



**UNIVERSIDAD
TORCUATO DI TELLA**

UNIVERSIDAD TORCUATO DI TELLA
DEPARTAMENTO DE ECONOMÍA
MAESTRÍA EN ECONOMÍA APLICADA

Sensibilidad de la curva de Nelson and Siegel en el mercado argentino.

Alumno: Sebastián Matías Alberti

Tutor: Hernán Ruffo

Fecha: 05/06/2019

Resumen

El trabajo propone la calibración de bonos soberanos ley Nueva York según el modelo de Nelson y Siegel en el mercado argentino. Para esto se ha seleccionado una serie de precios comprendida entre mayo de 2017 y abril de 2019. A lo largo de la misma se han analizado variaciones estructurales que se producen en los indicadores macroeconómicos. El objetivo general de trabajo ha sido comprobar el comportamiento del modelo ante variaciones en los indicadores macroeconómicos, como herramienta de predicción de los precios futuros. Adicionalmente se han utilizado los parámetros encontrados, para lograr una cobertura de la cartera a través de una estrategia de inmunización.

Palabras Clave: Estructura temporal de la Tasa de Interés, Nelson y Siegel, Inmunización

Contenido

Resumen.....	2
Introducción	6
Revisión de la literatura	6
Tasa Spot y tasa Forward	8
Estructura temporal de tasa de interés	9
Teoría de las Expectativas	9
Teoría de la Preferencia por la Liquidez.....	10
Teoría de la Segmentación.....	12
Teoría del Hábitat y Visión de Conjunto.....	12
Calibración de la Curva de bonos	13
Inmunización de carteras	14
Duración	15
Inmunización	18
Cobertura por parámetros N&S.....	22
Método.....	25
Estructura de los datos.....	25
Selección y fuente de datos	27
Parámetros del modelo.....	31
Series Ponderadas	32
Criterios de decisión.....	33
Resultados	34
Serie Homogénea	34
Ponderadores	35
Limitando el parámetro Tau.....	36
Discusión	41
Etapa “Silenciosa”	42
Etapa “Amplificada”	45
Etapa “Ruidosa”	49
Etapas Comparadas.....	53
Conclusiones	54
Referencias.....	56
Apéndice.....	58

Índice de Gráficos

Gráfico 1. Curvas de rendimiento según niveles de riesgo	7
Gráfico 2. Tipos de Curvas de Rendimiento	8
Gráfico 3. ETTI creciente	11
Gráfico 4. ETTI con joroba y ETTI con crecimiento pronunciado	11
Gráfico 5. Emisión de Bonos por períodos	26
Gráfico 6. Interés corrido sobre el bono AA19	28
Gráfico 7. TIR del modelo para 12 bonos	29
Gráfico 8. Error de ajuste por MAPE, con y sin AC17	35
Gráfico 9. Nodos de corto, mediano y largo plazo	37
Gráfico 10. Diagrama de cajas con errores de valuación por bono	38
Gráfico 11. Parámetros del modelo, con Tau constante	38
Gráfico 12. Curva cero cupón. Serie de 11 bonos con Tau constante en la media	39
Gráfico 13. Curva cero cupón. Serie de 11 bonos con Tau constante en la media. Vista II	39
Gráfico 14. Mapa de calor sobre la curva cero cupón	40
Gráfico 15. Serie histórica de la Tasa del Tesoro de EUA para 6 meses, 10 años y 30 años, y precio de los bonos AA21, AA26 y AA46	41
Gráfico 16. Serie histórica del Tipo de cambio con bandas, y Riesgo país	42
Gráfico 17. Boxplot etapa Silenciosa	43
Gráfico 18. Parámetros de N&S, etapa Silenciosa	43
Gráfico 19. Curvas de Nodos, etapa Silenciosa	44
Gráfico 20. Curva Cupón Cero etapa Silenciosa	44
Gráfico 21. Curva Cupón Cero etapa Silenciosa. Vista inversa	45
Gráfico 22. Inmunización etapa Silenciosa	45
Gráfico 23. Boxplot etapa Amplificada	46
Gráfico 24. Parámetros N&S etapa Amplificada	46
Gráfico 25. Curvas de Nodos etapa Amplificada	47
Gráfico 26. Curva Cupón Cero etapa Amplificada	47
Gráfico 27. Curva Cupón Cero etapa Amplificada. Vista inversa	48
Gráfico 28. Inmunización etapa Amplificada	48
Gráfico 29. Banda Cambiara etapa Riudosa	49
Gráfico 30. Boxplot etapa Ruidosa	50
Gráfico 31. Parámetros N&S etapa Ruidosa	50
Gráfico 32. Curvas de Nodos etapa Riudosa	51
Gráfico 33. Curva Cupón Cero etapa Riudosa	51
Gráfico 34. Curva Cupón Cero etapa Riudosa. Vista Inversa	52
Gráfico 35. Inmunización etapa Ruidosa	52

