



Escuela de Administración y Negocios

Magister en Finanzas

Trabajo Final de Graduación

**“Inflación Implícita en la Estructura de Tasas de
Interés Reales y Nominales en Argentina”**

Alumno: Sergio Javier González, CFA

Legajo: 33.241.884

Mentor: Marcelo Zincenko

Buenos Aires, septiembre de 2018

Contenido

Índice de tablas.....	2
Índice de gráficos.....	2
Resumen.....	3
1. Introducción.....	4
2. Revisión de la bibliografía.....	6
3. Metodología de NS aplicada.....	8
4. Inflación implícita: Metodología de estimación.....	10
4.1 Criterios generales.....	10
4.2 Estimación curva cupón cero soberana tasa fija pagaderos en pesos.....	11
4.3 Curva cupón cero soberana de bonos indexada por CER.....	11
4.4 Estimación de las expectativas de inflación.....	12
5. Descripción de los datos utilizados.....	15
5.1 Estimación curva cupón cero soberana tasa fija pagaderos en pesos	15
5.2 Estimación curva cupón cero soberana indexada CER pagaderos en pesos.....	15
5.3 Expectativas de inflación	17
6. Resultados	18
6.1 Curva cupón cero soberana tasa fija pagaderos en pesos.....	18
6.2 Curva cupón cero soberana indexada por CER pagaderos en pesos	21
6.3 Expectativas de inflación	24
7. Conclusiones	28
8. Bibliografía	29
9. Anexo	31
Anexo I – Coeficientes del REM publicados por el BCRA.....	31
Anexo II – Tasa de política monetaria del BCRA.....	32

Índice de tablas

Tabla 1. Descripción de títulos.....	16
---	----

Índice de gráficos

Figura 1. Evolución de los Parámetros NS.....	18
Figura 2. Evolución Diaria de la Curva Nominal Cupón Cero.....	19
Figura 3. Nodos Curva Nominal.....	20
Figura 4. Errores de Valuación parte 1.....	20
Figura 5. Errores de valuación parte 2.....	21
Figura 6. Evolución de los Parámetros NS.....	22
Figura 7. Evolución Diaria de la Curva Real Cupón Cero.....	22
Figura 8. Nodos Curva Real.....	23
Figura 9. Errores de Valuación.....	24
Figura 10. Inflación estimada para el próximo año.....	25
Figura 11. Inflación estimada contra la realizada.....	26
Figura 12. Inflación anual de un año dentro de un año.....	26
Figura 13. Inflación anual estimada para un año dentro de 5 años.....	27

Resumen

El propósito de esta investigación es proporcionar una herramienta para estimar las expectativas de inflación en la Argentina. Hoy en día las fuentes más respetadas que miden expectativas de inflación basan sus resultados en procesos de encuestas. El procedimiento de encuestas que utiliza este trabajo como referencia es el Relevamiento de Expectativas de Mercado (REM). Este método no ha demostrado ser acertado al compararse con los hechos que efectivamente suceden.

Para estimar las expectativas de inflación se utilizó el modelo de Nelson & Siegel (1987) para calcular las curvas cupón cero tanto de tasas nominales como tasas reales. Una vez obtenidas las estructuras de tasas mencionadas se procedió a calcular las tasas futuras implícitas. El último paso fue hacer la resta aritmética de las tasas futuras obtenidas para obtener expectativas de inflación anuales de manera diaria.

El ejercicio, en primer lugar, arrojó estabilidad en los parámetros de las curvas estimadas, tanto la nominal como la real. En segundo lugar, las expectativas de inflación observadas estuvieron correlacionadas con los coeficientes estimados REM. Por otro lado, las expectativas oscilaron en torno al 17% y 18% anual para el periodo observado. Sin embargo, la inflación realizada superó el 25%. Por último, se evidencia una tendencia a la baja en las expectativas de inflación consolidándose en un dígito a partir de los 5 años desde el periodo en observación.

Universidad de
San Andrés

1. Introducción

La inflación es el aumento generalizado y sostenido del nivel de precios existentes en el mercado durante un período de tiempo, frecuentemente un año. Cuando el nivel general de precios sube, con cada unidad de moneda se adquieren menos bienes y servicios. Es decir, que la inflación refleja la disminución del poder adquisitivo de la moneda: una pérdida del valor real del medio interno de intercambio y unidad de medida de una economía. Una medida frecuente de la inflación es el índice de precios, que corresponde al porcentaje analizado de la variación general de precios en el tiempo. En Argentina este índice es llevado adelante por el Instituto de Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC).

Sin embargo, para estimar las expectativas de inflación en el país hay diferentes instituciones que proponen alternativas. El Banco Central de la República Argentina (BCRA) lleva adelante el Relevamiento de Expectativas de Mercado (REM). Esta alternativa consiste en un seguimiento sistemático de los principales pronósticos macroeconómicos de corto y mediano plazo sobre la evolución de la economía argentina y es generado a partir de una encuesta dirigida a analistas especializados locales y extranjeros. Por otro lado, la Universidad Torcuato Di Tella (UTDT) realiza informes mensuales con datos de encuestas para estimar las expectativas de inflación de individuos en grandes centros urbanos del país. Como base de comparación de este estudio se utilizará el REM debido a que el método utilizado está basado en opiniones de especialistas de mercado.

Ambos métodos están basados en encuestas y han demostrado no ser del todo precisas. La razón puede deberse a que los consultados tienen pocos incentivos para responder acertadamente. Además, generalmente se concentran en las expectativas de los próximos 1 o 2 años. Debido a la demora (lag) de las políticas monetarias, los bancos centrales están más interesados en información de mayor plazo para verificar la credibilidad de los objetivos de inflación. Esto se puede observar en el Anexo 1

En el plano internacional hay estudios que proponen analizar las expectativas de inflación partiendo de los precios de mercado de títulos de deuda soberana nominados en moneda local. Estos documentos serán mencionados y explicados en el apartado “Revisión de la Bibliografía”.

En lo que respecta a la literatura argentina, no existen muchos trabajos de investigación relacionados con esta temática, por lo que resulta de sumo interés generar una contribución en ese sentido.

Para estimar las expectativas de inflación, en base a los precios de mercado de los títulos de deuda, existen varios modelos. Sin embargo, no hay una forma precisa de elegir uno. La selección de este depende de las características del mercado que se encuentre bajo análisis. En otras palabras, depende de la liquidez, profundidad y la cantidad de títulos disponibles para ser invertidos.

Esta investigación realizará estimaciones de expectativas de inflación de frecuencia diaria utilizando las curvas cupón cero de deuda argentina nominada en moneda local aplicando el modelo de Nelson & Siegel (1987) (de ahora en más, lo llamaremos NS). Para esto se utilizarán instrumentos de deuda a tasa fija y otros que ajusten por el índice CER considerados libre de riesgo crediticio. El periodo en el cual se realizará el análisis es desde el 4 de noviembre de 2016 hasta el 30 de noviembre de 2017.

El propósito de este estudio es aportar una herramienta más para estimar las expectativas de inflación de largo plazo que sea económico y de alta frecuencia. Esta es información es valiosa para inversores a la hora de la toma de decisiones. También es útil para generadores de políticas monetarias y personal del banco central para monitorear en tiempo real las expectativas inflacionarias percibidas en el mercado.

La estructura del trabajo es la siguiente: en la primera sección se realizará una revisión literaria para conocer trabajos previos que se hayan realizado sobre esta temática, en la siguiente sección se describe el modelo de NS en cual sirve de base para construir las curvas cero cupones modeladas en este estudio. En la tercera sección se presenta la metodología utilizada para abordar la problemática. En la cuarta sección se describen los instrumentos analizados, la selección del período temporal a estudiar y los criterios empleados para el armado de la base de datos con la que se trabaja. En la quinta sección se muestran los resultados obtenidos. Finalmente, en la última sección se escriben las conclusiones del trabajo

2. Revisión de la bibliografía

En el plano internacional, hay varios estudios que se dedicaron a abordar la problemática de medir las expectativas de inflación partiendo de títulos de deuda emitidos en moneda local, libre de riesgo crediticio que ajustan por inflación y otros con tasas nominales.

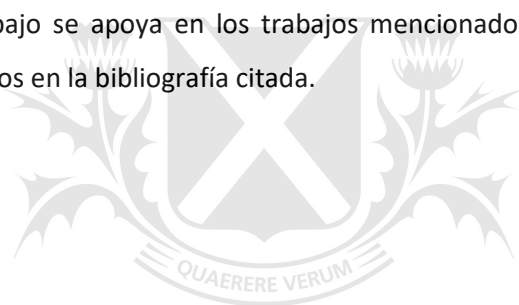
Haim Levy (1982) analiza el periodo comprendido entre 1960 y 1980. En su análisis propone utilizar los rendimientos nominales promedios del periodo de 1961-64 para diferentes periodos de madurez como rendimientos reales. Esto se debe a que en dicho periodo donde hubo baja o nula inflación en Estados Unidos. Estos retornos se consideran constantes en el tiempo y se los utiliza para estimar las expectativas de inflación de los años 1981-1985 usando la curva de rendimientos nominales de 1980. Este trabajo realiza un primer aporte para estimar expectativas de inflación en base a los precios de mercado de los títulos de deuda.

Más adelante en el tiempo, Mark Deacon y Andrew Derry (1994) analizan la inflación implícita en los precios de los títulos de deuda británica a partir de bonos a tasa fija y otros que ajustan sus precios por inflación. El estudio compara los resultados de utilizar los modelos de McCulloch, Schafer, NS; y Svensson. Como conclusión obtienen que el modelo de Svensson es el que mejor ajusta las expectativas de inflación contempladas en el mercado británico para el periodo analizado. Este es el estudio que, debido a los instrumentos y modelos que utiliza, puede ser implementado para el caso argentino.

