Banco de México
Documentos de Investigación

Banco de México
Working Papers

N° 2020-18

**Dinámica de la Prima por Plazo y sus Determinantes:
El Caso Mexicano**

Ana Aguilar-Argaez
BIS

María Diego-Fernández
Banco de México

Rocío Elizondo
Banco de México

Jessica Roldán-Peña
Casa de Bolsa Finamex

Diciembre 2020

La serie de Documentos de Investigación del Banco de México divulga resultados preliminares de trabajos de investigación económica realizados en el Banco de México con la finalidad de propiciar el intercambio y debate de ideas. El contenido de los Documentos de Investigación, así como las conclusiones que de ellos se derivan, son responsabilidad exclusiva de los autores y no reflejan necesariamente las del Banco de México.

The Working Papers series of Banco de México disseminates preliminary results of economic research conducted at Banco de México in order to promote the exchange and debate of ideas. The views and conclusions presented in the Working Papers are exclusively the responsibility of the authors and do not necessarily reflect those of Banco de México.

Term Premium Dynamics and its Determinants: The Mexican Case*

Ana Aguilar-Argaez[†]
BIS

María Diego-Fernández[‡]
Banco de México

Rocío Elizondo[§]
Banco de México

Jessica Roldán-Peña^{**}
Casa de Bolsa Finamex

Abstract: We estimate the term premium implicit in 10-year Mexican government bonds from 2004 to 2019, and analyze the main determinants explaining its dynamics. To do so, we decompose the long-term interest rate into its two components: the expected short-term interest rate and the term premium. The results show that the Mexican term premium increased significantly during three episodes: i) the global financial crisis; ii) the "Taper Tantrum"; and iii) the U.S. presidential election of 2016. In contrast, the term premium decreased, to historically low levels, during the U.S. "Quantitative Easing" and the "Operation Twist" programs. Additionally, we find that the main determinants that explain the dynamics of the premium are the compensation for FX risk (as a proxy of inflationary risk premium), the real compensation, and the U.S. term premium.

Keywords: Term premium, expected short-term interest rate, affine model.

JEL Classification: G12, E43, C12, C53.

Resumen: En este trabajo se estima la prima por plazo implícita en los bonos del gobierno mexicano a 10 años y se analizan los principales determinantes que explican su dinámica de 2004 a 2019. Para ello, se descompone la tasa de interés de largo plazo en sus dos componentes: el promedio esperado de las tasas de interés de corto plazo en un horizonte de 10 años y la prima por plazo. Los resultados muestran que la prima por plazo aumenta significativamente en tres episodios: i) la crisis financiera global; ii) el "Taper Tantrum"; y iii) la elección presidencial de EE.UU. de 2016. En contraste, dicha prima disminuye, a sus niveles históricos más bajos, durante los programas de "Quantitative Easing" y de "Operation Twist" de EE.UU. Adicionalmente, se encuentra que la compensación por riesgo cambiario (como una aproximación de la prima por riesgo inflacionario), la compensación real y la prima por plazo de EE.UU. explican la dinámica de la prima por plazo en México.

Palabras Clave: Prima por plazo, tasa de corto plazo esperada, modelo afín.

*We thank Daniel Chiquiar, Gabriel Cuadra, Juan Ramón Hernández, Julio Carrillo, and Cid Rodríguez, and anonymous referees for their helpful comments. Luis Hernández and Laura Enciso for their research assistance. Ana Aguilar and Jessica Roldán thank the Directorate General of Economic Research of Banco de México, where they contributed to this project, while being Head of the Directorate of Economic Studies and Monetary Research Manager, respectively. Any views expressed herein are those of the authors and do not necessarily reflect those of Banco de México, BIS, and Casa de Bolsa Finamex.

[†] Bank for International Settlements, Office for the Americas. Email: Ana.Aguilar@bis.org.

[‡] Dirección General de Investigación Económica. Email: mfernandez@banxico.org.mx.

[§] Dirección General de Investigación Económica. Email: melizondo@banxico.org.mx.

^{**} Casa de Bolsa Finamex, Directorate of Economic Analysis. Email: jroldan@finamex.com.mx.

1. Introducción

Analizar la dinámica de las tasas de interés de largo plazo es relevante para los bancos centrales, entre otros factores, porque las decisiones del gasto de los hogares y los negocios pueden verse afectadas por dichas tasas. De acuerdo con la hipótesis de expectativas de la estructura temporal de las tasas de interés,¹ las tasas de interés de largo plazo deberían ser igual al promedio de la tasa de interés de corto plazo actual y la expectativa de esta en el largo plazo. En principio, un banco central puede influenciar las expectativas de la tasa de interés de corto plazo en el largo plazo a través de sus acciones de política monetaria y su estrategia de comunicación.

No obstante, la literatura sobre el tema considera que las tasas de interés de largo plazo también incluyen una prima por plazo,² la cual es definida como la compensación que los inversionistas demandan por mantener instrumentos de largo plazo en lugar de reinvertir en instrumentos de corto plazo bajo condiciones macroeconómicas y financieras inciertas.³ En general, a mayor incertidumbre, mayor será la prima demandada por los inversionistas.⁴ Cambios en la prima por plazo pueden ser derivados de varios eventos que afectan a la economía, tales como los cambios en las condiciones de liquidez en los mercados financieros internacionales y la demanda relativa por instrumentos financieros a diferentes vencimientos. Asimismo, la prima por plazo puede reflejar el grado de incertidumbre en el panorama económico, dado que a mayor incertidumbre los inversionistas demandarán primas más altas. En particular, Kim y Orphanides (2007) mencionan que la compensación

¹Véase Fama y Bliss (1987); Bekaert y Hodrick (2001).

²También es conocida como prima por riesgo de bonos o simplemente como prima por riesgo.

³Véase Kaminska y Roberts-Sklar (2015), Maggio et al. (2016) y las referencias ahí incluidas.

⁴Es importante notar que, se piensa que la prima por plazo es positiva dado que es una compensación que los inversionistas demandan por mantener instrumentos de largo plazo. De hecho, este no es el caso dado que la prima por plazo puede ser negativa para evitar el riesgo asociado a los instrumentos de corto plazo cuando existe incertidumbre y las fluctuaciones en las tasas de corto plazo son altas. Esto es común para las inversiones en fondos de pensiones, específicamente en periodos de estrés financiero o macroeconómico, cuando es preferible invertir en instrumentos de largo plazo con bajos rendimientos que en instrumentos de corto plazo con muchas fluctuaciones. Por lo tanto, el signo y la magnitud son cuestiones empíricas mencionadas en Swanson (2007).

demandada por mantener bonos de largo plazo puede depender de la cantidad de riesgo y del precio de dicho riesgo, y cualquiera de estos puede cambiar a lo largo del tiempo debido a cambios en las variables fundamentales, tales como la percepción de incertidumbre sobre la inflación, la actividad real y la política monetaria, así como el ciclo de negocios, debido a que los inversionistas pueden ser más adversos al riesgo en recesiones que en periodos de expansión. Así, la prima por plazo puede ser explicada por otras primas, por ejemplo, la prima por riesgo inflacionario, la cual es considerada la más importante, la prima por riesgo de liquidez, la prima por riesgo soberano, la prima por riesgo cambiario, el riesgo por la búsqueda de mayor rendimiento en periodos de extrema volatilidad, también conocido como *flight to quality*, eventos de riesgos geopolíticos, oferta y demanda por bonos a cierto vencimiento, noticias relevantes, entre otros. Después de la Crisis Financiera Global (CFG) de 2008, una creciente literatura ha puesto mayor énfasis en la importancia de la prima por plazo como un factor relevante para explicar la evolución de las tasas de interés de largo plazo.⁵ En este sentido, para la conducción de la política monetaria es relevante entender la dinámica de la prima por plazo y sus determinantes. Por lo anterior, el objetivo de este documento es estimar la prima por plazo implícita en los bonos del gobierno mexicano a 10 años, así como estudiar los principios determinantes que explican su evolución.

Como se mencionó, la prima por plazo ha sido estudiada desde diferentes perspectivas por el papel que juega sobre las tasas de interés de largo plazo. La primera perspectiva se ha enfocado en analizar el comportamiento de las tasas de interés de largo plazo. En los últimos 25 años, las tasas de interés de largo plazo en economías avanzadas (EAs) han mostrado una tendencia descendente. En este contexto, los bancos centrales han monitoreado de cerca este comportamiento. Para poder explicarlo, los investigadores han analizado los dos componentes de las tasas de interés de largo plazo: el promedio de las expectativas de la tasa de interés de corto plazo y la prima por plazo. En este sentido, se ha documentado que varias de las fluctuaciones de las tasas de interés de largo plazo están relacionadas con

⁵Véase Kim y Orphanides (2007); Wright (2011); Adrian et al. (2013); Bernanke (2013, 2015); Ceballos et al. (2014); BIS (2017).

la dinámica de la prima por plazo. Por ejemplo, de acuerdo a Bernanke (2013), el comportamiento de la prima por plazo es el reflejo de la preocupación de los inversionistas sobre el nivel de inflación, la prima por riesgo inflacionario, la incertidumbre sobre el comportamiento futuro de las tasas de interés de corto plazo y la demanda global por activos líquidos y seguros. En contraste, Hamilton y Kim (2002), Ang et al. (2006), y Rosenberg y Maurer (2008), descomponen la pendiente (definida como la diferencia entre la tasa de interés de largo plazo y la de corto plazo) de la curva de rendimientos en sus dos componentes, la expectativa futura de la tasa de interés y la prima por plazo. Esto, con el fin de estudiar el papel predictivo que tiene la pendiente sobre la actividad económica futura, ya que el efecto varía si se analizan estos componentes por separado. En particular, los autores encuentran que las expectativas de la tasa de interés de corto plazo parecen ser más importantes para predecir la actividad futura.

La segunda perspectiva se ha enfocado en estudiar el efecto de los cambios en la política monetaria sobre las tasas de interés de largo plazo, dadas las políticas monetarias convencionales y no convencionales implementadas después de la CFG en 2008. En este contexto, Albagli et al. (2018) han estudiado el impacto de los choques de política monetaria de EE.UU. sobre los rendimientos de los bonos de largo plazo en las economías emergentes y avanzadas, encontrando que el mayor efecto sobre las primeras se da a través de la prima por plazo.

La tercera perspectiva se ha enfocado en analizar cómo la normalización de la tasa de interés podría haber sido implementada por la Reserva Federal (Fed) de EE.UU. en 2013, y cómo este proceso podría haber afectado las decisiones de los bancos centrales alrededor del mundo. Al mismo tiempo, los investigadores y los hacedores de política pensaron que este proceso podría traer retos significativos para los bancos centrales. Por un lado, un ritmo de normalización más rápido a lo esperado, como respuesta a expectativas de inflación más altas, podría causar un incremento de la prima por plazo abrupto y desordenado en este país. Por otro lado, una normalización demasiado gradual podría causar un sobrecal-

lentamiento de la economía estadounidense, además de riesgos a la estabilidad financiera. Por ejemplo, el *Taper Tantrum* mostró que una rápida descompresión de la prima por plazo en EE.UU. puede causar alta volatilidad en los mercados financieros internacionales y, en particular, en las economías emergentes (EEs). Si bien había una percepción generalizada de que la descompresión podría ser ordenada y gradual, existía la posibilidad de que esto no sucediera. La incertidumbre alrededor de esto generó un incremento en las tasas de interés de largo plazo en las EEs y en sus primas por plazo.