Índice de Fórmulas

Fórmula 1. Tasa Forward	13
Fórmula 2. Relación entre tasa Forward y Tasa Spot	13
Fórmula 3. Tasa Spot	13
Fórmula 4. Valor actual del flujo de fondos	16

Fórmula 5. Duración de Maculay	16
Fórmula 6. Duración modificada	16
Fórmula 7. Valor de la cartera al momento T	19
Fórmula 8. Valor de la cartera modificada como consecuencia de la variación de la tasa de interés.	20
Fórmula 9. Aproximación de la duración de la cartera	20
Fórmula 10. Tasa Spot según Nivel, Pendiente y Curvatura	22
Fórmula 11. Derivadas parciales del precio del bono con respecto a l , s y c	22
Fórmula 12. Sensibilidad del portafolio	23
Fórmula 13. Aproximación de una cobertura perfecta.....	24
Fórmula 14. Restricción de la cobertura	24
Fórmula 15. Sistema de ecuaciones para inmunización de cartera.....	24
Fórmula 16. Tasa interna de retorno	29
Fórmula 17. Precio estimado del bono	31
Fórmula 18. Minimización de errores cuadráticos	31
Fórmula 19. Cartera Inmunizada.....	42

Introducción

Actualmente, los bancos centrales utilizan diversas metodologías dedicadas a la estimación de curvas cupón cero. Una buena parte de los mismos lo hacen a través de modelos de equilibrio que analizan sus variables como procesos estocásticos y su relación con los precios de los bonos a través de modelos de no arbitraje (Vasicek, 1977). Otros, en cambio, utilizan modelos estadísticos a través de “splines¹” polinómicas (Mc Culloch, 1971), o modelos parsimoniosos como el de Nelson y Siegel (Nelson & Siegel, 1987) que utilizaron una función exponencial con cuatro parámetros para modelar las tasas forward.

Dentro de los objetivos particulares podemos mencionar:

- 1) Mostrar la capacidad de ajuste del modelo de N&S² para medir las expectativas futuras del mercado frente a cambios macroeconómicos y políticos.
- 2) Probar su éxito como herramienta de inmunización en el mercado argentino.

Revisión de la literatura

Existen varias explicaciones alternativas de cómo se forma la estructura temporal de las tasas de interés (ETTI). Antes de realizar cualquier inversión y de analizar el tipo de estrategia a seguir, según Fabozzi, se deben seguir los siguientes pasos (Fabozzi, 1993):

1. Establecer los objetivos de su inversión
2. Determinar su política de inversión
3. Elegir la estrategia de gestión para la cartera
4. Seleccionar los activos
5. Analizar y medir el resultado de la gestión

Se suele utilizar una estrategia denominada inmunización para blindar la cartera ante cambios en las tasas de interés; aunque también se suele hacer encajar vencimientos con obligaciones de pago (*cash flow matching horizon matching*).

Cuando se hace referencia a la ETTI (estructura temporal de las tasas de interés), comprenden los bonos que tengan el mismo, o similar, nivel de riesgo (de impago) y un grado

¹ Método de ajuste por polinómios de grado 3 o superior.

² Nelson & Siegel

semejante de exposición fiscal. Gráficamente, se representa mediante una sucesión de puntos en el tiempo; cada punto muestra el rendimiento y el plazo hasta su vencimiento.

