Esta metodología permite utilizar la ecuación (A10) para los plazos requeridos, dado que se utilizan curvas de rendimiento continuas. Es decir, en lugar de calcular la BEI a 47 días y luego escalarla, se habrían tomado las tasas correspondientes sobre las curvas de LECAP y bonos CER, para realizar el cálculo de manera directa. Este resultado se puede observar en la Figura 4, donde el resultado es similar al obtenido en este ejemplo (aproximadamente 5% en el bimestre noviembre-diciembre), y la diferencia es consecuencia del ajuste de las curvas NS a los retornos específicos de los bonos.