El siguiente aporte en orden cronológico es de Christensen, Lopez y Rudebusch (2010). Los autores proponen estimar curvas cupón cero de rendimientos nominales y otra de reales. Cada una de estas curvas arroja sus propias conclusiones. Además, las combina en un modelo conjunto para obtener el punto de inflación de indiferencia en las curvas. El siguiente paso es descomponer este dato entre la expectativa de inflación del mercado y el premio por el riesgo inflacionario. Este trabajo concluye en que el riesgo inflacionario para el mercado estadounidense en periodo comprendido entre enero de 2003 y marzo de 2008 es prácticamente cero y las expectativas de inflación de largo plazo estaban bien ancladas en los precios de mercado. Por otro lado, se encontraba una alta correlación entre las expectativas observadas y los resultados de las encuestas. Debido a la volatilidad y a la falta de anclaje de expectativas de inflación en el mercado argentino, este estudio arrojaría altos premios por riesgo inflacionario. Es por esto, que como ampliación del presente estudio se propondrá utilizar este modelo para el caso argentino.

Por otro lado, Andonov, Bardong y Lehnert (2010) proponen un modelo de predicción de la inflación basado en Kothari y Shanken (2004). Este modelo explica la inflación corriente a partir de variables financieras y económicas pasadas. Entre las variables utilizadas se encuentra la tasa spot, el diferencial de rendimiento (yield spread) entre 1 y 5 años, la inflación con un año de demora (lag) y los retornos reales de las letras del tesoro norteamericano como proxy de la tasa real de interés de los próximos años. Este modelo es utilizado para el periodo 1990-2009 para Estados Unidos. El estudio concluye que dichas variables explican el 23% de la variación de inflación del próximo año durante el periodo señalado. El inconveniente de aplicabilidad para el mercado argentino es que supone baja volatilidad de tasas reales.

Todos los trabajos mencionados se realizaron en mercados más líquidos, profundos y desarrollados que el argentino. Para este último mercado no existe bibliografía vigente para consultar. Esto implica que si bien el trabajo se apoya en los trabajos mencionados, este enfrenta obstáculos diferentes a los mencionados en la bibliografía citada.



Universidad de
San Andrés

3. Metodología de NS aplicada

Bajo condiciones de mercado completo y ausencia de arbitraje, el precio de un bono para el día t con vencimiento dentro de m años viene dado por:

$$P(t, t + m) = \sum_{k=1}^m c d(t, t + k) + 100d(t, t + m)$$

Donde, $d(t, T)$ representa al factor de descuento para el día t con vencimiento en T , el cual se encuentra expresado de la siguiente manera utilizando convención continua:

$$d(t, T) = \exp\left(-\frac{i(t, T)}{100}(T - t)\right)$$

La curva de futuros, la que utilizaremos para la estimación de la inflación implícita, dada por la forma funcional de NS viene dada por:

$$f(m; b) = \beta_0 + \beta_1 \exp\left(-\frac{m}{\tau_1}\right) + \beta_2 \frac{m}{\tau_1} \exp\left(-\frac{m}{\tau_1}\right)$$

A partir de dicha función se obtiene la función correspondiente a las tasas cupón cero, la cual utilizaremos en el presente trabajo.

$$r(t) = \beta_0 + \beta_1 \frac{(1 - \exp\left(-\frac{t}{\tau_1}\right))}{\frac{t}{\tau_1}} + \beta_2 \left(\frac{(1 - \exp\left(-\frac{t}{\tau_1}\right))}{\frac{t}{\tau_1}} - \exp\left(-\frac{t}{\tau_1}\right) \right)$$

Donde, β_0 , β_1 , β_2 y τ son los parámetros que estimar a partir de los precios de mercado. Estos parámetros resultan de gran importancia ya que cada uno de ellos posee una interpretación, por lo tanto nos permite deducir si el modelo se encuentra calibrado de manera correcta.

Brevemente, podemos decir que:

β_0 : representa a la tasa de interés de largo plazo

$\beta_0 + \beta_1$: representa a la tasa de interés de corto plazo

β_2, τ : se encuentran relacionados con la magnitud y posición de la joroba que caracteriza al modelo empleado, respectivamente.

En el presente trabajo, siguiendo lo propuesto por Julián Andrada-Felix et al. (2014), estos parámetros son estimados por mínimos cuadrados no lineales de dos maneras distintas. En ambos casos, los errores en los precios son ponderados por la inversa de la duración Macaulay del bono correspondiente con el fin de obtener un mejor ajuste en los precios correspondientes a los bonos de corto plazo.

En primera instancia, se realiza la siguiente optimización:

$$\min_{\beta_0, \beta_1, \beta_2, \tau} \sum_{i=1}^k \frac{\varepsilon_i^2}{MD_i} = \min_{\beta_0, \beta_1, \beta_2, \tau} \sum_{i=1}^k \frac{(P_i - \hat{P}_i)^2}{MD_i}$$

Con las siguientes restricciones:

- $\beta_0 > 0$
- $\beta_0 + \beta_1 > 0$
- $\tau > 0$

Donde k representa el número de bonos en la muestra, P_i es el precio de mercado, \hat{P}_i es el precio teórico siguiendo el modelo de NS y MD_i es la duración Macaulay.

Los parámetros de NS obtenidos en la optimización resultan inestables lo cual produce un exceso de volatilidad en las curvas cupón cero estimadas. Esto se debe a la alta no linealidad de la función objetivo.

Siguiendo los pasos de Diebold y Li (2006), se fija el parámetro τ y se realiza la siguiente optimización:

$$\min_{\beta_0, \beta_1, \beta_2} \sum_{i=1}^k \frac{\varepsilon_i^2}{MD_i} = \min_{\beta_0, \beta_1, \beta_2} \sum_{i=1}^k \frac{(P_i - \hat{P}_i)^2}{MD_i}$$

Con las siguientes restricciones:

- $\beta_0 > 0$
- $\beta_0 + \beta_1 > 0$

Al fijar τ , la función objetivo sigue resultando no lineal pero la evolución de los parámetros de NS resulta más estables en el tiempo.

En ambos casos, la optimización se realiza siguiendo el criterio de Bolder y Strélski (1999). Esta metodología construye una grilla con distintos puntos de partida situados dentro de la zona de posibles soluciones para la optimización. Para cada una de los puntos de la grilla se realiza la optimización y se obtienen los parámetros $(\beta_0^*; \beta_1^*; \beta_2^*, \tau^*)$ que minimizan la función objetivo. Sobre todas las soluciones óptimas obtenidas se toman como solución global la que posee menor distancia euclidiana a los parámetros correspondientes del día anterior.

4. Inflación Implícita: Metodología de estimación

La metodología propuesta consiste en:

1. Estimar la Curva Cupón Cero Soberana Tasa Fija pagaderos en Pesos utilizando el modelo de NS.
2. Estimar la Curva Cupón Cero Soberana de bonos indexados por CER en pagaderos en Pesos utilizando el modelo de NS.
3. A partir de las curvas cupón cero obtenidas, obtenemos las curvas de tasas futuras. Mediante la resta de ambas curvas estimamos las expectativas de inflación a distintos plazos.

4.1 Criterios generales

Para el análisis se consideraron condiciones de mercado completo sin posibilidad de arbitraje. En este marco el precio teórico (P_i^*) del bono i se calcula a partir de la siguiente ecuación:

$$P_i^* = \sum_{j=1}^T C_{i,j} e^{-r_j t_j} + N_{i,j} e^{-r_j t_j}$$

Donde

$C_{i,j}$ = Cupón del bono i en el instante j

$N_{i,j}$ = Amortización del bono i en el instante j

t_j = días al vencimiento expresados en años bajo la convención 30/360 del instante j

r_j = tasa de cupón cero dada por la función de NS para el instante j

4.2 Estimación curva cupón cero soberana tasa fija pagaderos en pesos

Utilizando precios de liquidación de 24 horas para las letras y precios a 48 horas para los bonos, se plantean las dos optimizaciones descritas en la sección 3. Siguiendo el criterio de Bolder y Strélski (1999), se construye la siguiente grilla con distintos puntos de partida:

$$\beta_0 \in \{0,15 ; 0,16 ; 0,17 ; 0,18 \}$$

$$\beta_1 \in \{0,10 ; 0,15 ; 0,20 ; 0,25 \}$$

$$\beta_2 \in \{-0,05 ; 0,05 ; -0,1 ; 0,1 \}$$

$$\tau \in \{0,50 ; 1,5 ; 2 \}$$

Cabe aclarar que en el caso que se realiza la optimización en la cual se fija τ , la grilla esta solamente compuesta por los parámetros β_0 , β_1 y β_2 .

Para cada una de las posibles combinaciones se realiza la optimización y se obtienen los parámetros que minimizan la función objetivo. Luego, se toma como solución para el día de valuación la que minimiza la distancia euclidiana con los parámetros del día anterior.

4.3 Curva cupón cero soberana de bonos indexada por CER

En este caso para todos los títulos públicos que componen la curva se utiliza el precio correspondiente al plazo de liquidación de 48 horas, y además los flujos de los bonos son estimados utilizando el coeficiente CER correspondiente a la fecha de valuación.