La prima por plazo es un componente relevante que explica el comportamiento de las tasas de interés de largo plazo. En este contexto, como ya se mencionó, el objetivo de este documento es estimar la prima por plazo implícita en los rendimientos de los bonos gubernamentales mexicanos a 10 años y analizar los principales determinantes que explican su evolución de enero de 2004 a diciembre de 2019 en frecuencia diaria.⁶ Adicionalmente, se presenta un análisis de los efectos que podrían tener los eventos antes mencionados sobre la dinámica de la prima por plazo.

Para ello, se utiliza la metodología estándar en la literatura para estimar la prima por plazo implícita en las tasas de interés de largo plazo, descomponiendo dichas tasas en dos componentes:⁷ el promedio de las expectativas de la tasa de interés de corto plazo en un horizonte a 10 años y su correspondiente prima por plazo. Esta última representando el grado de incertidumbre percibido en el panorama económico. En particular, se procede de la siguiente manera: Primero, se estima el promedio de las expectativas de la tasa de interés

⁶Se eligió el año 2004 como inicio de la muestra porque el método ACM utiliza datos de tasas de interés con vencimientos mensuales continuos que van desde 1 mes a 120 meses y estos datos están disponibles a partir de esa fecha. Cabe mencionar que se eligió el año 2019 como fecha final de la muestra porque fue el año anterior a la pandemia de COVID-19 y la caída de los precios mundiales del petróleo que afectaron a la economía significativamente. Se usaron datos en frecuencia diaria porque las tasas de interés son variables de alta frecuencia que pueden mostrar movimientos repentinos en periodos cortos de tiempo, que pueden no ser capturados con datos de menor frecuencia. Con estimaciones diarias es posible capturar dichos cambios en los componentes de las tasas de interés de largo plazo, lo que puede ser de gran utilidad en el análisis de la política monetaria.

⁷Véase Kim y Wright (2005); Kim y Orphanides (2007); Adrian et al. (2013); Benson (2014); Blake et al. (2015); Bernanke (2013, 2015); Claro y Moreno (2015); Kaminska y Roberts-Sklar (2015); Maggio et al. (2016); entre otros.

de corto plazo en un horizonte de largo plazo usando diferentes metodologías, y segundo, se calcula la prima por plazo como el residual entre la tasa de interés de largo plazo y dicha expectativa. Dado que ambos componentes no son observables, es importante reconocer que su estimación implica cierto grado de incertidumbre.

Con el fin de obtener resultados robustos, se consideran distintos métodos de estimación y se toma el promedio de estas estimaciones, como los indicadores mexicanos. En particular, se estima la expectativa de la tasa de interés de corto plazo utilizando dos modelos afines de la estructura temporal de las tasas de interés, uno basado en la estructura de Kim y Wright (2005) y otro basado en Adrian et al. (2013), ambos implementados con datos mexicanos. También se usan los datos de las tasas Swaps de TIIE (Tasas de Interés Interbancarias de Equilibrio) como tercera metodología. Posteriormente, se calcula la prima por plazo para cada una de estas metodologías. Finalmente, se toma el promedio de las expectativas de la tasa de interés de corto plazo y de sus correspondientes primas por plazo a lo largo de las diferentes estimaciones. Los resultados principales muestran diferentes niveles de las expectativas de la tasa de interés de corto plazo y de las primas por plazo a través de las distintas estimaciones, pero sus dinámicas son similares.⁸ En particular, se encuentra que, las expectativas de la tasa de interés de corto plazo decrecen significativamente después de la CFG de 2008, alcanzando sus niveles más bajos alrededor de 2014 y 2015. Sin embargo, esta tendencia fue revertida a partir de enero de 2016 hasta diciembre de 2019. Asimismo, la prima por plazo en México decreció significativamente durante los programas de *Quantitative Easing* (QE) y de *Operation Twist* (OT) implementados por la Fed, alcanzando sus niveles mínimos al comienzo de 2013. Adicionalmente, esta prima incrementó considerablemente durante tres periodos, con la dinámica completa de la prima por plazo: i) la CFG en 2008; ii) el *Taper Tantrum* en 2013; y iii) las elecciones presidenciales de EE.UU. a finales de 2016.

⁸Consistente con Li et al. (2017) y el BIS (2017).

Para analizar los principales determinantes asociados con la evolución de la prima por plazo promedio, se presenta la estimación de una regresión con parámetros que varían en el tiempo (*TVP*, por sus siglas en inglés) que incluye las variables comúnmente identificadas en la literatura como los principales determinantes de la prima por plazo.⁹ Es importante mencionar que el alcance de este análisis es descomponer la prima por plazo en los tres principales determinantes como una primera aproximación. Estos determinantes fueron relevantes para explicar la evolución de la prima por plazo, ellos son: la prima por plazo de EE.UU. (como un factor global), la compensación real y la compensación por riesgo cambiario (como una aproximación de la prima por riesgo inflacionario). Cabe mencionar que dentro de la compensación real y la constante de la regresión del *TVP* están contenidas otras primas que no son consideradas en este análisis, tales como la prima por riesgo de liquidez, la prima por riesgo soberano, riesgos geopolíticos, entre otros. El efecto de estas primas sobre la prima por plazo mexicana se deja para trabajos futuros, especialmente el estudio de la prima por riesgo de liquidez que es reconocida por tener un efecto importante sobre la prima por plazo en periodos de estrés financiero, como fue la CFG.

En relación con otros estudios, las estimaciones previas de la prima por plazo para México han sido realizadas en un contexto internacional. Es decir, estiman la prima por plazo para diferentes países utilizando la misma metodología y comparan los niveles de estas, o bien utilizan la estimación de la prima por plazo para diversos países para encontrar un factor global.¹⁰ Hasta donde alcanza nuestro conocimiento, este es el primer artículo enfocado en analizar la prima por plazo para México con datos en frecuencia diaria, así como en estudiar los determinantes que explican su dinámica.

El documento tiene la siguiente estructura. En la Sección 2 se describe la literatura más relevante sobre el análisis de la prima por plazo en economías avanzadas y emergentes. En la Sección 3 se muestran las tres metodologías utilizadas en la estimación. En la Sección

⁹Véase por ejemplo Fountas y Karanasos (2007); Wright (2011); Bauer et al. (2014); Kim y Lin (2012); Ceballos et al. (2014).

¹⁰Véase por ejemplo Hördahl et al. (2016).

4 se presentan los resultados principales de la estimación de la expectativa de la tasa de interés de corto plazo y su correspondiente prima por plazo para México, además se realizan algunos ejercicios de robustez para la estimación. En la Sección 5 se estiman y se analizan los principales determinantes que explican la evolución de la prima por plazo. Finalmente, en la Sección 6 se concluye.

2. Revisión de la Literatura

En los últimos años, los bancos centrales de las EAs han estado preocupados con respecto a las bajas tasas de interés de los bonos gubernamentales de largo plazo. En este contexto, varios artículos de investigación y miembros del Comité Federal del Mercado Abierto de la Fed (*FOMC*, por sus siglas en inglés) documentaron los principales factores que han determinado, en general, el comportamiento de las tasas de interés de largo plazo, al menos en EE.UU.¹¹ Estos factores incluyen: i) la disminución de la volatilidad en el precio de los bonos gubernamentales, particularmente explicado por el límite inferior cero (*ZLB*, por sus siglas en inglés) y por el hecho de que se espera que estas tasas de interés permanezcan en niveles bajos por un periodo prolongado de tiempo; ii) la correlación entre el precio de los bonos y las acciones se ha tornado más negativa a través del tiempo, implicando que los inversionistas prefieren los bonos como instrumentos de cobertura que los instrumentos de renta variable; y iii) el incremento en el precio de los bonos como resultado de una alta demanda global por activos seguros, lo que ha empujado hacia abajo a las tasas de interés, especialmente las de largo plazo. Por ejemplo, muchos gobiernos y bancos centrales, particularmente aquellos con un superávit en sus hojas de balance, mantienen reservas internacionales en forma de bonos de largo plazo de EE.UU. De igual manera, el estrés financiero y económico experimentado en los últimos años parece haber aumentado significativamente la demanda por activos seguros, como son los bonos de largo plazo; y

¹¹Véase por ejemplo, Campbell et al. (2013) y Bernanke (2013).

iv) otras causas que pueden explicar la disminución de las tasas de interés de largo plazo en las EAs son, por un lado, las expectativas de inflación bajas y estables, lo que refleja la credibilidad del mandato de los bancos centrales en las EAs, y por otro lado, la holgura de sus mercados laborales. Las expectativas de las tasas de interés de corto plazo en las EAs también han disminuido debido a sus posturas de política monetaria que han ayudado a la recuperación económica y a reducir el riesgo en los mercados financieros. Todos los factores antes mencionados pueden explicar la tendencia a la baja de las expectativas de las tasas de interés de corto plazo y sus correspondientes primas por plazo en las EAs.

En particular, ha sido documentado que algunas acciones de la Fed en EE.UU. han presionado hacia abajo a la prima por plazo a través de los programas de compras de activos, o *QEs*, lo que a su vez disminuyó las tasas de interés de largo plazo. La magnitud de este efecto varía según el estudio.¹² La prima por plazo también ha disminuido en otras EAs incluyendo Canadá, Alemania, Japón y Reino Unido. Esto puede ser atribuido a la lenta recuperación económica y a las acciones de política monetaria tomadas por la Fed después de la CFG, lo que sugiere que existe un factor global que explica el comportamiento de la prima por plazo en estas EAs.¹³ En este contexto, los principales factores que afectan la dinámica de la prima por plazo pueden ser resumidos en: i) cambios en la percepción de riesgo de los activos de largo plazo; y ii) cambios en la demanda por un activo específico en relación con su oferta.¹⁴

Cuando la percepción de riesgo sobre los instrumentos de largo plazo aumenta, la prima por plazo mostrará un mayor incremento si los inversionistas son más adversos al riesgo. En este sentido, el riesgo más significativo para este tipo de instrumentos, a través de la historia, ha sido el riesgo inflacionario.¹⁵ Por ejemplo, periodos donde la prima por plazo

¹²Véase Gagnon et al. (2010); Krishnamurthy y Vissing-Jorgensen (2011); Bauer y Rudebush (2011); Li y Wei (2012); Hamilton y Wu (2012); D'Amico y King (2012); Rosa (2012); Hancock y Passmore (2011); Bernanke (2013).

¹³Véase Claro y Moreno (2015); Kaminska y Roberts-Sklar (2015).

¹⁴Véase Kaminska et al. (2013); Bernanke (2013); Benson (2014).