Si bien la estructura temporal puede cambiar día a día, suele tener una forma ascendente más que descendente, es decir, que los rendimientos a largo plazo suelen ser más altos que los de corto plazo. La razón puede deberse a la presencia de las denominadas primas por liquidez, como veremos más adelante.

La curva de los rendimientos varía cada día según cambian las tasas de interés del mercado. Además, existen diferentes curvas de rendimiento para cada clase de riesgo o calificación de los bonos, de tal manera que a mayor riesgo (peor calificación) la curva de rendimientos deberá estar situada encima de las de menor riesgo como nos muestran Elton y Grubber, lo que es indicativo de tener que ofrecer un rendimiento superior que compense el incremento de riesgo. (Elton & Grubber, 1991).

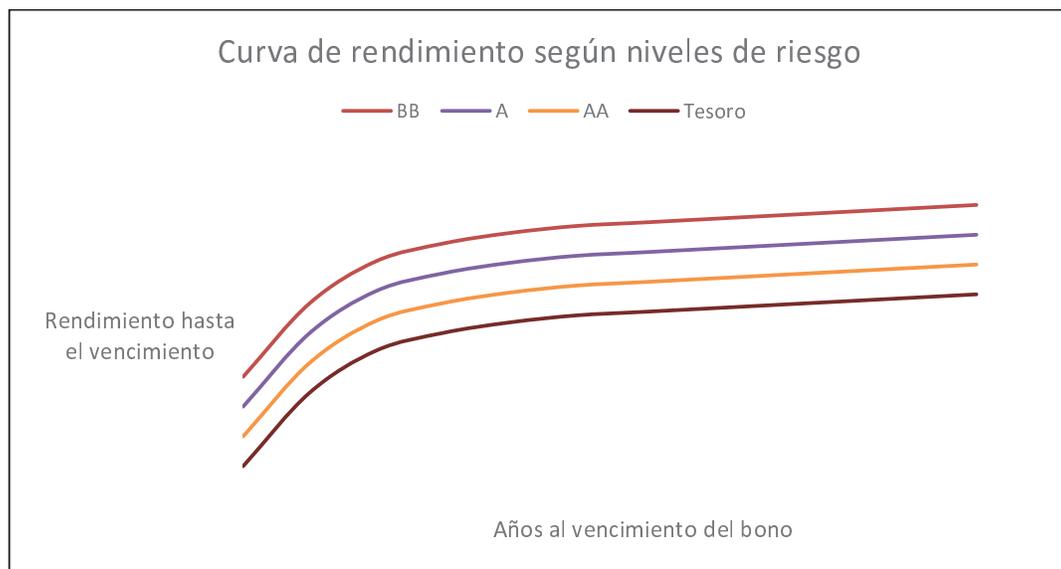


Gráfico 1. Curvas de rendimiento según niveles de riesgo

La curva decreciente (también llamada estructura inversa o curva negativa) sucede cuando las tasas de interés a corto son más amplificadas que las tasas a largo plazo; este tipo de gráfica es poco frecuente. La curva creciente (conocida como estructura normal o curva positiva) es la forma más usual. La curva decreciente con montículo o joroba es indicativa de que ciertos plazos intermedios son más caros o baratos, según los casos, que los inmediatamente anteriores y posteriores; lo que puede deberse a razones técnicas o económicas diversas.