Tras realizar las iteraciones en repetidas ocasiones los parámetros no mostraban estabilidad. Esto implicaba que las curvas resultantes fueran obsoletas. Para superar este problema fue necesario “anclar” la curva en el corto plazo. Esto consiste en definir una tasa de interés real para el corto plazo por donde la curva estimada debe pasar. En particular, se utilizó como ancla la diferencia entre la tasa de política monetaria del BCRA y la inflación esperada para el mes vigente de acuerdo con el REM. Por lo tanto, para la estimación de esta curva, la función objetivo es la siguiente.

$$\min_{\beta_0, \beta_1, \beta_2, \tau} \sum_{i=1}^k \frac{(P_i - \hat{P}_i)^2}{MD_i} + \left(\frac{r\left(\frac{30}{365}\right) - Ancla_{30/365}}{Ancla_{30/365}} \right)^2$$

Donde,

\hat{P}_i : Precio teórico

P_i : Precio de mercado

MD_i : es la duración macaulay

$R\left(\frac{30}{365}\right)$: Tasa teórica dada por NS para 30 días

$Ancla_{30/365}$: Tasa del corredor de pases menos la inflación anualizada esperada en el REM

k : es la cantidad de bonos que poseen precio de mercado.

Siguiendo el criterio de Bolder y Strélski (1999), se construye la siguiente grilla con distintos puntos de partida:

$$\begin{aligned}\beta_0 &\in \{0,04 ; 0,06 ; 0,08 ; 0,10 \} \\ \beta_1 &\in \{-0,02 ; 0,02 ; -0,03 ; 0,03 \} \\ \beta_2 &\in \{-0,05 ; 0,05 ; -0,1 ; 0,1 \} \\ \tau &\in \{ 2 ; 5 ; 8 \}\end{aligned}$$

En el caso que se realiza la optimización en la cual se fija τ , la grilla esta solamente compuesta por los parámetros β_0 , β_1 y β_2 .

Para cada una de las posibles combinaciones se realiza la optimización y se obtienen los parámetros que minimizan la función objetivo. Luego, se toma como solución para el día de valuación la que minimiza la distancia euclidiana con los parámetros del día anterior.

4.4 Estimación de las expectativas de inflación

Este trabajo tomará como base la definición de punto de inflación de indiferencia (Breakeven Inflation) que postulan Christensen, Lopez y Rudebusch (2010). Los autores concluyen en su trabajo que este punto se estima de la siguiente manera:

$$y_t^N(\tau) - y_t^R(\tau) = \pi_t^e(\tau) + \phi_t(\tau)$$

Este punto de indiferencia es el resultante de sustraer la tasa futura real $y_t^R(\tau)$ a la tasa futura nominales $y_t^N(\tau)$. El punto de indiferencia se puede descomponer entre la suma de las expectativas de inflación y la prima asociada al riesgo inflacionario.

En segundo lugar, el presente trabajo considera válida la teoría de las expectativas racionales. La teoría, sostiene que los actores económicos ajustan su conducta no sólo a los datos de la realidad presente, sino también a las expectativas de evolución que pueden inferirse a partir de ella.

Esta teoría supone que los agentes económicos son racionales. Además, cuentan con información relevante como evolución pasada de la variable sobre la cual están formando expectativas,

información de otras variables que pueden afectar el comportamiento de la variable que analizan e información sobre políticas económicas presentes y pasadas. En caso de que los actores se equivoquen, revisan sus expectativas de manera continua y hacen ajustes para no cometer errores pasados. Por último, actúan como si el resto de los agentes también fueran racionales.

De ese modo los inversionistas, compradores y vendedores, estiman el comportamiento a futuro de diversas variables macroeconómicas de importancia - crecimiento, inflación, tipo de cambio, etc.- tratando de maximizar sus beneficios ante la situación que racionalmente calculan que existirá. Lo anterior hace que las expectativas no sean sesgadas, pueden existir errores, pero en promedio las expectativas son correctas y los errores aleatorios.

Por otro lado, como postula Cochrane (2000) en su libro "Asset Pricing" en su apartado 19.2 (curvas de rendimientos y teorías de las expectativas), las tasas de interés futuras son equivalentes a las futuras tasas spot. Un caso especial de esta teoría es la Hipótesis de Expectativas Puras, la cual postula que en expectativa se obtendrán tasas de interés iguales para estrategias de inversión en el mismo periodo de tiempo, independientemente de los plazos de los bonos empleados en cada uno. En concreto, el valor esperado de la tasa de interés spot futura, para un plazo s , que se negociará en el momento $t+n-s$, será igual a la tasa forward para ese mismo periodo, que se negocie en el momento t , expresándose así:

$$E_t(y_{t+n-s,s}) = f_{t+n-s,s}$$

Claramente, dicha ecuación asume que los agentes no solo son racionales en sus predicciones, sino también, neutrales ante el riesgo. Si un agente neutral ante el riesgo necesita invertir a una tasa de interés con plazo s en el momento $t+n-s$, la relación mencionada hará que para este sea indiferente contratar la tasa forward desde ahora, o esperar hasta $t+n-s$ y negociar la tasa spot que esté vigente en dicho momento.

Con estas premisa como válida asumimos que la prima asociada al riesgo inflacionario es cero ($\phi_t(\tau) = 0$). Por otro lado, este trabajo no desconoce premios por iliquidez que pueden tener los títulos utilizados en este estudio, en particular los que ajustan por el índice CER. En el plano internacional, el estudio de Deacon y Derry (1994) menciona esta situación y propone asumir que este premio es despreciable. Continuando con esta línea, el trabajo considerara los premios por iliquidez son nulos.

Por lo tanto, resulta que la diferencia entre las curvas futuras reales y nominales es explicada por las expectativas de inflación. De esta manera, las expectativas de inflación para un instante t de tiempo viene dada por:

$$i(t) = f^{\text{PESOS}}(t; \beta_0, \beta_1, \beta_2, \tau_1) - f^{\text{CER}}(t; \beta_0, \beta_1, \beta_2, \tau_1)$$

Donde,

$f^{\text{PESOS}}(t; \beta_0, \beta_1, \beta_2, \tau_1)$: Corresponde a la tasa futura en el instante t obtenida a partir de la Curva Cupón Cero Soberana Tasa Fija pagaderos en Pesos.

$f^{\text{CER}}(t; \beta_0, \beta_1, \beta_2, \tau_1)$: Corresponde a la tasa futura en el instante t obtenida a partir de la Curva Cupón Cero Soberana de bonos indexados por CER.

Al estimar la curva de rendimientos reales es necesario asumir alguna expectativa de inflación ya que se deben utilizar los bonos que ajustan sus cupones por CER. Por lo tanto, resulta que la curva de rendimientos reales mencionada depende de dicha suposición. Deacon y Derry (1994) mencionan este inconveniente y lo resuelven realizando múltiples iteraciones para cada día hasta encontrar estabilidad en los parámetros del modelo de NS. Este problema de consistencia es el mismo que se abordó en el apartado 4.3 de este trabajo.

Este estudio no desconoce que el modelo propuesto tiene sus deficiencias y que futuros trabajos sobre el tema deberán resolverlas. Sin embargo, resulta útil a los propósitos de realizar una primera aproximación a la problemática.

Universidad de
San Andrés

5. Descripción de los datos utilizados

Este documento usa observaciones diarias desde el 4 de noviembre de 2016 hasta el 30 de noviembre de 2017. Los datos provienen de SIOPEL que es la plataforma de operaciones de MAE. En los casos que no había precio para el día se utilizó el último operado.

5.1 Estimación curva cupón cero soberana tasa fija pagaderos en pesos

Los bonos contemplados en la estimación de la curva cupón cero soberana en pesos son el TM18, TS18, TO21, TO23, TO26, IO9N6, I16N6, I23N6, I30N6, IO7D6, I14D6, I21D6, I28D6, I11E7, IO4E7, IO1F7, IO8F7, IO1M7, IO3Y7, IO7J7, IO1Y7, IO5A7, I12A7, I15G8, I15N7, I16G7, I16Y8, I17E8, I17O8, I17Y7, I18A8, I18L8, I18O7, I19A7, I19D8, I19L7, I19S8, I20D7, I20S7, I21F8, I21J7, I21J8, I21M8, I21N8, I24Y7, I26A7, I31Y7, L2PS8, LTPA8, LTPJ8, LTPM8, LTPO8, LTPS8. Estos bonos están descriptos en la tabla 1. Los títulos mencionados operaron en el periodo mencionado en el documento y pagan un cupón fijo en el caso de los primeros 5. Los siguientes 42 son títulos Letras del Banco Central (LEBAC) que operan a descuento. Los últimos 6 son Letras del Tesoro Nacional. Este trabajo no desconoce que los emisores de los títulos son diferentes. Lo que implicaría riesgos crediticios diferentes. Sin embargo, cuando se estimó el modelo se pudo apreciar que los precios teóricos obtenidos de todos los títulos de deuda mencionados se encontraban con bajo margen de error con respecto al precio observado de mercado. En otras palabras, se encontraban en la curva de tasa nominal estimada. Es por esto que se utilizaron todos los activos mencionados.

5.2 Estimación curva cupón cero soberana indexada CER pagaderos en pesos

El mercado argentino para el periodo analizado, desde el 4 de noviembre de 2016 hasta el 30 de noviembre de 2017, tuvo 7 títulos que ajustan su capital por el índice CER cotizando en el mercado. Estos títulos son el NF18, TC20, TC21, PR13, DICP, PARP y CUAP. Estos bonos fueron emitidos por el Estado Nacional Argentino. Las condiciones de emisión están descriptas en la tabla 1.