¹⁵Véase Bernanke (2015).

es cercana a cero, o incluso negativa, están relacionados con una inflación baja y una política monetaria acomodaticia, lo que hace a los bonos de largo plazo menos riesgosos para los inversionistas. En este caso, los bonos de largo plazo pueden proporcionar una cobertura contra el riesgo desinflacionario y los inversionistas deberían aceptar compensaciones bajas, o incluso negativas, para mantener estos bonos en lugar de instrumentos de corto plazo.¹⁶ Otro riesgo percibido que afecta a la prima por plazo es la incertidumbre alrededor del panorama económico en el corto plazo o la política monetaria. Adicionalmente, se ha documentado que la prima por plazo crece durante periodos de recesión y periodos donde la dispersión de los pronósticos sobre la economía aumenta.¹⁷ Además, cambios en la oferta y demanda de activos también pueden tener un efecto sobre la prima por plazo. Un ejemplo ilustrativo es el de los bonos gubernamentales de EE.UU., los cuales son instrumentos que los gobiernos extranjeros elijen para acumular reservas internacionales, presionando a la baja a las tasas de interés de largo plazo y a la prima por plazo. Este es un ejemplo sobre lo que pasó en el evento conocido como *conundrum*, en el cual se observó una demanda excesiva por bonos de largo plazo en EE.UU. causando una disminución en la prima por plazo, mientras que las tasas de interés de corto plazo aumentaron sin afectar la estructura de largo plazo. Otro ejemplo es el conjunto de programas de *QEs*, que incrementaron la demanda de los bonos gubernamentales de largo plazo en EE.UU., reduciendo la prima por plazo. Adicionalmente, los cambios en la regulación y las prácticas del mercado también afectan la demanda por activos seguros y líquidos, como los bonos gubernamentales, lo que también puede ser un factor que afecta disminuyendo la prima por plazo.¹⁸

Resumiendo la evidencia internacional en las EAs, el comportamiento de la prima por plazo ayuda a explicar los bajos niveles de las tasas de interés de largo plazo en estas economías en los años recientes, junto con las bajas expectativas de inflación y de las tasas

¹⁶Un ejemplo de este caso está documentado en Papayan (2015), quien estima y analiza la prima por plazo de EE.UU. y encuentra que esta ha alcanzado niveles negativos.

¹⁷Véase Rudebush et al. (2007); Rosenberg y Maurer (2008).

¹⁸Véase Bernanke (2013 y 2015).

de interés de corto plazo. Adicionalmente, la prima por plazo en niveles bajos refleja el hecho de que no hay preocupación, por parte de que los inversionistas, con respecto al riesgo inflacionario, a que existe baja incertidumbre acerca de los cambios en el nivel que pudiera tomar la tasa de interés de corto plazo en EE.UU., y finalmente, a que hay una demanda global por activos líquidos y seguros por parte de los bancos centrales.

Para el caso de las EEs, la prima por plazo ha sido menos estudiada. Blake et al. (2015) usan un modelo similar al de Adrian et al. (2013), donde muestran evidencias de los beneficios de adoptar un régimen de objetivos de inflación en un grupo de países latinoamericanos, dentro de los cuales sobresale una disminución de la prima por plazo, así como el anclaje de las expectativas con respecto a la tasa de política monetaria. Para obtener estas expectativas, ellos usan precios sintéticos de las curvas de rendimientos de dichos países, las cuales podrían ser contrastadas con los resultados obtenidos en un análisis para cada país usando datos observados. Claro y Moreno (2015) encuentran que las tasas de interés de los bonos soberanos de las EEs están altamente correlacionadas con aquellas de los bonos de EE.UU. En el caso de Chile, la evidencia muestra que la correlación puede ser explicada por la sincronización entre su prima por plazo y la de EE.UU. Su artículo también argumenta que el agresivo estímulo monetario implementado desde la CFG en 2008, junto con el cambio en el perfil de los inversionistas por mantener bonos, fueron los factores detrás de la caída en la prima por plazo y el aumento en su volatilidad.¹⁹

3. Metodologías

Como se mencionó, la tasa de interés de largo plazo se puede descomponer en el promedio de las expectativas de la tasa de interés de corto plazo en el largo plazo y la prima por plazo, como sigue:

¹⁹Evidencia similar es encontrada en Ceballos et al. (2014). Particularmente, los autores encuentran que la mayor parte de la caída en la tasa de interés de largo plazo está relacionada con la prima por plazo y esto está explicado por la incertidumbre nominal, es decir, la incertidumbre de la inflación esperada y la prima por plazo de EE.UU.

$$i_t^n = \frac{1}{n} \sum_{i=0}^{n-1} E_t(i_{t+i}^{(1)}) + TP_t^n$$

donde i_t^n es la tasa de interés de largo plazo con vencimiento n , $i_{t+i}^{(1)}$ es la tasa de interés de corto plazo al tiempo $t + i$, $\frac{1}{n} \sum_{i=0}^{n-1} E_t(i_{t+i}^{(1)})$ es el promedio de las expectativas de la tasa de interés de corto plazo en el horizonte n , y TP_t^n es la prima por plazo en el horizonte n .

Se usan diferentes metodologías para estimar el promedio de las expectativas de la tasa de interés de corto plazo, y posteriormente, se calcula la prima por plazo como el residual entre la tasa de interés de largo plazo y dicho promedio:

$$TP_t^n = i_t^n - \frac{1}{n} \sum_{i=0}^{n-1} E_t(i_{t+i}^{(1)}) \quad (1)$$

En particular, las metodologías utilizadas para estimar el promedio de las expectativas de la tasa de interés de corto plazo se describen a continuación. Se utilizan dos modelos afines, uno similar en estructura al presentado en Kim y Wright (2005), de ahora en adelante KW, y otro en línea con Adrian et al. (2013), de ahora en adelante ACM. Las principales diferencias entre estos modelos son la forma en que estiman los parámetros, la muestra para la estimación, la información incluida en el modelo y el número de factores considerados en la estimación. Adicionalmente, se calcula el promedio de los Swaps de TIIE con vencimientos a 1, 3, 5, 7 y 10 años. Esta última considera las expectativas de la tasa de interés de corto plazo de los agentes económicos a diferentes horizontes implícitas en los instrumentos financieros.

3.1. Modelo Afín similar en estructura a Kim y Wright (KW)

Los modelos afines son estándares en la literatura.²⁰ Estos modelos suponen condiciones de no arbitraje en los mercados financieros para calcular el promedio de las expectativas de la tasa de interés de corto plazo para un bono con vencimiento n en un horizonte k . El modelo puede ser escrito de la forma de espacio-estado:

$$X_t = \underbrace{\mu + \phi X_{t-1} + \vartheta_{t+1}}_{\text{ECUACIÓN DE TRANSICIÓN}} \quad (2)$$

$$i_t^{(n)} = \underbrace{A_n + B_n' X_t}_{\text{ECUACIÓN DE MEDIDA}} \quad (3)$$

donde X_t es el vector de factores o de variables de estado, $i_t^{(n)}$ es la tasa de interés nominal de un bono con vencimiento de n meses, ϑ_t son las innovaciones de los estados que son ruido blanco y están distribuidas $N(0, \Sigma)$ con Σ la matriz de varianza covarianza de los factores, ϕ y B_n son matrices de coeficientes, μ y A_n son vectores de coeficientes. Note que A_n y B_n son indizados para cada vencimiento n .

El modelo supone una relación afín, o lineal, entre las variables de estados con la tasa de interés de corto plazo ($i_t^{(1)}$), y con los precios de riesgo del mercado (λ_t), tal que:

$$i_t^{(1)} = \delta_0 + \delta_1' X_t + \epsilon_t^{(1)} \quad (4)$$

$$\lambda_t = \lambda_0 + \lambda_1 X_t$$

δ_0 and λ_0 son constantes, mientras que δ_1 y λ_1 son vectores de coeficientes y $\epsilon_t^{(1)}$ son los errores.

²⁰Véase Ang y Piazzesi (2003); Kim y Wright (2005); Kim y Orphanides (2007); Swanson (2007); Rudebusch et al. (2007); Wright (2011); Li y Wei (2012); Adrian et al. (2013); BIS (2017); entre otros. Para el caso de México véase Cortés y Ramos-Francia (2008a, 2008b); Cortés et al. (2007); Elizondo (2017).

Los coeficientes A_n y B_n de la ecuación (3) son obtenidos recursivamente como sigue:

$$\begin{aligned}\hat{A}_{n+1} &= \hat{A}_n + \hat{B}'_n(\mu - \Sigma\lambda_0) + \frac{1}{2}\hat{B}'_n\Sigma\Sigma'\hat{B}_n - \delta_0 \\ \hat{B}'_{n+1} &= \hat{B}'_n(\phi - \Sigma\lambda_1) - \delta'_1\end{aligned}\tag{5}$$

con $\hat{A}_0 = 0$ y $\hat{B}_0 = 0$.

Así, el promedio de las expectativas de la tasa de interés de corto plazo es definido como:

$$\frac{1}{n} \sum_{i=0}^{n-1} E_t(i_{t+i}^{(1)}) = -\delta_0 - \delta'_1(I + \phi + \phi^2 + \dots + \phi^{n-1})\mu + \delta'_1 X_t\tag{6}$$

En particular, este modelo afín basado en Kim y Wright (2005) tiene tres variables de estado no observables o latentes. Cabe mencionar que estas variables de estado, o también conocidas como factores, se asocian con la curva de rendimiento dependiendo de su efecto sobre esta: el factor nivel afecta a toda la curva; el factor pendiente afecta a los vencimientos de corto y largo plazos de la curva; y el factor curvatura tiene un efecto mayor en los vencimientos de mediano plazo, entre 3 y 7 años.²¹ Adicionalmente, estos factores están relacionados con algunas variables macroeconómicas, por ejemplo, Dewachter y Lyrio (2006) encuentran que el factor nivel se correlaciona con la inflación de largo plazo, el factor pendiente está relacionado con los componentes predecibles de la inflación y el ciclo económico, mientras que el factor de curvatura está asociado con la postura de política monetaria actual. En el caso particular de México, Cortés et al. (2008) muestran que los dos primeros factores -el nivel y la pendiente- explican el 95% de la variación en la curva de rendimiento mexicana. Adicionalmente, concluyen que el factor nivel tiene una correlación positiva con las medidas de las expectativas de inflación de largo plazo, mientras que el factor pendiente muestra una correlación negativa con la tasa de fondeo bancario (el instrumento de política monetaria). En este contexto, también encuentran que los choques

²¹Véase por ejemplo Diebold y Li (2006); Ang y Piazzesi (2003).

que afectan las expectativas de inflación de largo plazo tienden a influir en el nivel de la curva de rendimiento, mientras que los choques que inducen al banco central a mover la tasa de interés de corto plazo influyen en la pendiente de la curva de rendimiento.

El modelo se estima vía máxima verosimilitud y el filtro de Kalman. Para la estimación se utilizan datos en frecuencia diaria de la curva de rendimientos de los bonos gubernamentales cupón cero, con vencimientos de 1, 3 y 6 meses y de 1, 2, 3, 5, 7 y 10 años, para el periodo de enero de 2004 a diciembre de 2019.²² Adicionalmente, se utiliza la tasa de interés nominal a 10 años.