Nombre	Código ISIN	Fecha de Emisión	Fecha de maduración	Monto de la emisión	Características de pago de interés	Características de pago del capital original
TM18	ARARGE3202F8	5/9/2016	5/3/2018	\$15.210.746.000	Int 22.75%	Amortización 100% al vencimiento
TS18	ARARGE4502G8	19/9/2016	19/9/2018	\$24.999.999.994	Int 21.20%	Amortización 100% al vencimiento
TO21	ARARGE3202H4	3/10/2016	4/10/2021	\$ 62.499.999.991	Int 18.20%	Amortización 100% al vencimiento
TO23	ARARGE4502J2	17/10/2016	17/10/2023	\$ 27.278.700.056	Int 16.00%	Amortización 100% al vencimiento
TO26	ARARGE4502KO	17/10/2016	19/10/2026	\$60.191.934.394	Int 15.00%	Amortización 100% al vencimiento
NF18	ARBNAC030255	4/2/2002	4/2/2018	\$9.618.502.915	Int 2.00% + CER	60 cuotas del 0,40%, 48 cuotas del 0,60%, 47 cuotas del 0,98% y una cuota del 1,14% del capital ajustado por CER, venciendo la primera de ellas el 4/3/05.
TC20	ARARGE4502L8	28/10/2016	28/4/2020	\$ 57.361.987.302	Int 2.25% + CER	Amortización 100% al vencimiento
TC21	ARARGE320283	22/7/2016	22/7/2021	\$26.736.382.407	Int 2.50% + CER	Amortización 100% al vencimiento
PR13	ARARGE03B291	15/3/2004	15/3/2024	\$1.933.051.224	Int 2.00% + CER	Amortización 0.83% con cada cupón. Última amortización de 1.23%
DICP	ARARGE03E121	31/12/2003	2/1/2034	\$10.472.484.534	Int 5.83% + CER	20 amortizaciones de 5% a partir del 30/06/2024
PARP	ARARGE03E105	31/12/2003	31/12/2038	\$2.858.331.172	Int de 1.77% + CER hasta 31/03/2029. A partir de ese cupón hasta vencimiento pagos de 2.48% + CER	20 amortizaciones de 5% a partir del 30/09/2029
CUAP	ARARGE03E139	31/12/2003	2/1/2046	\$23.434.050.685	Int 3.31% + CER	20 amortizaciones de 5% a partir del 30/06/3036
LEBACs					Cupón 0	
LETES					Cupón 0	

Tabla 1. Títulos nominados en moneda argentina

5.3 Expectativas de inflación

Las expectativas de inflación utilizadas para comparar con los resultados obtenidos son las publicadas por el Banco Central de la República Argentina (BCRA) en el Relevamiento de Expectativas de Mercado (REM). Cabe destacar que este pronóstico es generado a partir de una encuesta dirigida a analistas especializados locales y extranjeros.

El BCRA define el REM de la siguiente manera:

El Relevamiento de Expectativas de Mercado (REM) consiste en un seguimiento sistemático de los principales pronósticos macroeconómicos de corto y mediano plazo que habitualmente realizan analistas especializados, locales y extranjeros, sobre la evolución de variables seleccionadas de la economía argentina que recopila el Banco Central de la República Argentina (BCRA). El REM permite a las autoridades que conducen la política monetaria, financiera y cambiaria contar con la mejor información disponible en materia de proyecciones económicas. También contribuye con la política de transparencia en la comunicación, fundamental para todo banco central que sigue un mandato primordial de estabilidad de precios bajo un esquema de metas de inflación. Al mismo tiempo, se constituye como un bien público al proporcionar gratuitamente a la comunidad las estimaciones periódicas sobre el comportamiento futuro de las principales variables económicas que realizan los especialistas.

Si bien la frecuencia del REM es mensual y el indicador que obtenemos en este trabajo es diario, la comparación vendrá dada por la evolución de la tendencia de las expectativas de inflación.

6. Resultados

Con este modelo y los datos mencionados, se buscó construir las curvas cupón cero compuestas por los títulos a tasa fija y otra por los títulos que ajustan por el índice CER. Se procedió a estimar las tasas futuras derivadas de estas curvas estimadas. Contando con estas tasas, el siguiente paso fue restarlas para llegar al número buscado.

6.1 Curva cupón cero soberana tasa fija pagaderos en pesos

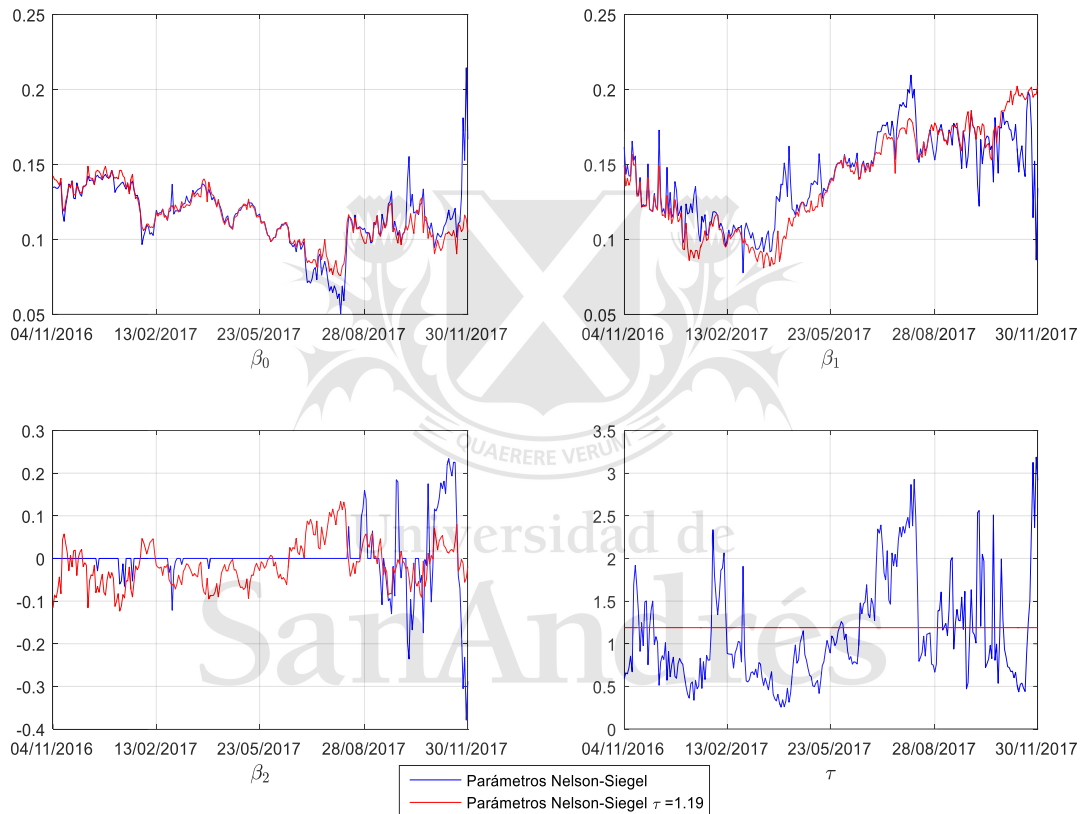


Figura 1. Evolución de los parámetros de NS

El la figura 1 se observa que al fijar τ los parámetros de NS resultan más estables, es por esto que se trabajara con los resultados obtenidos de dichas optimizaciones. Los parámetros de NS muestran estabilidad en su comportamiento en todo el recorrido del período analizado:

- β_0 , la tasa de interés de largo plazo, oscila entre valores de 10% y 15%
- β_1 , el spread entre la tasa de interés de corto y largo plazo, muestra cambio en la pendiente de negativa a positiva desde abril de 2017 con el endurecimiento de la tasa de política monetaria. El spread oscila entre 10% y 20%

- β_2 , medida relacionada con la joroba de la curva de N-S, oscila entre valores -10% Y 10%, en torno al 0%.
- $\tau = 1.19$, fijado en este trabajo. El cual es el promedio de τ obtenido en la optimización sin fijarlo.

El modelo de NS para tasas nominales descrito en la metodología de este trabajo produjo una curva invertida durante todo el periodo analizado.

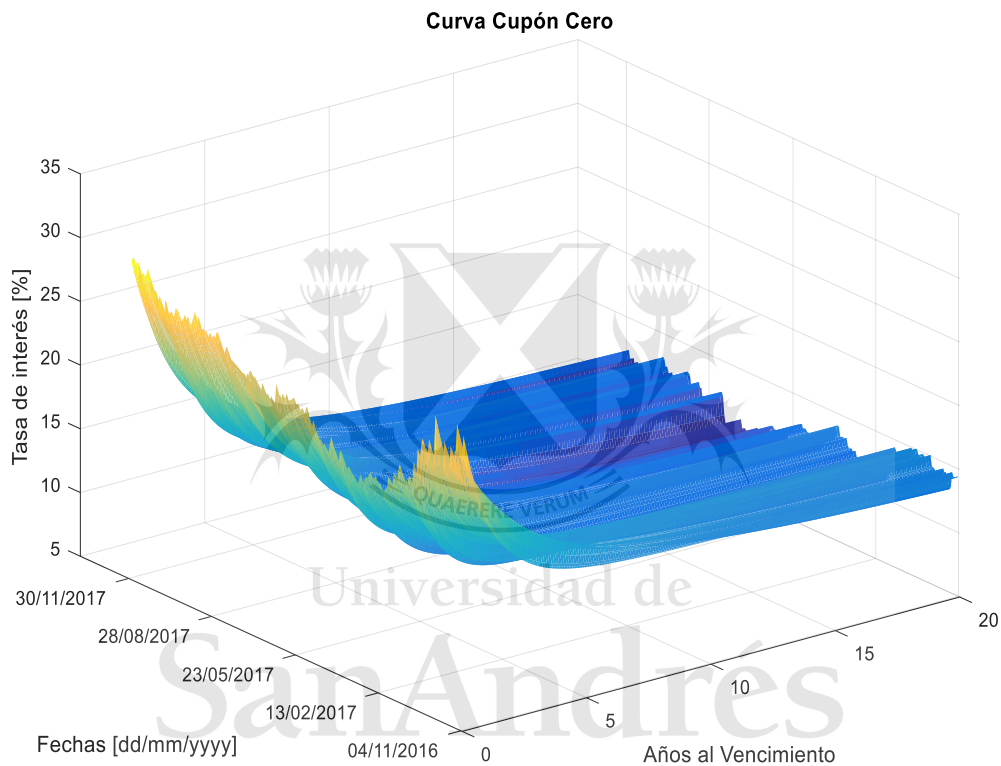


Figura 2. Evolución diaria de la curva nominal cupón cero.

A continuación, un gráfico con la evolución diaria de los nodos de la curva cupón cero de interés para los plazos de 3 meses, 6 meses, 1 año, 2 años, 5 años y 10 años. Del mismo puede destacarse que la forma invertida de la curva se mantiene. Sin embargo, hacia el final del periodo la tasa de menor plazo ofrece el mayor diferencial de rendimiento con respecto a la de más largo plazo. Esto se debió al endurecimiento de la política monetaria aplicada por el BCRA para este momento.

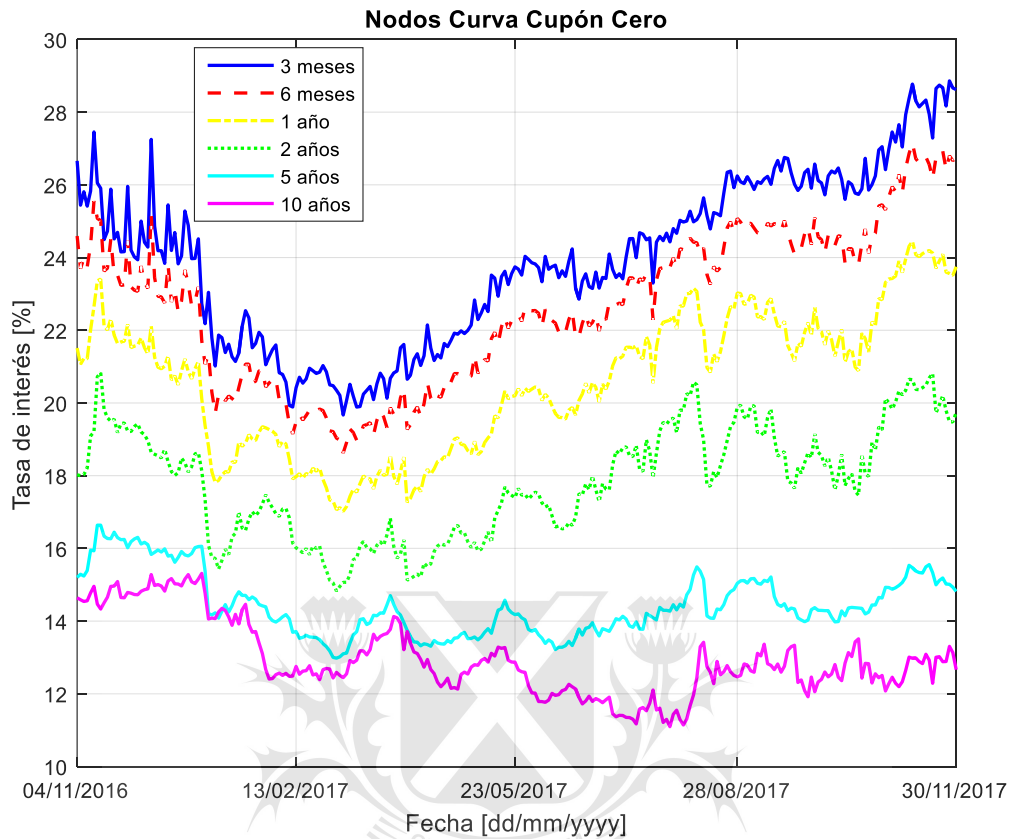


Figura 3. La curva nominal cupón cero está invertida. Se paga más tasa en plazo más cortos que por los más largos.

Se observa como el error de valuación de cada letra se encuentra entre 0.1% y -0.1%. Esto indica que las valuaciones han sido confiables.

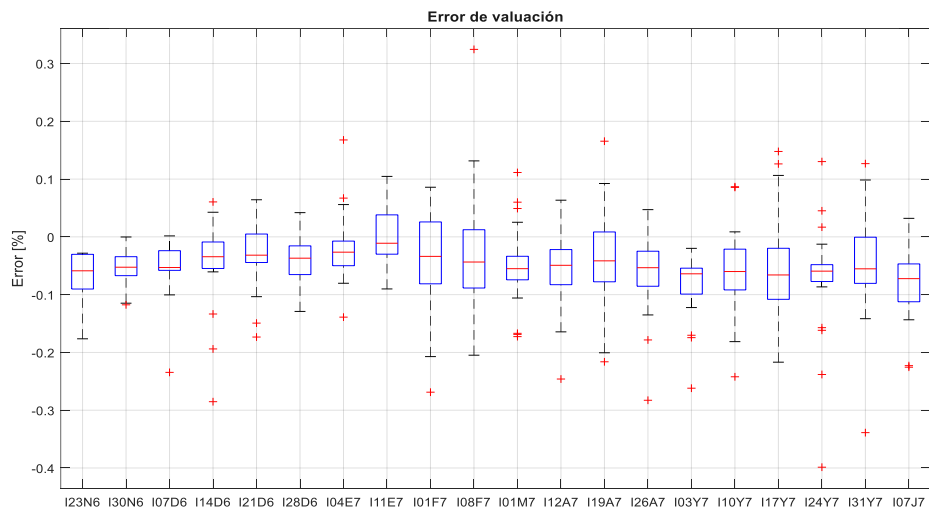


Figura 4. Errores de valuación de los títulos utilizados (parte 1 de 2).

Las mayores volatilidades de los errores se encuentran en los bonos TM18, TS18. La explicación es que, debido a los vencimientos, se sobreponían con las letras del BCRA. Sin embargo, los errores no superan el 1%. Debido a esto podemos concluir que las valuaciones han sido confiables y las curvas obtenidas son útiles para el propósito del presente trabajo.

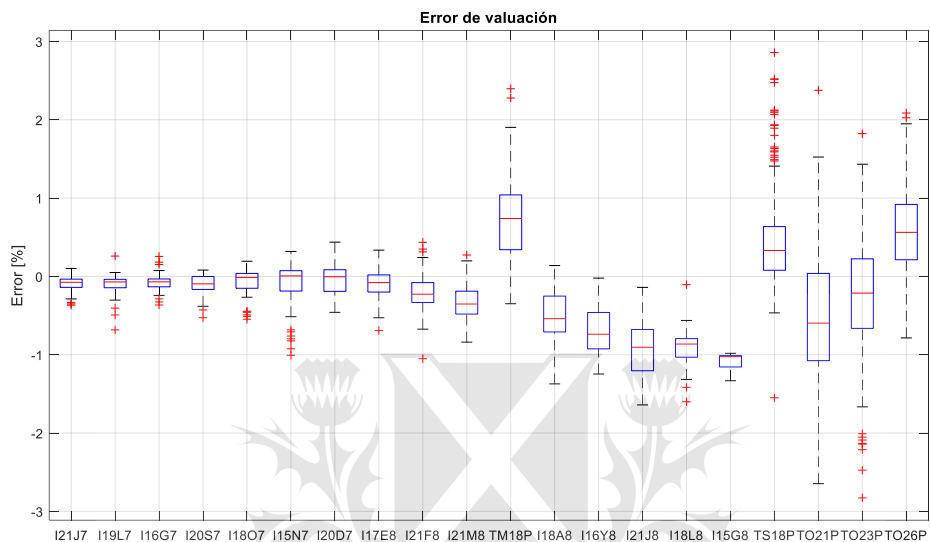


Figura 5. Errores de valuación de los títulos utilizados (parte 2 de 2).

6.2 Curva cupón cero soberana indexada por CER pagadera en pesos

Al igual que sucede para la Curva Cupón Cero Soberana de bonos que pagan una tasa fija en pesos, al fijar τ los parámetros de NS resultan más estables, es por esto que se trabajara con dichos resultados. Los parámetros de NS, tal como se muestra en la figura 6, muestran estabilidad en su comportamiento en todo el recorrido del período analizado:

- β_0 , la tasa de interés real de largo plazo oscila entre valores de 4% y 6%
- β_1 , el spread entre la tasa de interés real de corto y largo plazo muestra cambio en la pendiente de negativa a positiva desde abril de 2017 con el endurecimiento de la tasa de política monetaria. El spread oscila entre 0% y 5%
- β_2 , medida relacionada con la joroba de la curva de N-S, oscila entre valores -8% Y -12%.
- $\tau = 2.25$, fijado en este trabajo. El cual es el promedio de τ obtenido en la optimización sin fijarlo.

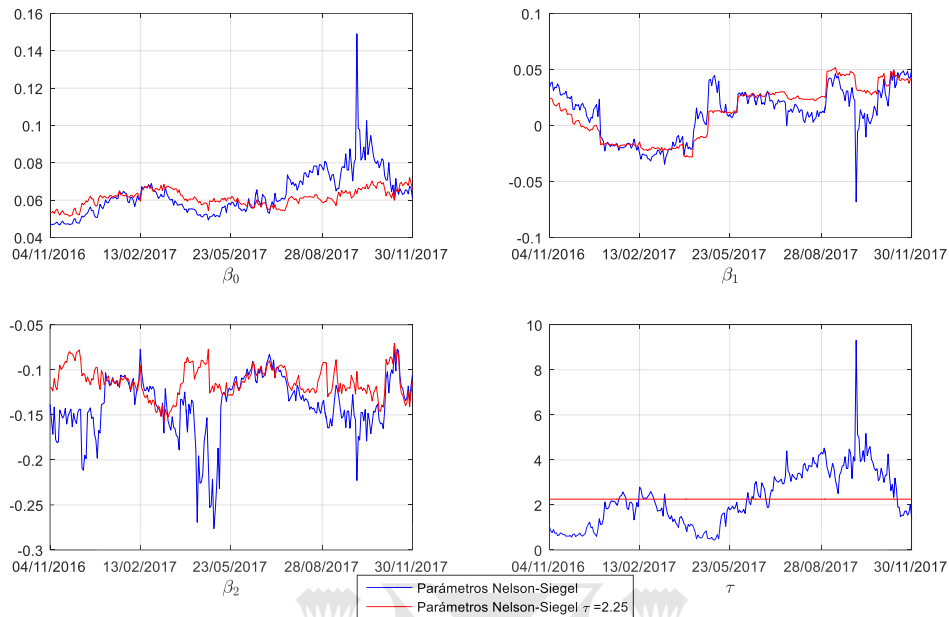


Figura 6. Evolución de los parámetros de NS

El modelo de NS para tasas nominales descrito en la metodología de este trabajo produjo una curva con pendiente invertida para todo el periodo analizado. Sin embargo, hubo mayor volatilidad en la misma. Puntualmente, los cambios suceden en el momento en que el BCRA comenzó con el endurecimiento de la política monetaria a aplicar.