3.2. Modelo de Regresión de Adrian, Crump y Moench (ACM)

Para el modelo de regresión la estimación está basada en Adrian et al. (2013). Este modelo satisface las ecuaciones (2)-(3) del modelo afín antes descrito, la diferencia se encuentra en el método de estimación de los parámetros. El modelo introduce un nuevo concepto basado en el exceso de retornos, dado por cuatro términos. El primero corresponde al retorno esperado, el segundo se deriva del ajuste por convexidad, el tercero es la innovación del precio del retorno y el cuarto es el término de error. Específicamente, siguiendo a Adrian et al. (2013) se tiene:

$$rx_{t+1}^{(n-1)} = \beta^{(n-1)'}(\lambda_0 + \lambda_1 X_t) - \frac{1}{2}(\beta^{(n-1)'}\Sigma\beta^{(n-1)} + \sigma^2) + \beta^{(n-1)'}v_{t+1} + e_{t+1}^{(n-1)} \quad (7)$$

donde $rx_{t+1}^{(n-1)}$ es el exceso de retorno con vencimiento $n - 1$, el término $\beta^{(n-1)}$ viene de la covarianza entre el exceso del retorno y las innovaciones de los factores, multiplicados por la inversa de la matriz de los factores, es decir, $\beta_t^{(n-1)} = Cov_t[rx_{t+1}^{(n-1)}, v'_{t+1}]\Sigma^{-1}$, v_{t+1} son los errores de los factores y siguen una distribución Gaussiana con matriz de varianza covarianza Σ , y $e_{t+1}^{(n-1)}$ son los errores de los precios de los retornos condicionalmente independientes e idénticamente distribuidos (i.i.d.) con varianza σ^2 . Se supone que los factores

²²Los bonos cupón cero son obtenidos de Valmer y la tasa de interés nominal a 10 años es obtenida de PiP.

son observados y son estimados a través del método de componentes principales, esto hace a β constante por construcción, $\beta_t^{(n-1)} = \beta^{(n-1)}$.²³

Escribiendo la ecuación (7) en términos matriciales se tiene que:

$$rx = \beta' (\lambda_0 1'_T + \lambda_1 X_-) - \frac{1}{2} (B^* \text{vec}(\Sigma) + \sigma^2 1_N) 1'_T + \beta' V + E \quad (8)$$

El término $\beta = [\beta^{(1)} \beta^{(2)} \dots \beta^{(N)}]$ es la matriz de pesos de cada factor, 1_N y $1'_T$ son $(N \times 1)$ y $(1 \times T)$ vectores de unos, $X_- = [X_0 X_1 \dots X_{T-1}]$ es la matriz de factores rezagada, $B^* = [\text{vec}(\beta^{(1)} \beta^{(1)'}) \dots \text{vec}(\beta^{(N)} \beta^{(N)'})]'$, V es un estimador de la matriz de varianza covarianza de los factores y E es la matriz de errores.

Para estimar los parámetros del sistema dado por (8), de acuerdo a Adrian et al. (2013) se siguen los pasos:

1. En el modelo, se consideran cinco factores observables y se calculan mediante el método de componentes principales. Se estima la dinámica de los factores a través de la ecuación (2) usando Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO). Posteriormente, se estima la innovación $\hat{V}$ y se construye el estimador $\hat{\Sigma} = \hat{V} \hat{V}' / T$, con T como el número de observaciones en la muestra.
2. Se estima una regresión entre el exceso de retorno de los rendimientos, rx , una constante, los factores rezagados y las innovaciones contemporáneas.

$$rx = a 1'_t + \beta' \hat{V} + c X_- + E \quad (9)$$

Es importante mencionar que el exceso de retorno es definido como $rx_t^{(n)} = p_{t+1}^{(n-1)} - p_t^{(n)} - r_t$, con $r_t = p_t^{(1)}$ la tasa de interés de corto plazo y $p_t^{(n)} = \log(P_t^{(n)})$. Si se considera $Z = [1_T \ \hat{V}' \ X_-']'$, la estimación por MCO implica que $[\hat{a} \ \hat{\beta}' \ \hat{c}] = rx Z' (Z Z')^{-1}$.

²³Todos los detalles de esta derivación se pueden consultar en Adrian et al. (2013).

Se guardan los residuales de esta regresión en $\hat{E}$ y se estima $\hat{\sigma}^2 = \text{traza}(\hat{E}\hat{E}')/NT$ con N el número de vencimientos y T el tamaño de la muestra. Se construye $\hat{B}^*$ a partir de $\hat{\beta}$.

3. Se estiman los precios de riesgo λ_0 y λ_1 con las siguientes expresiones:

$$\begin{aligned}\hat{\lambda}_0 &= (\hat{\beta}\hat{\beta}')^{-1}\hat{\beta}[\hat{a} + \frac{1}{2}(\hat{B}^*vec(\hat{\Sigma}) + \hat{\sigma}^2\mathbf{1}_N)] \\ \hat{\lambda}_1 &= (\hat{\beta}\hat{\beta}')^{-1}\hat{\beta}\hat{c}.\end{aligned}\tag{10}$$

$$\text{con } \hat{a} = \hat{\beta}'\lambda_0 - \frac{1}{2}(\hat{B}^*vec(\hat{\Sigma}) + \hat{\sigma}^2\mathbf{1}_N) \text{ y } \hat{c} = \hat{\beta}'\mathbf{1}_N.$$

Una vez que todos los parámetros han sido estimados, se construyen los coeficientes de la ecuación (5) y se calculan los rendimientos a través de la ecuación (3).

En este modelo, si λ_0 y λ_1 son iguales a cero en la estimación de los coeficientes recursivos dados en (5), se generan los coeficientes del precio de los bonos ajustados por riesgo A_n^{RF} y B_n^{RF} , donde los rendimientos neutrales al riesgo son estimados como $-(1/n)(A_n^{RF} + B_n^{RF}X_t)$, y esto iguala a las expectativas de la tasa de interés de corto plazo al tiempo t para los siguientes n periodos. La prima por plazo puede ser calculada como la diferencia entre el rendimiento neutral al riesgo y el rendimiento estimado por el modelo.

Se estima el modelo para una muestra de enero de 2004 a diciembre de 2019, usando los datos de bonos cupón cero con vencimientos que van desde 1 mes hasta 120 meses. Adicionalmente, se utiliza la tasa de interés nominal a 10 años.²⁴ En este modelo se consideran cinco factores observables estimados a través de los componentes principales obtenidos de los bonos cupón cero involucrados en la estimación. Similar al modelo KW, el primer componente representa el nivel de la curva de rendimientos, el segundo componente representa la pendiente de dicha curva, el tercer componente corresponde a la curvatura, el cuarto componente está relacionado con los retornos y el quinto componente está relacionado con la prima por riesgo.

²⁴Los bonos cupón cero son obtenidos de Valmer y la tasa de interés nominal es obtenida de PiP.

3.3. Swaps de TIIE

Los contratos de intercambio de flujos de efectivo, o Swaps *Over-The-Counter* (*OTC*), son contratos bilaterales en los cuales se pacta el intercambio, en fechas futuras, de flujos de dinero basado en tasas de interés, en el valor o en la rentabilidad de la moneda, en bienes, en índices de acciones, en acciones o en bonos. Los contratos de Swaps más comunes son los Swaps de tasas de interés conocidos como Swaps de Tasas de Interés (*IRS*, por sus siglas en inglés), donde se calculan los flujos de efectivo usando dos tasas de interés (fija vs variable o variables vs variable) sobre el mismo principal o referencia. La tasa de interés fija se refiere al promedio de la tasa de interés fija relativa a la tasa de interés firmada en la fecha acordada y clasificada de acuerdo a su plazo de vencimiento (expresado en días naturales).

Las series de tiempo relacionadas con los indicadores de Swaps *OTC*, las cuales son tasas de interés fijas vs la TIIE a 28 días o una tasa fija vs una tasa LIBOR a 90 días firmada por bancos (bancos múltiples y bancos de desarrollo), intermediarios bursátiles y SOFO-MES reguladas, exclusivamente consideran: a) Swaps estandarizados, con intercambio de flujos de efectivo en periodos de 28 días, lo que resulta de aplicar una tasa de interés fija y la TIIE a 28 días sobre el principal en pesos mexicanos no amortizable y cuyo plazo original está entre los 56 días y los 30 años;²⁵ b) los *IRS* que intercambian flujos de efectivo que resultan de aplicar una tasa de interés fija y la tasa LIBOR a 90 días en dólares americanos sobre el principal no amortizable y denominado en dólares. El plazo en la fecha pactada se refiere al plazo en días naturales entre el día de la negociación de la Operación de Intercambio (o Swap) o *OTC* y la fecha de liquidación del último flujo de efectivo (para dar o recibir). Ahora se da un ejemplo con el Swap a 3 meses, con el fin de ilustrar cómo se vería la TIIE en el futuro. El Swap de TIIE a 3 meses es un contrato que genera la obligación de intercambiar los flujos de efectivo calculados con una tasa de interés constante (también llamada tasa de interés fija/ pata fija) a 28 días, 56 (28 x 2) y 84 días (28 x 3), es decir 3

²⁵Esta estandarización está referida en el memorándum 4/2012 del Banco de México.

veces en total, a cambio de recibir la TIIE (la tasa flotante / pata flotante) que el Banco de México publica en la fecha de cada transacción sobre un valor de 100,000 pesos mexicanos (nacional) por contrato.

El valor inicial del contrato es cero en valor presente, es decir, el valor presente de los flujos pagados con la tasa de interés fija es igual al valor presente de los flujos recibidos con la tasa de interés flotante. Lo que cambia al inicio del contrato es la exposición al riesgo (intercambiando el riesgo de una tasa de interés flotante por una tasa de interés fija o viceversa).

Por ejemplo, este contrato puede ser utilizado para evitar el riesgo de un cambio en la TIIE a lo largo de esos 3 meses, permitiendo efectuar pagos constantes y conocidos. Generalmente, esto sucede cuando se espera que la TIIE a 28 días se incremente. Dada esta definición, la tasa de interés fija del Swap representa la TIIE “promedio” que se pagaría en los 84 días (3 meses), es decir, es la tasa de interés fija equivalente al pago de la TIIE a 28 días dentro de 28, 56 y 84 días.

El resto de los Swaps están definidos de forma similar, dado que el Swap a 1 año dura 364 días (13x28) y permite el intercambio de 13 pagos fijos (nacional x la tasa de interés fija) por 13 pagos variables (nacional x la tasa de interés flotante). El Swap de 2 años implica 26 intercambios, el Swap de 3 años 39 pagos y así sucesivamente. Por esta razón, se utiliza el número de intercambios (13x1,26x1,39x1) para referirse a los plazos.

En el análisis de este artículo se usa la tasa Swap de TIIE a 28 días con vencimientos de 1, 3, 5 y 10 años.²⁶ Se calcula el promedio y se le restan entre 30 y 40 puntos base, que es la diferencia entre la tasa de fondeo bancario y la TIIE a 28 días. Se define este promedio como la expectativa de la tasa de interés de corto plazo en un horizonte de largo plazo.

²⁶Los Swaps de TIIE son obtenidos de Bloomberg.

4. Resultados de la Expectativa de la Tasa de Interés de Corto Plazo y la Prima por Plazo

En esta sección se muestran los resultados de las estimaciones de las tres metodologías descritas anteriormente. Se presentan las trayectorias de la expectativa de la tasa de corto plazo y la dinámica de la prima por plazo. Finalmente, se muestra el promedio de las estimaciones.

4.1. Estimación de las Expectativas de la Tasa de Interés de Corto Plazo

La Figura 1 muestra las expectativas de la tasa de interés de corto plazo con sus intervalos de confianza al 95% para los métodos KW y ACM, respectivamente. Se observa que los intervalos de confianza del método KW son más amplios que estos del ACM, esto se debe a que en la estimación mediante el método KW existen dos fuentes de error: la estimación de los factores que son latentes y la estimación propia de la expectativa de la tasa de interés de corto plazo. Es importante mencionar que con el promedio de los Swaps de TIIE, no es posible estimar intervalos de confianza debido a que la expectativa de la tasa de interés de corto plazo es calculada mediante el promedio de datos duros. De ahora en adelante, se utilizarán las trayectorias centrales de las estimaciones, para ambos métodos, presentadas en la Figura 1.

La Figura 2 muestra las expectativas de la tasa de interés de corto plazo usando las tres metodologías. Se observa que dichas expectativas estimadas tienen diferentes niveles, pero dinámicas similares. De hecho, la correlación entre estas estimaciones es superior al 90%.²⁷

Es relevante mencionar que la expectativa de la tasa de interés de corto plazo estimada con el modelo KW es más suave que la estimada con el modelo ACM y con los Swaps de

²⁷El error cuadrático medio del ajuste del modelo con respecto a la tasa de interés a 10 años es 0.48 y 0.01 para el modelo KW y el modelo ACM, respectivamente.

Figura 1: Expectativas de la Tasa de Interés de Corto Plazo con Intervalos de Confianza

Nota: Los intervalos de confianza son estimados usando el método de Monte Carlo con 10000 trayectorias. *Fuente:* Estimaciones propias con datos de Bloomberg, PiP y Valmer.

TIIE, las cuales son más volátiles dado que estas metodologías capturan los movimientos de más alta frecuencia en la tasa de interés de corto plazo.

En particular, las expectativas de la tasa de corto plazo decrecieron drásticamente a partir de la CFG en septiembre de 2008 y hasta diciembre de 2009, pasando de un nivel de 8% a uno de 5%, permaneciendo bajas y estables durante los siguientes años y alcanzando su mínimo histórico entre 2014 y 2015. Posteriormente, estas se incrementaron durante las elecciones presidenciales en EE.UU. al final de 2016. Así, estas continuaron aumentando hasta alcanzar niveles promedio de 8% a finales de 2018, niveles similares a los observados durante la CFG. Finalmente, en 2019 las expectativas de la tasa de interés de corto plazo revirtieron nuevamente su tendencia, alcanzando niveles promedio de 6.5%.

4.2. Estimación de la Prima por Plazo

La Figura 3 muestra las primas por plazo con sus intervalos de confianza al 95% para los métodos KW y ACM. Análogamente, los intervalos de confianza son más amplios con el

Figura 2: Expectativas de la Tasa de Interés de Corto Plazo

Nota: Se utilizan tres metodologías para estimar estas expectativas: dos modelos afines y Swaps de TIIE. *Fuente:* Estimaciones propias con datos de Bloomberg, PiP y Valmer.

método KW, debido a las fuentes de incertidumbre antes mencionadas. De aquí en adelante, se usará las trayectorias centrales de las estimaciones de ambos métodos.

Figura 3: Prima por Plazo con Intervalos de Confianza

Nota: Los intervalos de confianza son estimados usando el método de Monte Carlo con 10000 trayectorias. *Fuente:* Estimaciones propias con datos de Bloomberg, PiP y Valmer.

Comparando las primas por plazo, se observa que sus dinámicas son similares a través de todas las metodologías, si bien sus niveles son diferentes. En particular, la correlación entre las diferentes estimaciones se ubica por arriba del 70%.

Es relevante estudiar cómo la prima por plazo mexicana reaccionó ante eventos de estrés doméstico y global. La Figura 4 muestra en las áreas sombreadas los eventos globales más importantes: i) la CFG de septiembre de 2008 a diciembre de 2009; ii) los programas de *QE* y de *OT* de enero de 2010 y hasta abril de 2013; iii) el *Taper Tantrum* desde mediados de 2013 y hasta inicios de 2014; y iv) las elecciones presidenciales en EE.UU. de noviembre de 2016 y hasta enero de 2017. Algunos eventos domésticos incluyen las elecciones presidenciales de junio de 2006, la liberación de los precios de la gasolina en enero de 2017 y la cancelación de algunos proyectos de infraestructura en octubre-noviembre de 2018. Es importante mencionar que estos eventos de estrés generaron alta volatilidad en los mercados financieros globales y domésticos, que se tradujeron en primas por plazo más altas demandadas por parte de los inversionistas, exceptuando los programas de *QE* y de *OT* donde la prima por plazo se redujo.

En la Figura 4 se observa que el promedio de la prima por plazo incrementó significativamente durante las elecciones mexicanas de junio de 2006 y la CFG de 2008-2009, alcanzando niveles cercanos a 3 y 3.7%, respectivamente. Posteriormente, durante los programas de *QE* y de *OT*, de septiembre de 2010 a diciembre de 2012, la prima por plazo alcanzó su nivel mínimo histórico alrededor de 0.5%. Esta revirtió su tendencia alcanzando niveles de 2.5% durante el *Taper Tantrum* desde mayo de 2013 hasta finales de 2016, cuando empezó a disminuir nuevamente a niveles de 1% antes a las elecciones presidenciales en EE.UU. de noviembre de 2016 a enero de 2017. Así, la prima por plazo aumentó a 1.6% durante los resultados de las elecciones en EE.UU. y la liberación de los precios de la gasolina en México, y cayó nuevamente a 0.6% en septiembre de 2018. Entre octubre de 2018 y enero de 2019, durante la cancelación de algunos proyectos de infraestructura por parte del gobierno mexicano, junto con el apretamiento de las condiciones financieras, la prima por plazo incrementó a 1.7% y cayó nuevamente a 0.6% a finales de 2019.

Figura 4: Prima por Plazo

Nota: La prima por plazo es el residual entre los bonos gubernamentales a 10 años y la expectativa de la tasa de interés de corto plazo en el largo plazo. La última es timada usando tres diferentes metodologías incluyendo dos modelos afines y los Swap de THIE. *Fuente:* Estimaciones propias con datos de Bloomberg, PiP y Valmer.

4.3. Estimaciones Promedio

Como se mencionó anteriormente, los indicadores mexicanos de la expectativa de la tasa de interés de corto plazo y su correspondiente prima por plazo son el promedio de todas las trayectorias estimadas, y su rango está construido con el mínimo y el máximo de todas las metodologías como se muestra en la Figura 5.

Los resultados sugieren que durante los periodos de estrés cuando la prima por plazo incrementa, las estimaciones presentan una mayor dispersión, por lo que el rango también aumenta. De acuerdo con la Tabla 1, el nivel de la expectativa de la tasa de interés de corto plazo promedio, durante el periodo analizado, esta alrededor de 6.13%, mientras que el nivel de la prima por plazo promedio es de 1.64%. Así, la expectativa de la tasa de interés de corto plazo promedio corresponde al 79% de la tasa de interés a 10 años, mientras que el resto puede ser explicado por la prima por plazo promedio.

En la Tabla 1, se puede ver qué en términos anuales, los resultados son consistentes con los encontrados en la Sección 4.2, cuando se usan datos diarios. De 2007 a 2009 la prima

Figura 5: Promedio de las Expectativas de la Tasa de Interés de Corto Plazo y de la Prima por Plazo

Nota: La expectativa de la tasa de interés de corto plazo y la prima por plazo se definen como el promedio de todas las metodologías. Se usan dos modelos afines y los Swaps de TIIE. *Fuente:* Estimaciones propias con datos de Bloomberg, PiP y Valmer.

por plazo aumentó 184 puntos base (pb) y la expectativa de la tasa de interés de corto plazo disminuyó alrededor de 139pb, llevando a la tasa de interés a 10 años a un incremento de 46pb. En la implementación de los programas de *QE* y de *OT* entre 2010 y 2012, la tasa de interés a 10 años se redujo en 136pb, de los cuales 105pb pueden ser explicados por la caída de la prima por plazo. En 2013, durante el *Taper Tantrum*, mientras la expectativa de la tasa de interés de corto plazo continuó disminuyendo 45pb, la prima por plazo incrementó 30pb, causando una caída de la tasa de interés a 10 años de 15pb. Entre 2016 y 2017, la expectativa de la tasa de interés de corto plazo aumentó 164pb, como resultado de la postura de política monetaria restrictiva adoptada por el Banco de México en medio de la incertidumbre sobre el panorama de la inflación, como resultado de la liberación de los precios de la gasolina y las elecciones presidenciales en EE.UU. En contraste, la prima por plazo disminuyó 76pb en este mismo periodo, implicando un incremento de 88pb en la tasa de interés a 10 años. Este resultado contrasta con el incremento observado en la prima por plazo durante este periodo cuando se utilizan datos en frecuencia diaria como es presentado en la Subsección

4.2. La diferencia proviene de la incertidumbre que solo está presente en periodos cortos de tiempo y no se refleja en el promedio anual.

Tabla 1: Resumen de Resultados Anuales: Componentes de la Tasa de Interés a 10 años

<i>Años</i>	<i>Tasa Int. a 10 años</i>	<i>Exp. Tasa de Corto Plazo</i>			<i>Prima por Plazo</i>		
		Rango Bajo	Punto Central	Rango Alto	Rango Bajo	Punto Central	Rango Alto
2004	10.35	6.21	7.46	8.76	1.56	2.87	4.12
2005	9.98	7.38	8.46	9.32	0.65	1.51	2.60
2006	8.77	6.51	7.17	8.00	0.75	1.59	2.25
2007	8.09	6.49	7.20	7.65	0.43	0.89	1.60
2008	8.74	6.73	7.49	8.11	0.62	1.23	2.00
2009	8.55	4.84	5.81	6.86	1.69	2.74	3.71
2010	7.44	4.41	5.21	6.03	1.42	2.24	3.04
2011	7.29	4.50	5.12	5.76	1.54	2.18	2.80
2012	6.08	4.47	4.90	5.19	0.89	1.19	1.61
2013	5.95	3.52	4.45	5.06	0.87	1.49	2.42
2014	6.45	2.75	4.06	4.84	1.62	2.40	3.70
2015	6.40	3.43	4.28	4.87	1.52	2.12	2.97
2016	6.57	4.53	5.05	5.47	1.11	1.52	2.06
2017	7.45	6.21	6.69	7.01	0.43	0.76	1.24
2018	8.24	6.71	7.41	7.79	0.45	0.84	1.54
2019	7.89	6.68	7.08	7.36	0.54	0.82	1.23
Promedios	7.77	5.35	6.13	6.76	1.00	1.64	2.41

Nota: La Columna 2 es el promedio anual de la tasa de interés a 10 años observada. De la columna 3 a la columna 8 se muestran los promedios anuales de cada componente de la tasa de interés a 10 años con sus respectivos rangos.

4.4. Ejercicios de Robustez de la Expectativa de la Tasa de Interés de Corto Plazo y de la Prima por Plazo

Como un ejercicio de robustez para las estimaciones de la expectativa de la tasa de interés de corto plazo promedio y de la prima por plazo promedio en México, se considera la metodología usada por James et al. (2017). En contraste con las otras metodologías, ellos estiman la prima por plazo empíricamente usando los errores forwards, es decir, usando los

movimientos actuales y pronosticados de las tasas forwards. La expectativa de la tasa de interés de corto plazo es calculada como la diferencia entre la tasa de interés de largo plazo y la dicha prima. Como se muestra en la Figura 6, la expectativa de la tasa de interés de corto plazo y su correspondiente prima por plazo (línea verde punteada en la gráfica de la izquierda y la derecha, respectivamente) son muy similares al promedio de las estimaciones propias del artículo y están dentro del rango de las estimaciones.

Figura 6: Expectativas de la Tasa de Interés de Corto Plazo y la Prima por Plazo Implícita en las Tasas Forwards

Nota: Las líneas rojas son los promedios de la expectativa de la tasa de interés de corto plazo y de la prima por plazo. El área gris es el rango de las estimaciones. La línea verde es la nueva estimación con tasas forwards. *Fuente:* Estimaciones propias con datos de Bloomberg, PiP y Valmer.

Un ejercicio adicional de robustez consiste en comparar la expectativa de la tasa de interés de corto plazo promedio con las estimaciones de la tasa neutral, esta como una medida de la tasa de interés de corto plazo en el corto y mediano plazo. Para ello, se promedian las estimaciones de corto y mediano plazo de la tasa neutral nominal estimada por Carrillo et al. (2018), actualizada a marzo de 2019, exceptuando las estimaciones relacionadas con los modelos afines. Adicionalmente, se compara la prima por plazo neutral, obtenida como la diferencia entre la tasa de interés de largo plazo y dicha tasa neutral nominal, con la prima por plazo promedio. La Figura 7 muestra que la expectativa de la tasa de interés de corto plazo promedio (línea roja en la gráfica de la izquierda) sigue de cerca la trayectoria de la

tasa neutral nominal (línea azul punteada en la gráfica de la izquierda). Análogamente, la prima por plazo promedio (línea roja en la gráfica de la derecha) es muy similar en trayectoria y nivel a la prima por plazo neutral (línea azul punteada de la gráfica de la derecha).