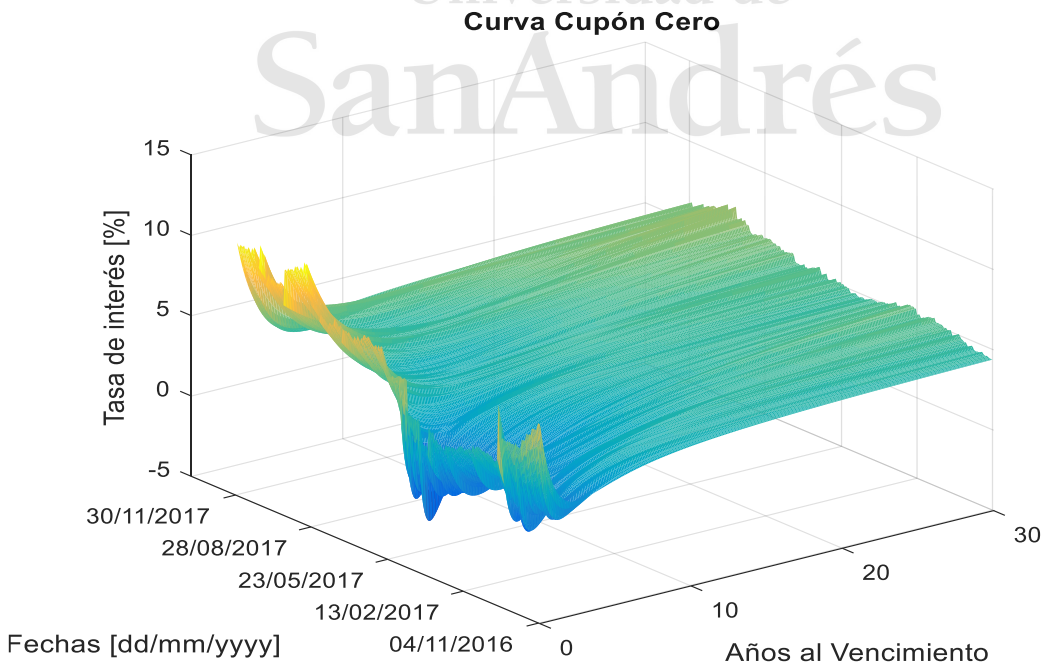


Figura 7. Evolución de la curva de tasas reales cupón cero

A continuación, en la figura 8 se muestra la evolución diaria de los nodos de la curva cupón cero de interés para los plazos de 3 meses, 6 meses, 1 año, 2 años, 5 años y 10 años. Del mismo puede destacarse que la forma de la curva cambia de pendiente durante el periodo analizado. Sin embargo, hacia el final del periodo las tasas reales de mayor plazo mantienen estabilidad entre el 4% y el 6%. El cambio sustancial se produce en los rendimientos de corto plazo. Estas pasan de rendimientos reales del 2% al 10%. Esto se debió al endurecimiento de la política monetaria aplicada por el BCRA para este momento.

En este caso la curva de rendimientos reales muestra otro comportamiento que el observado en la curva nominal. La parte larga muestra estabilidad en los rendimientos reales. La parte corta muestra mayor volatilidad. En particular, después de abril 2017 se puede ver como la curva se invierte debido a que los retornos para los plazos más cortos superan a los más largos. Esto se debió a un endurecimiento de la política monetaria que llevaba adelante el BCRA. La tasa de política monetaria había pasado de 24,25 a 26,25. Esta tasa siguió subiendo hasta alcanzar 28,75 hacia fines de diciembre 2017. Esto redundó en subida de la tasa real ofrecida por los bonos que ajustan por CER.

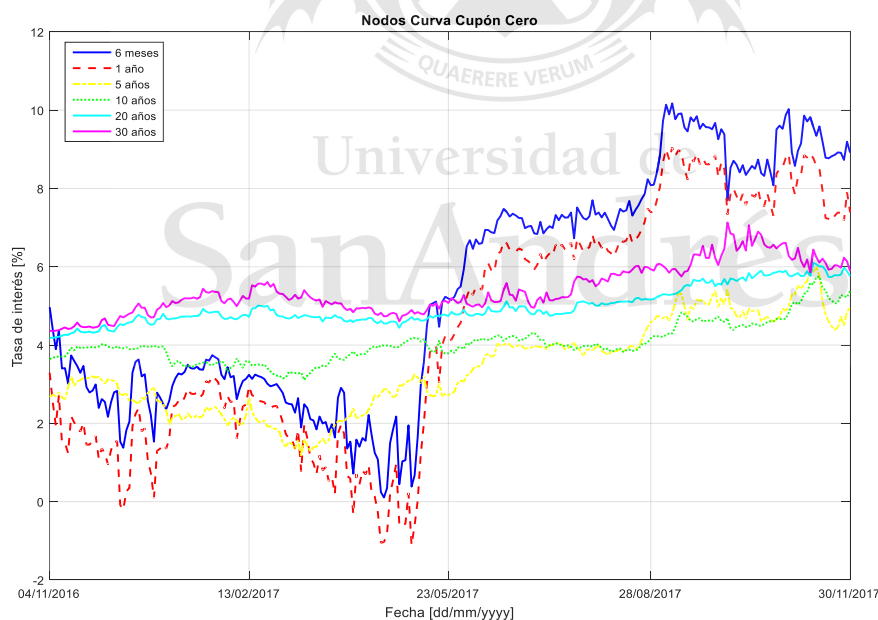


Figura 8. Evolución de la curva de tasas reales cupón cero

En la figura 9, se observa el error de valuación de cada bono se halla dentro del intervalo -2% y 3% en un 85% de los casos aproximadamente, denotando que las valuaciones han sido confiables y las curvas son útiles para los objetivos que persigue este trabajo.

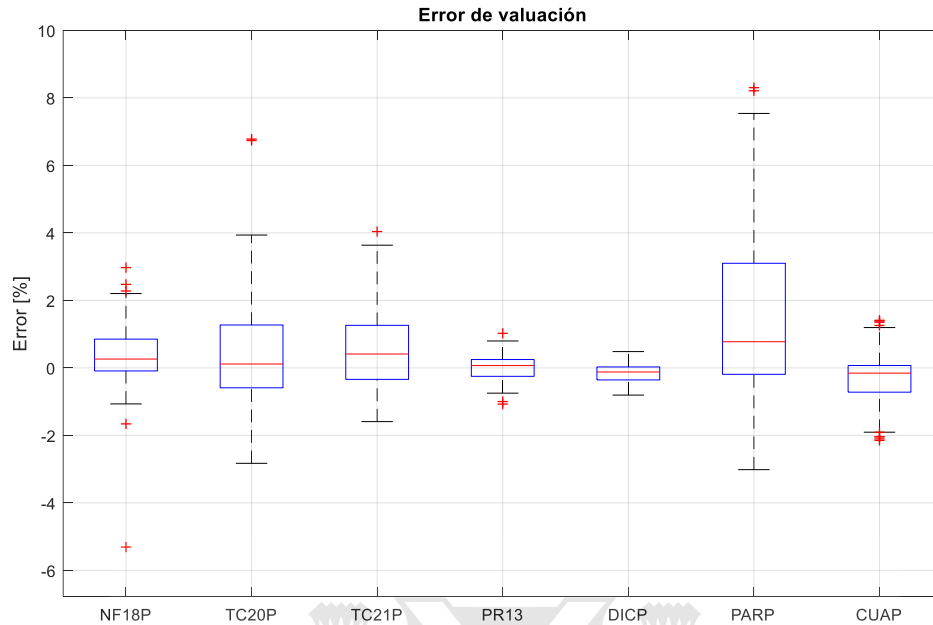


Figura 9. Errores de valuación de los títulos utilizados.

6.3 Expectativas de inflación

En la figura 10 se observa que las expectativas de inflación mencionadas en el REM están altamente correlacionadas con las arrojadas por el modelo propuesto en este estudio. Ambos siguen la misma tendencia, incluso cuando esta cambia de dirección agosto de 2018. Esto se puede ver en la figura 10.