Figura 7: La Tasa Neutral Nominal y su Correspondiente Prima por Plazo

Nota: La línea azul punteada en la gráfica de la izquierda corresponde al promedio de la tasa neutral nominal estimada por Carrillo et al. (2018), la línea azul punteada en la gráfica de la derecha es la prima por plazo neutral, calculada como la diferencia entre la tasa de largo plazo y la dicha tasa neutral. Las líneas rojas son las estimaciones de la expectativa de la tasa de interés de corto plazo promedio y su prima por plazo promedio propuestas en este artículo. El área gris es el rango de las estimaciones. *Fuente:* Estimaciones propias con datos de Bloomberg, PiP y Valmer.

En la siguiente Sección se estudiarán los determinantes que explican la dinámica de la prima por plazo promedio y cómo estos determinantes han cambiado a través del tiempo.

5. Determinantes de la Prima por Plazo Promedio

En la literatura ha sido documentado que la dinámica de la prima por plazo puede ser explicada principalmente por dos determinantes: la prima por plazo real y la prima por riesgo inflacionario.²⁸ Asimismo, en Hördahl et al. (2016) se encuentra que la prima por plazo de EE.UU. es más importante que la expectativa de la tasa de interés de corto plazo

²⁸Más detalles pueden ser encontrados en Abrahams et al. (2015), Bauer (2017) y Bernanke (2015).

para explicar la dinámica de las tasas de interés de largo plazo de las EEs y su correlación es positiva. Adicionalmente, Albagli et al. (2018) muestran que los cambios en la prima por plazo de EE.UU. dominan los cambios en los rendimientos de las EEs. De acuerdo con lo anterior, como una primera aproximación se consideran tres determinantes principales que explican a la prima por plazo: la prima por plazo real, la prima por riesgo inflacionario y la prima por plazo de EE.UU. como un factor global. Así, se evalúa la importancia relativa de estos tres determinantes que permiten explicar la dinámica de la prima por plazo mexicana.²⁹

La prima por plazo real puede estar relacionada con el grado de incertidumbre alrededor de la política monetaria y el panorama económico. La prima por riesgo inflacionario está relacionada con la percepción de riesgo de los inversionistas sobre la trayectoria futura de las tasas de interés. Además, la prima por plazo de EE.UU. refleja los cambios en la oferta y demanda de los activos seguros.

Para estudiar en qué proporción cada uno de los determinantes descritos anteriormente explican a la prima por plazo mexicana a través del tiempo, se estima una regresión con parámetros que varían en el tiempo (*TVP*, por sus siglas en inglés). Para esta estimación, se utiliza la estimación de la prima por plazo promedio previamente presentada como variable dependiente, para la cual se quiere identificar la dinámica de sus determinantes a través del tiempo. En particular, se estima la regresión *TVP* bajo métodos bayesianos como se muestra

²⁹Es importante mencionar que otras primas también pueden explicar a la prima por plazo, tales como la prima por riesgo de liquidez, la prima por riesgo soberano, primas por riesgos geopolíticos, primas por efectos de fuga de capitales, entre otras. En este análisis, todas estas primas se encuentran incluidas en la prima por plazo real o en la constante de la regresión estimada.

a continuación:³⁰

$$Y_t = \gamma_{0,t} + \gamma_{1,t}Z_{1t} + \dots + \gamma_{k,t}Z_{kt} + \eta_t; \quad \eta_t \sim N(0, \sigma_\eta^2)$$

$$\gamma_{i,t+1} = \gamma_{i,t} + \varepsilon_{it}; \quad \varepsilon_{it} \sim N(0, \sigma_i^2); \quad i = 0, \dots, k; \quad cov(\eta_t, \varepsilon_t) = 0$$

donde Y_t es la prima por plazo promedio, $\gamma_{i,t}$ son los coeficientes estimados y Z_t es la matriz de las variables explicativas. Dada la disponibilidad de los datos, la muestra usada para la estimación cubre el periodo de enero de 2007 a diciembre de 2019.³¹ Además, este tipo de estimación tiene la ventaja de poder estimar un número relativamente grande de parámetros con una muestra pequeña, así permitiendo capturar cambios estructurales en estos coeficientes.³²

Las variables explicativas incluidas en la estimación son: i) la prima por plazo de EE.UU. estimada por Kim y Wright (2005), la cual de acuerdo con la literatura, puede ser interpretada como un factor de riesgo global para las EEs;³³ ii) la compensación real como un proxy de la prima por plazo real, estimada como la diferencia entre las tasas de interés reales a 10 años y 3 años.³⁴ Este es uno de los determinantes más importantes de la prima por plazo, dado que explica los cambios en la demanda y la oferta de bonos que no están relacionados con expectativas de inflación, pero sí con la demanda de activos seguros, el sentimiento del mercado o posibles errores en los precios, entre otros;³⁵ y finalmente, iii)

³⁰En la estimación Bayesiana se usa el método de muestreo de Gibbs sampling y los algoritmos de Carter-Kohn. Para estimar los parámetros iniciales, o priors, se usa una submuestra de 2 años de datos como muestra de entrenamiento. Se consideran 30,000 iteraciones, pero solo 2,000 de éstas fueron tomadas para estimar los parámetros finales, o posteriors.

³¹Los datos de 2007 a 2008 son usados para estimar las priors. Mientras que los datos de 2009 a 2019 se utilizan para la estimación de la regresión.

³²Cabe mencionar que cuando m tiende a cero, la prior domina a la verosimilitud.

³³Veáse por ejemplo Hördahl et al. (2016) y Albagli et al. (2018). Esta prima puede ser obtenida del *Economic Data of Federal Reserve Bank of ST. Louis* en el siguiente link: <https://fred.stlouisfed.org/>.

³⁴Se considera 3 años por ser el vencimiento más pequeño que es negociado en el mercado mexicano para las tasas reales. Estas tasas son obtenidas de Bloomberg.

³⁵Veáse Abrahams et al. (2015), Bauer (2017) y Bernanke (2015). Los primeros dos descomponen la prima por plazo en dos determinantes: la prima por plazo real y la prima por riesgo inflacionario, mientras que el último estudia los posibles determinantes de ambos, de la prima por plazo real y del riesgo inflacionario.

la prima por riesgo inflacionario, la cual no está disponible en frecuencia diaria, por lo que se usa la compensación por riesgo cambiario como un proxy y se calcula como la diferencia entre el bono gubernamental mexicano a 10 años denominado en pesos y el correspondiente denominado en dólares (UMS),³⁶ el último es el retorno del bono mexicano, Mbono, emitido en dólares americanos.³⁷

La Tabla 2 muestra el promedio de los coeficientes, considerando la muestra completa, para cada determinante de la prima por plazo mexicana, que son estadísticamente diferentes de cero. Los tres determinantes impactan a la prima por plazo positivamente, es decir, si alguno de estos determinantes aumenta (disminuye) entonces la prima por plazo incrementa (decrece). Así, la contribución positiva o negativa a la prima por plazo depende del comportamiento de cada determinante en el tiempo.

Adicionalmente, la Figura 8 muestra la dinámica de los coeficientes estimados de la regresión *TVP*.³⁸ Se puede ver que el coeficiente de la prima por plazo de EE.UU. adquirió relevancia a través del tiempo, con una tendencia positiva, pasando de 0.2 en 2009 a 0.6 en 2019. Por el contrario, el coeficiente de la compensación real perdió importancia a través del tiempo y en este caso su tendencia es negativa, pasando de un nivel de 0.8 a uno de 0.1. Mientras que, el coeficiente de la compensación por riesgo cambiario permaneció

³⁶El bono denominado en pesos es obtenido de PiP y el bono denominado en dólares es obtenido de Valmer.

³⁷Se considera que la compensación por riesgo cambiario es una buena aproximación de la prima de riesgo inflacionario, porque por un lado, ante una depreciación del tipo de cambio significativa -que implica una mayor compensación por riesgo cambiario- genera un aumento de la brecha del producto y, a su vez, presiones inflacionarias, que incrementarán la prima de riesgo inflacionario. Por otro lado, si la inflación aumenta, podría implicar una mayor prima por riesgo inflacionario, la moneda nacional se deprecia, ya que un aumento en los precios locales debe conducir a un aumento en el tipo de cambio para mantener los precios reales relativamente alineados con los globales, lo que podría generar una mayor compensación por riesgo cambiario. Sin embargo, puede haber otras formas de aproximar a la prima por riesgo inflacionario, una de ellas puede ser medirla directamente a través de un modelo. Otra posibilidad es utilizar la compensación por inflación y riesgo inflacionario, la cual contiene la prima por riesgo inflacionario pero también contiene las expectativas de inflación. Finalmente, la prima por riesgo inflacionario también puede aproximarse por la diferencia entre la tasa de interés real forward y la tasa real esperada a 10 años. Se deja para trabajo futuro otra estimación diferente a la considerada en este trabajo.

³⁸Los intervalos de confianza (líneas azules punteadas) de los coeficientes son estrechos porque no se está considerando la incertidumbre asociada con la prima por plazo mexicana y con la de EE.UU., cuyas variables no son observables y provienen de estimaciones, lo cual representa una limitación en la estimación de dichos intervalos.

Tabla 2: Coeficientes Promedio de los Determinantes de la Prima por Plazo Mexicana (Enero de 2009-Diciembre de 2019)

<i>Variable</i>	<i>Coeficiente</i>
<i>Prima por plazo EE.UU.</i>	0.44 [0.39 0.49]
<i>Compensación Real</i>	0.34 [0.31 0.38]
<i>Comp. por riesgo cambiario</i>	0.24 [0.22 0.26]
<i>Constante</i>	0.58 [0.52 0.64]

Nota: Los números en paréntesis cuadrados corresponden a los cuantiles 16% y 84%.

relativamente cercano a un nivel promedio de 0.24. Es importante destacar que los dos primeros son más volátiles que el último. Finalmente, el coeficiente de la constante también perdió relevancia a través del tiempo con una tendencia negativa. Este coeficiente puede ser interpretado como el nivel de la prima por plazo mexicana o también como variables omitidas en el análisis, las cuales no han sido constantes a través del tiempo. De hecho, este coeficiente alcanzó niveles cercanos a cero desde 2017 y hasta 2019.

La Figura 9 muestra la contribución de cada determinante a la prima por plazo mexicana. En particular, se puede ver que la prima por plazo de EE.UU. ha contribuido ampliamente en reducir o incrementar la prima por plazo mexicana, si bien la contribución para disminuirla ha sido mayor. En periodos donde la prima por plazo mexicana ha sido mayor, la prima por plazo real y la compensación por riesgo cambiario han contribuido positivamente a incrementar esta prima, excepto desde 2017 cuando la prima por plazo real perdió relevancia para explicar el comportamiento de la prima por plazo mexicana. Adicionalmente, se observa que la compensación por riesgo cambiario ha sido importante a través del tiempo para explicar el comportamiento de la prima por plazo mexicana. De

Figura 8: Coeficientes de la Regresión *TVP*

Nota: Los coeficientes son estimados usando una regresión *TVP*. Las líneas azules punteadas son los intervalos de confianza al 16% y 84%. *Fuente:* Estimaciones propias con datos de Bloomberg, PiP y Valmer.

hecho, en años recientes esta compensación ha sido el único determinante que ha explicado positivamente la dinámica de esta prima.

Como ya se mencionó, dentro de la compensación real y la constante de la regresión *TVP*, otras primas están incluidas, tales como la prima por riesgo de liquidez, la prima por riesgo soberano, los riesgos geopolíticos, etc. El análisis del efecto de estas primas específicas sobre la prima por plazo mexicana se deja para investigaciones futuras, en especial el estudio de la prima por riesgo de liquidez, que es reconocida por tener un efecto importante en periodos de estrés financiero, tal como fue la CFG.

En la siguiente Subsección, se estudia con mayor detalle el comportamiento de la prima por plazo mexicana y sus determinantes en tres periodos relevantes, el *Operation Twist* como parte de los programas *QEs*, el *Taper Tantrum* y, finalmente, la elección presidencial en EE.UU de 2016.

Figura 9: La Prima por Plazo y sus Determinantes

Nota: La contribución de cada determinante es obtenida multiplicando cada variable por su correspondiente coeficiente. *Fuente:* Estimaciones propias con datos de Bloomberg, PiP y Valmer.

5.1. Prima por Pazo Mexicana: Tres Episodios Relevantes

Una vez estimada la dinámica de los determinantes de la prima por plazo a través del tiempo, se analiza la contribución de cada determinante durante tres episodios relevantes donde la prima por plazo mexicana mostró cambios abruptos: los programas de *Operation Twist* que fueron implementados de septiembre de 2011 a diciembre de 2012. El *Taper Tantrum* de abril de 2013 a enero de 2014 y, finalmente, el proceso electoral de EE.UU. de octubre de 2016 a enero de 2017.

5.1.1. Primer Episodio - *Operation Twist* (OT)

La Fed en EE.UU. implementó dos programas de *Operation Twist* de septiembre de 2011 a diciembre de 2012. El primer OT fue implementado por la Fed de septiembre de 2011 a junio de 2012 y el segundo fue una extensión que se implementó de julio a diciembre de 2012. Con estos programas, la Fed buscó estimular la economía a través de la compra de instrumentos de largo plazo y vendiendo los de corto plazo para disminuir el rendimiento de los de largo plazo. Este periodo estuvo caracterizado por grandes entradas

de flujos de capital hacia las EEs, las cuales redujeron significativamente sus tasas de interés, particularmente las tasas de largo plazo, en estas economías. La Figura 10 muestra que, durante este tiempo, la prima por plazo mexicana disminuyó 141pb, de los cuales 17pb corresponden a la disminución de la prima por plazo en EE.UU. la cual alcanzó su nivel mínimo histórico, 54pb debido a la caída en la compensación real, 14pb debido a la compensación por riesgo cambiario y 56pb a la constante. Esto es consistente con la mejoría en la perspectiva de las EEs, incrementando la demanda por instrumentos de largo plazo en estas economías, en comparación con las EAs. En el periodo de los programas de *QEs* la prima por plazo mexicana también alcanzó su nivel mínimo histórico.

Figura 10: Programas de *Operation Twist* (Septiembre de 2011 - Diciembre de 2012)

Nota: La contribución de cada determinante es obtenida multiplicando cada variable por su correspondiente coeficiente. *Fuente:* Estimaciones propias con datos de Bloomberg, PiP y Valmer.

5.1.2. Segundo Episodio - *Taper Tantrum*

El *Taper Tantrum*, de abril de 2013 a enero de 2014, comenzó cuando el presidente de la Fed anunció la posibilidad de reducir el volumen de la adquisición de bonos en el futuro, es decir, la Fed podría reducir la velocidad a la cual estaba proveyendo de dinero a la economía. Dado que la Fed podría no comprar más bonos en el futuro cercano, los inversionistas vendieron sus bonos, causando una caída significativa en sus precios. Esto, a

su vez, causó que tanto los rendimientos de largo plazo como la prima por plazo aumentaran. Como consecuencia, los mercados internacionales presentaron alta volatilidad, lo que tuvo un efecto importante que se reflejó en la salida de flujos de capital de las EEs. En particular, la Figura 11 muestra que este panorama se reflejó en la prima por plazo mexicana incrementándola 220pb, de los cuales el mayor efecto de 61pb puede ser explicado por la compensación real, 40pb por la compensación por riesgo cambiario, 31pb vienen de la prima por plazo de EE.UU. y 88pb de la constante.

Figura 11: *Taper Tantrum* (Abril de 2013 - Enero de 2014)

Nota: La contribución de cada determinante es obtenida multiplicando cada variable por su correspondiente coeficiente. *Fuente:* Estimaciones propias con datos de Bloomberg, PiP y Valmer.

5.1.3. Tercer Episodio - Elecciones Presidenciales de EE.UU.

El tercer episodio analizado corresponde a las elecciones presidenciales en EE.UU. del 8 al 18 de noviembre de 2016. En particular, prevaleció un ambiente de alta volatilidad como consecuencia, además de otros factores, de la incertidumbre relacionada con el proceso de normalización de la postura de política monetaria en EE.UU., así como, al final del año, por el proceso electoral llevado a cabo en EE.UU. y su resultado. Esto fue seguido por una depreciación significativa del peso mexicano, así como por un incremento de las tasas de interés en todos sus plazos. Adicionalmente, días después de la elección del 8 de noviembre

de 2016, hubo un incremento sustancial en la prima por plazo en EE.UU. En este contexto, la Figura 12 muestra que la prima por plazo mexicana incrementó 50pb, de los cuales 19pb pueden ser atribuidos a la prima por plazo de EE.UU., 12pb a la compensación por riesgo cambiario, -2pb a la compensación real y 17pb a la constante. Es importante mencionar que este incremento respondió a factores externos y se disipó relativamente rápido.

Figura 12: Proceso Electoral de EE.UU. (Noviembre 8 al 18 de 2016)

Nota: La contribución de cada determinante es obtenida multiplicando cada variable por su correspondiente coeficiente. *Fuente:* Estimaciones propias con datos de Bloomberg, PiP y Valmer.

5.1.4. La Constante vs Factores de Percepción de la Encuesta de Banco de México

Como se mostró en cada episodio, la constante de la regresión *TVP* es relevante para explicar la dinámica de la prima por plazo mexicana. Esta puede ser definida como el nivel de la prima por plazo, pero también esta constante puede incluir variables omitidas, las cuales podrían estar más relacionadas con la coyuntura y factores internos que podrían afectar en periodos cortos. Como un ejercicio exploratorio, se corre una regresión lineal para encontrar las variables que podrían explicar el comportamiento de la constante.³⁹

Para ello, la variable dependiente es la constante de la regresión *TVP* y como variables explicativas se utilizan los factores de percepción que podrían afectar el crecimiento

³⁹La regresión es estimada usando el método de Mínimos Cuadrados Ordinarios.

económico en México en los siguientes 6 meses. Estos factores se obtienen de la encuesta de las Expectativas de los Especialistas Económicos del Sector Privado levantada por el Banco de México. Estos factores se miden como porcentajes de la distribución de las respuestas de los encuestados e incluyen: La política fiscal que se está implementando (PFI), ausencia de cambio estructural (ACEM), nivel de endeudamiento de las empresas (NEE) y las familias (NEF).⁴⁰ Los coeficientes de la regresión lineal se muestran en la Tabla 3. Todos los coeficientes son significativos a un nivel de confianza del 1% y 5%, y estos factores de percepción explican cerca del 69% de la constante de la regresión *TVP*.

Tabla 3: Coeficientes de la Regresión Lineal

<i>Variable</i>	<i>Coeficientes</i>
<i>C</i>	0.092** [0.039]
<i>PFI</i>	0.060*** [0.005]
<i>ACEM</i>	0.019*** [0.003]
<i>NEE</i>	0.367*** [0.099]
<i>NEF</i>	0.369*** [0.084]

Los números en paréntesis cuadrados corresponden a la desviación estándar, *** y ** representa la significancia al 1% y 5%, respectivamente.

La gráfica del lado izquierdo en la Figura 13 muestra la contribución de cada factor de percepción, mientras que la gráfica de la derecha de la misma Figura presenta la suma de todas las contribuciones de los factores de percepción. Efectivamente, estos factores de percepción parecen explicar una parte importante de la constante de la regresión *TVP* y cada factor adquiere relevancia en diferentes periodos del tiempo.

⁴⁰Cada factor corresponde a la distribución con respecto al total de las respuestas de los analistas, quienes pueden mencionar hasta tres factores que podrían impedir el crecimiento económico de México. En específi-

Figura 13: Constante vs Factores de Percepción

Nota: La contribución de cada determinante es obtenido multiplicando cada variable por su correspondiente coeficiente. *Fuente:* Estimaciones propias con datos de Bloomberg, PiP y Valmer.

5.2. Correlaciones: la Compensación por Riesgo Cambiario vs la Prima por Riesgo Inflacionario

En la regresión *TVP* se utiliza la compensación por riesgo cambiario como una aproximación de la prima por riesgo inflacionario,⁴¹ dado que esta última no está disponible en frecuencia diaria. Con el fin de mostrar que esta compensación es un buen proxy para la prima por riesgo inflacionario, se grafican ambas variables y su correlación en frecuencia mensual. La gráfica de la izquierda de la Figura 14 muestra ambas series con sus tendencias estimadas mediante el filtro de Holdrick-Prescott (HP). Ambas series tienen tendencias similares y están positivamente correlacionadas a lo largo de toda la muestra, pero su correlación es más fuerte de 2015 a 2019, por arriba del 50%, mientras que la correlación de 2009 a 2014 es cercana a 21%.

co, la pregunta de la encuesta es: En su opinión, durante los siguientes seis meses, ¿Cuáles serían los tres factores principales que limitan el crecimiento de la actividad económica?

⁴¹Esta prima es estimada por Aguilar et al. (2016) en frecuencia mensual.

Figura 14: La Compensación por Riesgo Cambiario y la Prima por Riesgo Inflacionario

Nota: Las tendencias de la gráfica de la izquierda son estimadas usando el método del filtro HP. En las regresiones los números en paréntesis corresponden a las desviaciones estándar de los coeficientes. *Fuente:* Estimaciones propias con datos de Bloomberg, PiP y Valmer.

6. Conclusiones

En este artículo se estiman los dos componentes de las tasas de interés de largo plazo: la expectativa de la tasa de interés de corto plazo en el largo plazo y la prima por plazo. Dado que estos componentes no son observables, es importante señalar la incertidumbre inherente en la estimación, por lo que los resultados deben tomarse con cautela.

Con el fin de obtener resultados relativamente más robustos para ambas variables, en particular para la prima por plazo, se consideraron varios métodos para su estimación y se calculó el promedio de las trayectorias de ambos componentes derivados de las distintas metodologías. Esta estimación promedio es la propuesta para obtener la prima por plazo mexicana. La evolución de esta prima sugiere que ha sido afectada por varios eventos relevantes, globales y domésticos. Esta prima ha incrementado significativamente durante tres episodios, el *Taper Tantrum* en 2013, al final de las elecciones presidenciales de EE.UU. en 2016, así como en eventos idiosincráticos asociados a la cancelación de algunos pro-

yectos de infraestructura en México durante octubre y noviembre de 2018, aunado con el apretamiento de las condiciones financieras. En contraste, la prima por plazo disminuyó considerablemente durante los programas de *Quantitative Easing* y de *Operation Twist*, implementados por la Fed en el periodo de 2010 a 2012, alcanzando su nivel mínimo histórico durante 2012 y principios de 2013.