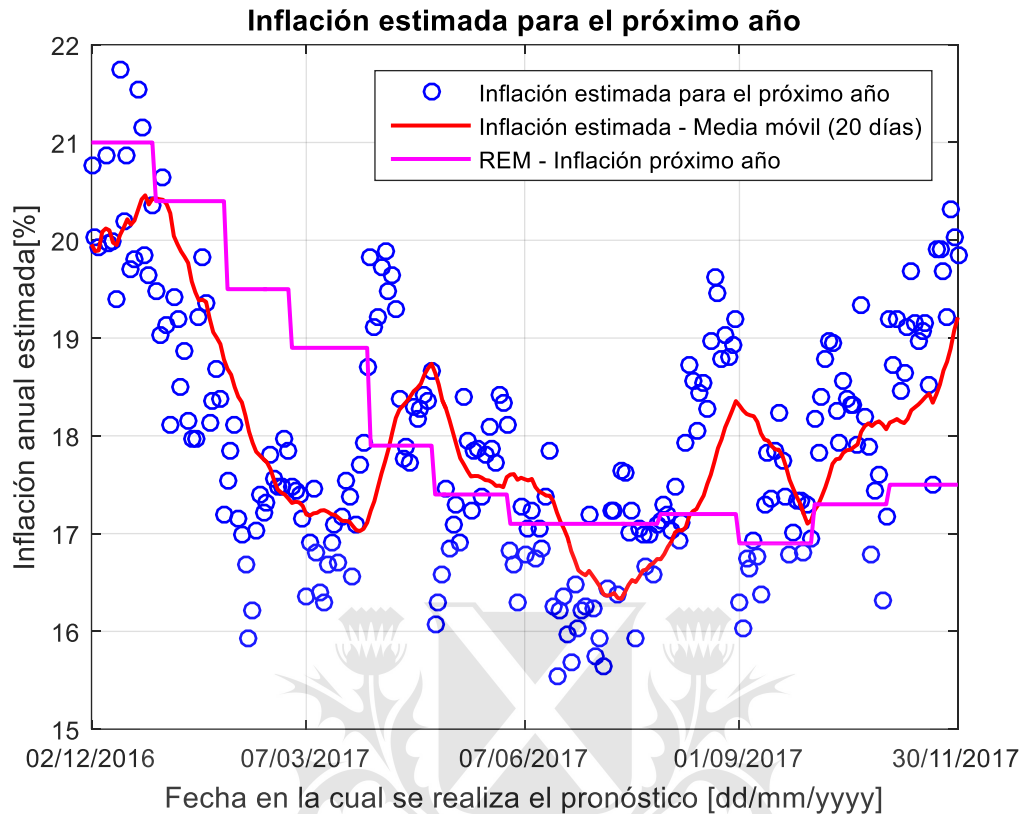


Figura 10. Inflación anual estimada para el próximo año tanto por el REM como por el modelo propuesto.

La figura 11, sin embargo, nos muestra que tanto el REM como los resultados del modelo distaron mucho de la inflación que efectivamente tuvo lugar. Como ejemplo más contundente, la inflación realizada a septiembre de 2018 fue de 35% según mediciones del INDEC y la esperada por según el REM y este modelo rondaban 17%. Esto es un indicio sustancial que existen premios por riesgo inflacionario en los bonos.

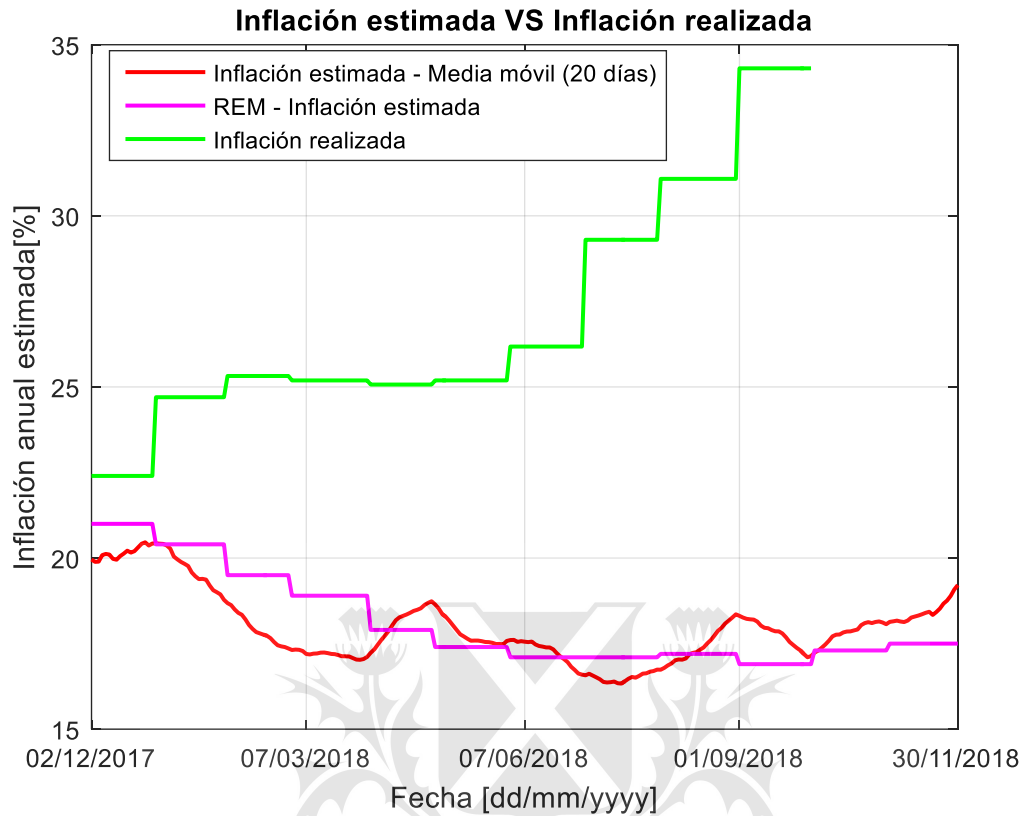


Figura 11. Comparación entre la inflación estimada (REM y modelo) y la efectivamente realizada.

Por otro lado, las expectativas de inflación para un año dentro de un año continuaron altamente correlacionadas con las expectativas dadas por el REM. La figura 12 grafican la correlación mencionada.

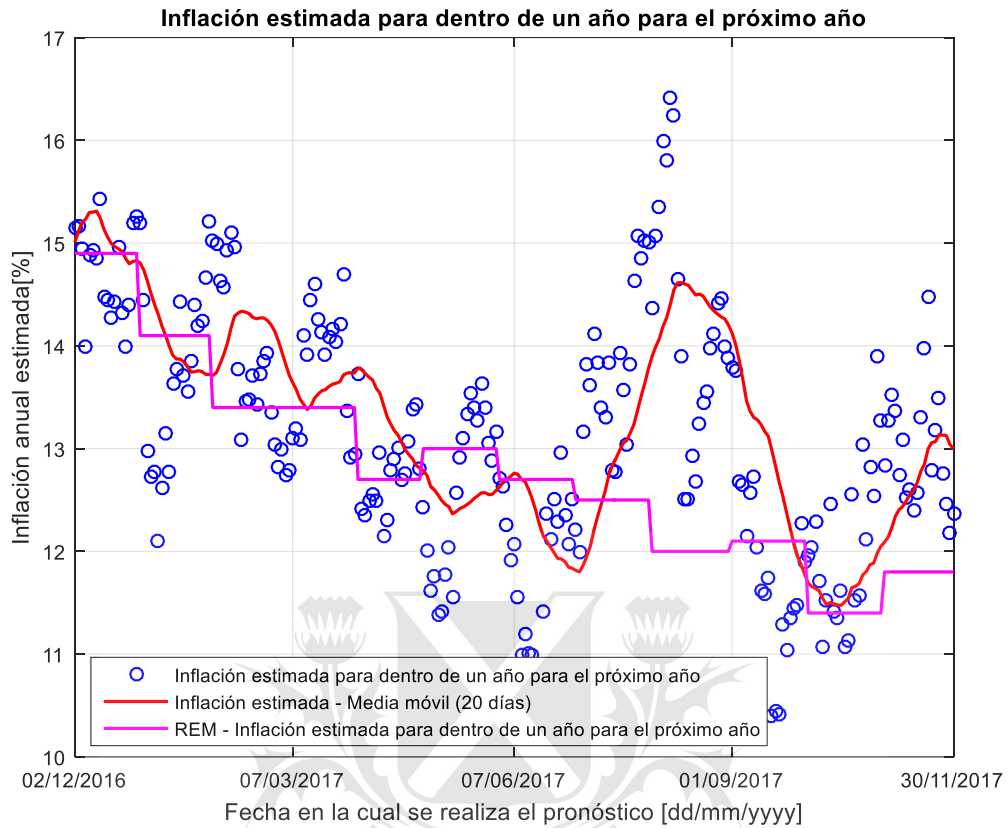


Figura 12. Inflación anual estimada para dentro de un año tanto por el REM como por el modelo propuesto.

Finalmente, en un aspecto superior de este modelo con respecto al REM, se puede ver la expectativa de inflación para 5 años dentro de un año. Esta tendencia es hacia la baja. Esto se puede ver en la figura 13. Se nota una estabilización en 6% hacia el final del periodo analizado.