Adicionalmente, para conocer los principales determinantes asociados a la evolución de la prima por plazo mexicana, usando una regresión con parámetros que varían en el tiempo, el análisis sugiere que estos determinantes son la prima por plazo de EE.UU. como un factor global, la compensación real y la compensación por riesgo cambiario como un proxy de la prima por riesgo inflacionario.

En un análisis exploratorio, se encontró que los factores de percepción que podrían afectar el crecimiento económico en México, también podrían explicar el comportamiento de la prima por plazo mexicana. Un análisis más profundo de estos factores se deja para trabajo futuro.

Adicionalmente, el efecto de primas específicas -tales como la prima por riesgo de liquidez, la prima por riesgo soberano, riesgo geopolítico, entre otras- sobre la prima por plazo mexicana se deja para trabajos futuros. Especialmente, el estudio de la prima por riesgo de liquidez que es reconocida por tener un efecto importante en periodos de estrés financiero como fue la CFG.

La estimación de la prima por plazo mexicana y el análisis de sus determinantes nos brindan una herramienta útil para estudiar su evolución, así como su importancia relativa en cada momento en el tiempo. Esto, con el fin de construir diferentes escenarios de riesgo que tomen en cuenta cambios en cualquiera de sus determinantes.

Referencias

- [1] Abrahams M., T. Adrian, R. Crump y E. Moench. (2015). “Decomposing Real and Nominal Yield Curves”, Staff Reports Núm. 570, Federal Reserve Bank of New York.
- [2] Adrian T., R. Crump y E. Moench. (2013). “Pricing the Term Structure with Linear Regressions”, *Journal of Financial Economics*, Vol. 110, pp. 110-138.
- [3] Aguilar A., R. Elizondo y J. Roldán. (2016). “Descomposición de la Compensación por Inflación y Riesgo Inflacionario en México”, Documento de Trabajo Núm. 2016-22, Banco de México.
- [4] Albagli E., L. Ceballos, S. Claro y D. Romero. (2018). “Channels of US Monetary Policy Spillovers to International Bond Markets”, Documentos de Trabajo Núm. 719, BIS.
- [5] Ang A. y M. Piazzesi. (2003). “A no-arbitrage Vector Autoregression of Term Structure Dynamics with Macroeconomic and Latent Variables”, *Journal Monetary Economic*, Núm. 50, pp. 745-787.
- [6] Ang A., M. Piazzesi y M. Wei. (2006). “What Does the Yield Curve Tell Us about GDP Growth?”, *Journal of Econometrics*, Núm. 131(1-2), pp. 359-403.
- [7] Bauer M. (2017). “A New Conundrum in the Bond Market?”, *FRBSF Economic Letter*, Núm. 2017-34.
- [8] Bauer M. y G. Rudebusch. (2011). “The Signaling Channel for Federal Reserve Bond Purchases”, Serie de Documentos de Trabajo Núm. 2011-21, Federal Reserve Bank of San Francisco.
- [9] Bauer M., G. Rudebusch y J. Wu. (2014). “Term Premia and Inflation Uncertainty: Empirical Evidence from an International Panel Dataset: Comment”, *American Economic Review*, Vol. 104, Núm. 1, pp. 323-337.

- [10] Bekaert G. y R. Hodrick. (2001). “Expectations Hypothesis Tests”, *Journal of Finance*, Vol. 56, pp. 1357-94.
- [11] Benson D. (2014). “More on U.S. Treasury Term Premia: Spot and Expected Measures”, Staff Report Núm. 658, FED of New York.
- [12] Bernanke B. (2013). “Long-Term Interest Rates”, Annual Monetary/Macroeconomics Conference: The Past and Future of Monetary Policy Sponsored by FED of San Francisco.
- [13] Bernanke B. (2015). “Why Are Interest Rates so Low, Part 4: Term Premiums”, Ben Bernanke’s Blog [https : //www.brookings.edu/blog/ben - bernanke/2015/04/13/why - are - interest - rates - so - low - part - 4 - term - premiums/](https://www.brookings.edu/blog/ben-bernanke/2015/04/13/why-are-interest-rates-so-low-part-4-term-premiums/)
- [14] BIS. (2017). “Term Premia: Concepts, Models and Estimates”, Box II A, 87th Annual Report, April 2016-March 2017.
- [15] Blake A., G. Rule y J. Rummel. (2015). “Inflation Targeting and Term Premia Estimates for Latin American”, *Latin American Economic Review*, Vol. 24, Núm.3, pp. 1-21.
- [16] Campbell J., A. Sunderam y L. Viceira. (2013). “Inflation Bets or Deflation Hedges? The Changing Risks of Nominal Bonds”, Documento de Trabajo Núm. 09-088, Harvard Business School.
- [17] Carrillo J., R. Elizondo, C. Rodríguez-Pérez y J. Roldán-Peña. (2018). “What Determines the Neutral Rate of Interest in an Emerging Economy?”, Documento de Trabajo Núm. 2018-22, Banco de México.
- [18] Ceballos L., A. Naudon y D. Romero. (2014). “Nominal Term Structure and Term Premia Evidence from Chile”, MPRA Paper Núm. 60911.

- [19] Claro S. y C. Moreno. (2015). “Long-term Rates and the Term Premium: Evidence from Chile”, Documento de Trabajo Núm. 83, BIS.
- [20] Cortés J. y M. Ramos-Francia. (2008a). “Un Modelo Afín de la Estructura Temporal de Tasas de Interés en México”, Documento de Trabajo Núm. 2008-09, Banco de México.
- [21] Cortés J. y M. Ramos-Francia. (2008b). “Un Modelo Macroeconómico de la Estructura Temporal de Tasas de Interés en México”, Documento de Trabajo Núm. 2008-10, Banco de México.
- [22] Cortés J., M. Ramos-Francia y A. Torres. (2008). “Un Análisis Empírico de la Estructura Temporal de Tasas de Interés en México”, Documento de Trabajo Núm. 2008-07, Banco de México.
- [23] D’Amico S. y T. King. (2012). “Flow and Stock Effects of Large-Scale Asset Purchases: Evidence on the Importance of Local Supply”, Documento de Trabajo Núm. 2012-44, Federal Reserve Board, Washington, D.C.
- [24] Dewachter H. y M. Lyrio. (2006). “Macro Factors and the Term Structure of Interest Rates”, *Journal of Money, Credit and Banking*, Vol. 38, Núm. 1 pp. 119-140.
- [25] Elizondo R. (2017). “Pronósticos de la Estructura Temporal de las Tasas de Interés en México con Base en un Modelo Afín”, *Estudios Económicos*, El Colegio de México, Centro de Estudios Económicos, Vol. 32, Núm.2, pp. 213-253.
- [26] Fama E. y R. Bliss. (1987). “The Information in Long-Maturity Forward Rates”, *American Economic Review*, Vol. 77, Núm. 4, pp. 680-692.
- [27] Fountas S. y M. Karanasos. (2007). “Inflation, Output Growth, and Nominal and Real Uncertainty: Empirical Evidence for the G7”, *Journal of International Money and Finance*, Vol. 26, Núm.2, pp. 229-250.

- [28] Gagnon J., M. Raskin, J. Remache y B. Sack. (2010). “Large-Scale Asset Purchases by the Federal Reserve: Did They Work?”, Staff Report Núm. 441, Fed of New York.
- [29] Hamilton J. y D. Kim. (2002). “A Re-Examination of the Predictability of the Yield Spread for Real Economic Activity”, *Journal of Money, Credit, and Banking*, Vol. 34, Núm.2, pp. 340-360.
- [30] Hancock D. y W. Passmore. (2011). “Did the Federal Reserve’s MBS Purchase Program Lower Mortgage Rates?”, Documento de Trabajo Núm. 2011-01, Federal Reserve Board.
- [31] Hamilton J. y J. Wu. (2012). “The Effectiveness of Alternative Monetary Policy Tools in a Zero Lower Bound Environment”, *Journal of Money, Credit and Banking*, Supplement to Vol. 44, Núm. 1.
- [32] Hördahl P., J. Sobrun, and P. Turner. (2016). “Low Long-Term Interest Rates as a Goba Phenomenon”, Documento de Trabajo Núm. 574, BIS.
- [33] James J., M. Leister y C. Rieger. (2017). “An Empirical Method of Calculating the Term Premium”, *Quantitative Finance, Taylor and Francis Journals*, Vol. 17, Núm. 12, pp. 1783-1793.
- [34] Kaminska I., A. Meldrum y J. Smith. (2013). “A Global Model of International Yield Curves: No-Arbitrage Term Structure Approach”, *International Journal of Finance & Economics*, Vol. 18, pp. 352-374.
- [35] Kaminska I. y M. Roberts-Sklar. (2015). “A Global Factor in Variance Risk Premium and Local Bond Pricing”, Documento de Trabajo Núm. 576, Banco de Inglaterra.
- [36] Kim, D.H. y Lin, S.C. (2012). “Inflation and Inflation Volatility Revisited”, *International Finance*, Vol. 15, Núm. 3, pp. 327-345.

- [37] Kim D. y A. Orphanides. (2007). “The Bond Market Term Premium: What Is It, and How Can We Measure it?”, *BIS Quarterly Review*, June 2007.
- [38] Kim D. y J. Wright. (2005). “An Arbitrage-Free Three-Factor Term Structure Model and the Recent Behavior of Long-Term Yields and Distant Horizon Forward Rates”, Finance and Economics Discussion Series No. 2005-33, Board of Governors of the Federal Reserve System, Washington, DC.
- [39] Krishnamurthy A. y A. Vissing-Jorgensen. (2011). “The Effects of Quantitative Easing on Interest Rates”, Kellogg School of Management.
- [40] Li C. y M. Wei. (2012). “Term Structure Modelling with Supply Factors and the Federal Reserve’s Large Scale Asset Purchase Programs”, Documento de Trabajo Núm. 2012-37, Federal Reserve Board, Washington, D.C.
- [41] Li C., A. Meldrum y M. Rodriguez. (2017). “Robustness of Long-Maturity Term Premium Estimates”, Federal Reserve Notes.
- [42] Maggio D. M. Kermani y C. Palmer. (2016). “How Quantitative Easing Works: Evidence on the Refinancing Channel”, Documento de Trabajo Núm. 22638, Cambridge, Mass.: National Bureau of Economic Research.
- [43] Papanyan S. (2015). “Are Low Long-Term Rates Here to Stay?”, BBVA Economic Analysis U.S. Economic Watch.
- [44] Rosa C. (2012). “How “Unconventional” Are Large-Scale Asset Purchases? The Impact of Monetary Policy on Asset Prices”, Staff Report Núm. 560, FED of New York.
- [45] Rosenberg J. y S. Maurer. (2008). “Signal or Noise? Implications of the Term Premium for Recession Forecasting”, *FRBNY Economic Policy Review*, julio 2008.

- [46] Rudebusch, G., B. Sack y E. Swanson. (2007). “Macroeconomic Implications of Changes in the Term Premium”, *Federal Reserve Bank of St. Louis Review*, Vol. 89, Núm. 4, pp. 241-70.
- [47] Swanson E. (2007). “What We Do and Don’t Know about the Term Premium”, *Federal Reserve Bank of San Francisco Economic Letter*, Vol. 21.
- [48] Wright J. (2011). “Term premia and Inflation Uncertainty: Empirical Evidence from an International Panel Dataset”, *American Economic Review*, Vol. 101, Núm. 4, pp. 1514-1534.