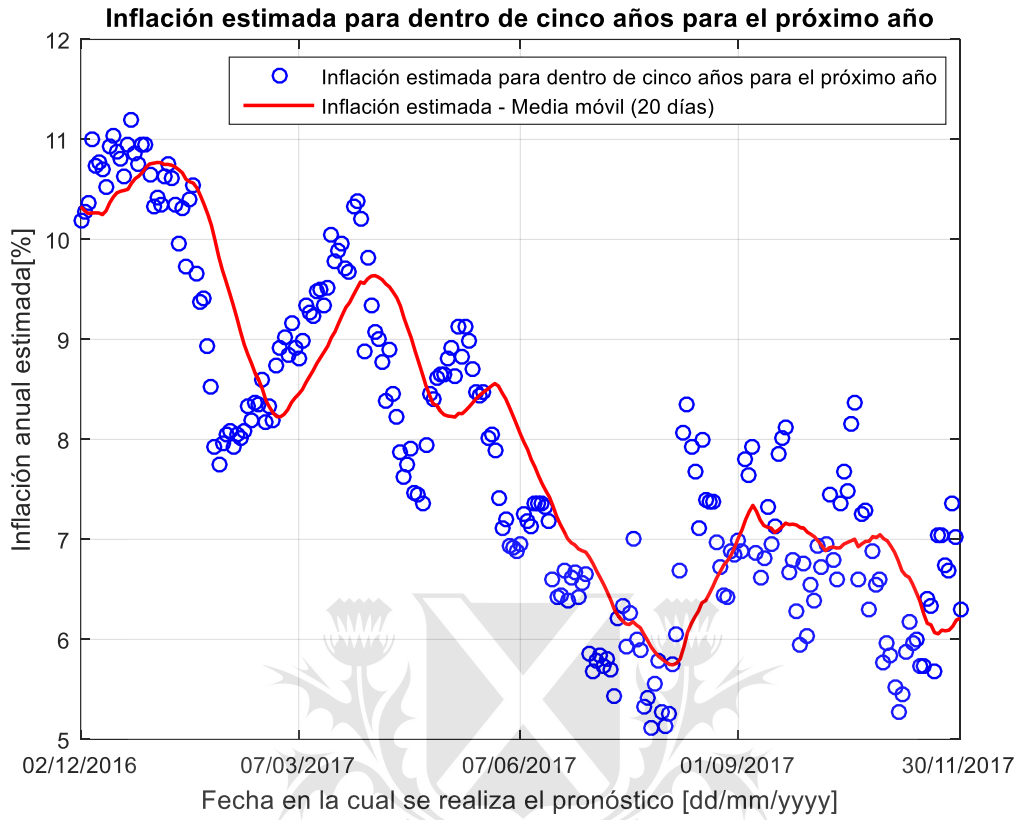


Figura 13. Inflación anual estimada para dentro 5 años en un año.

7. Conclusiones

El propósito de este documento es aportar una nueva herramienta para estimar expectativas de inflación basado en precios de títulos de deuda que cotizan diariamente en el mercado argentino.

El ejercicio, en primer lugar, arrojó estabilidad en los parámetros de las curvas estimadas en la curva de cupón cero de rendimientos nominales y reales para el periodo comprendido entre desde el 4 de noviembre de 2016 hasta el 30 de noviembre de 2017.

En segundo lugar, las expectativas de inflación observadas por el modelo mostraron una alta correlación con los datos del REM. Incluso, la tendencia del comportamiento de la inflación cambio en meses similares. Sin embargo, es destacable que el modelo muestra una reacción más veloz que el REM. Finalmente, tanto los resultados del modelo como los del REM distan de los finalmente observados en la realidad.

Con respecto al modelo, el mismo resulta útil para la toma de decisiones de inversión al ofrecer información de mercado concreta y de alta frecuencia. Este modelo podría ser utilizado para evaluar las expectativas de inflación en periodos subsecuentes. De esta manera se podría ver cómo reaccionan las curvas y las expectativas ante escenarios políticos cambiantes.

Se propone como siguiente trabajo descomponer la inflación obtenida en este trabajo (inflación implícita de equilibrio) entre inflación implícita y el riesgo inflacionario. Este ejercicio es realizado por Christensen, Lopez y Rudebusch (2010) utilizando el modelo de NS sin posibilidad de arbitrajes con datos de enero de 1995 hasta marzo de 2008 de bonos que ajustan por el índice de inflación norteamericano y otros a tasa fija. Un trabajo similar se podría realizar para el mercado argentino.

8. Bibliografía

- Adrian, Tobias y Hao Wu (2008). "The term structure of inflation expectations", Federal Reserve Bank of New York Staff Reports #362.
- Aleksander Andonov, Florian Bardong and Thorsten Lehnert (2010). "Tips, Information Expectations and Financial Crisis" Financial Analysts Journal.
- Ang, Andrew, Geert Bekaert y Min Wei (2008), "The Term Structure of Real Rates and Expected Inflation". Journal of Finance.
- Chun, A.L.(2009), "Expectations, Bond Yields and Monetary Policy", Manuscripts, Department of Finance, Copenhagen Business School.
- Cocharane, J.H. (2000), "Asset Pricing".
- David Bolder and David Stréliski (1999). "Yield Curve Modelling at the Bank of Canada". Banco de Canadá.
- Fama, E.F and K.R. French (1989). "Business Conditions and Expected Returns on Stocks and Bonds" Journal of Financial Economics.
- Haim Levy (1982). "The Yield Curve and Expected Inflation". Financial Analysts Journal.
- John H. E. Christensen, Jose A. Lopez and Glenn D. Rudebusch (2010). "Inflation Expectations and Risk Premiums in an Arbitrage-Free Model of Nominal and Real Bond Yields". Federal Reserve of San Francisco.
- Joyce, Michael, Peter Lildholdt and Steffen Sorensen (2009). "Extracting Inflation Expectations and Inflation Risk Premia from the Term Structure: A Joint Model of the U.K. Nominal and Real Yield Curves" Bank of England Working Paper #360.
- Julián Andrada-Felix, Adrian Fernandez-Perez, Fernando Fernandez Rodriguez (2015). "Fixed income strategies based on the prediction of parameters in the NS model for the Spanish public debt market". Journal of the Spanish Economic Association.
- Kothari, S.P. and Shanken, J. (2004). "The Nominal Duration of TIPS Bonds". Review of Financial Economics.
- Lars E. O. Svensson (1994). "Estimating and interpreting forward interest rates: Sweden 1992-1994". IMF Working Paper, WP/94/114, 1-49.
- Mark Deacon and Andrew Derry (1994). "Estimating market interest rate and inflation expectations from the prices of UK government bonds". Bank of England Quarterly Bulletin.

- Paul Söderlind and Lars E.O. Svensson (1996). “New techniques to extract market expectations from financial instruments”. National Bureau of Economic Research. Cambridge, Massachusetts.
- Relevamiento de Expectativas de Mercado. Banco Central de la República Argentina.
- Roldán, Paula (2013). “Expectativas Racionales”. Economipedia. Recuperado de <http://economipedia.com/definiciones>
- Rueda, Aguelo (2008). “La curva de rendimientos a plazo y las expectativas de tasas de interés en los mercados colombianos de renta fija 2002-2007”. Universidad de Antioquia. Recuperado de <http://aprendeenlinea.udea.edu.co>
- Zincenko (2015). “A methodology to estimate the argentine term structure of interest rates” Universidad de San Andrés.



Universidad de
San Andrés

Anexo 1

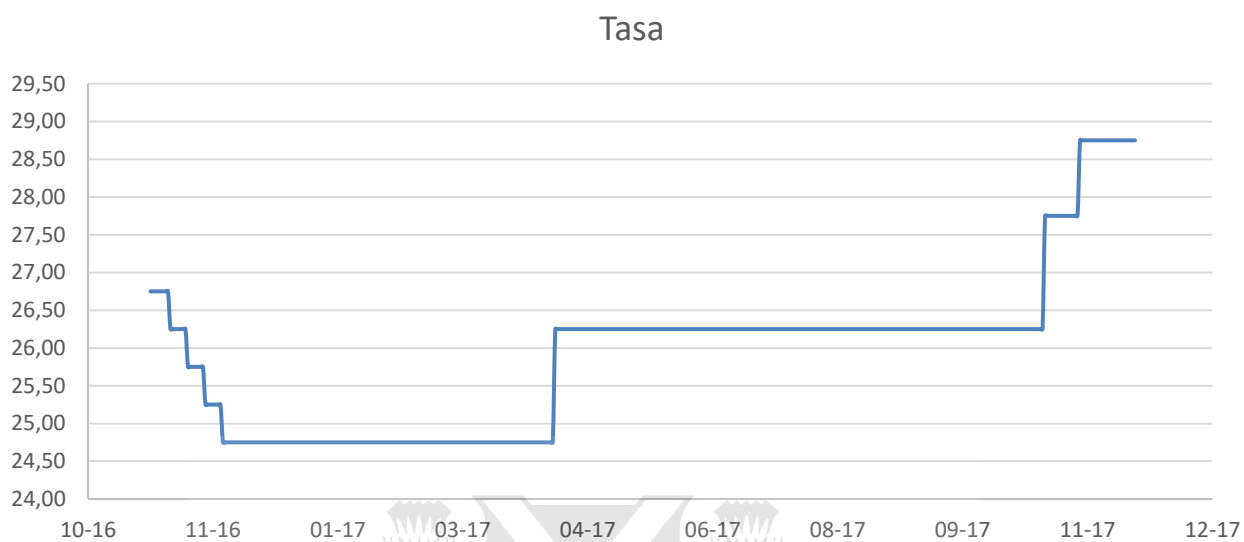
Tabla con datos del REM y el reflejo con lo efectivamente sucedido

Inflación	Realizada	REM 12 Meses	REM 24 Meses
jun-16	21,93%	21,60%	
jul-16	21,54%	22,50%	
ago-16	23,08%	21,30%	
sep-16	24,17%	21,30%	
oct-16	22,89%	20,30%	14,80%
nov-16	22,34%	20,50%	14,60%
dic-16	25,04%	20,70%	14,90%
ene-17	25,37%	20,40%	14,10%
feb-17	25,51%	19,50%	13,40%
mar-17		18,90%	13,40%
abr-17		17,90%	12,70%
may-17		17,40%	13,00%
jun-17		17,10%	12,70%
jul-17		17,10%	12,50%
ago-17		17,20%	12,00%
sep-17		16,90%	12,10%
oct-17		17,30%	11,40%
nov-17		17,50%	11,80%
dic-17		17,40%	11,60%
ene-18		18,60%	13,40%
feb-18		17,60%	12,90%

Universidad de
San Andrés

Anexo2

Tasa de política monetaria



Fuente: BCRA