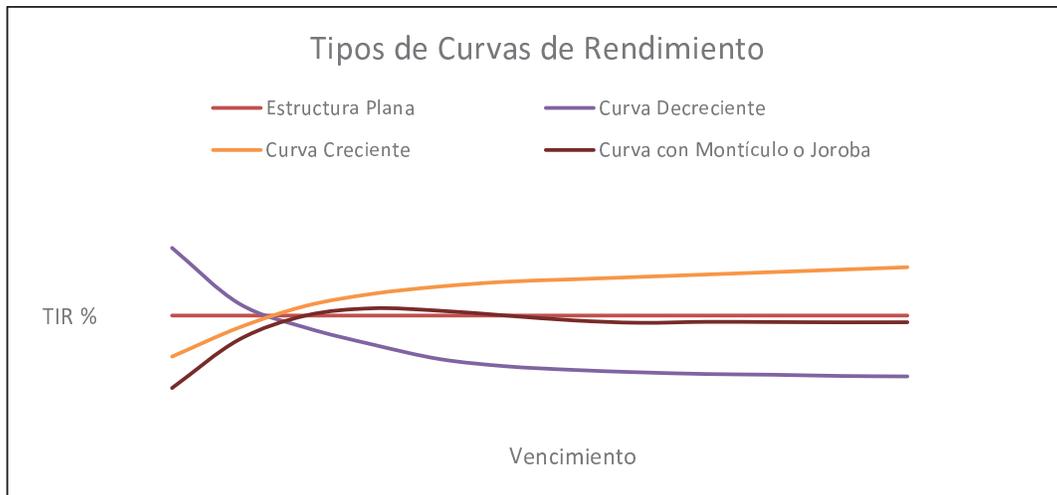


Gráfico 2. Tipos de Curvas de Rendimiento

En la práctica no es tarea fácil elaborar una curva, dada la inexistencia de mercados donde se negocien títulos homogéneos a todos los plazos relevantes. Según Caks, dos problemas son los que dificultan especialmente esta elaboración (Caks, 1977):

- diferencia entre la *duration* (*duración*) y vencimiento en el caso de los bonos que reparten cupones, y
- discontinuidad en los plazos negociados.

El primer problema se deriva de que el plazo de los cupones sucesivos es distinto, o inferior al de vencimiento. Respecto al segundo, la dificultad puede explicarse mejor por medio de un ejemplo: en un mercado concreto pueden negociarse operaciones a un día, una semana, un mes, pero no se conoce ningún caso real en el que se negocien operaciones a todos los plazos, es decir uno, dos, tres días. En general la forma de las curvas cambia según Fisher y Jordan no tanto porque las tasas de interés a largo disminuyan sino porque las tasas de interés a corto plazo aumentan (Fisher & Jordan, 1975).

Tasa Spot y tasa Forward

Svensson (1994) muestra la conveniencia de utilizar la tasa forward como indicador de política monetaria. Puede definirse las tasas forward como las tasas de interés sobre una inversión cuyo comienzo es un momento futuro y cuya finalización es otro momento futuro posterior. El autor discute, al igual que en este trabajo, tanto la estimación como la interpretación de las tasas a plazo. En su caso, el ejemplo se centra en Suecia, durante el período 1992-1994, que según él, se caracteriza como lleno de acontecimientos macroeconómicos relevantes, al igual que el período que se analiza en esta tesis. Las tasas forward suelen ser interpretadas como indicadores de las expectativas del mercado sobre el recorrido futuro de las tasas de interés, las tasas futuras de inflación, y las expectativas sobre la futura depreciación de la moneda.

En su trabajo, el autor menciona que la curva de la tasa forward está relacionada con la curva de rendimiento, de la misma manera que está relacionado el costo marginal al costo medio. Las tasas forward presentan la información en un modo mucho más fácil de interpretar para propósitos de política monetaria.

Dice Svensson “Mientras que la curva de rendimientos puede ser interpretadas como promedios futuros esperados de las variables foco, la curva de tasas forward puede ser interpretada como un indicador de la trayectoria de tiempo futuro esperado de estas variables. Por lo tanto, las tasas forward permiten más fácilmente una separación de expectativas a corto, mediano y largo plazo que la curva de rendimiento. Esta es la principal ventaja de las tasas forward” (Svensson, 1994, pág. 2).

Para calcular las tasas de interés a plazo implícitas desde los rendimientos hasta el vencimiento de los bonos cero cupón, las tasas al contado tienen bajo nivel de complejidad, en cambio, cuando los bonos tienen cupón adquiere cierta dificultad. Inconvenientemente, casi todos los bonos con plazo de vencimiento superior a los doce meses son bonos con cupones periódicos en lugar de bonos cero cupón.

La estimación de las tasas a plazo de los bonos con cupones puede considerarse que involucra dos pasos: las tasas al *contado* implícitas, que primero se estiman desde los rendimientos hasta el vencimiento de los bonos con cupón, y luego las tasas a plazo *implícitas*, que se calculan a partir de las tasas al *contado* implícitas.

Dos bonos con cupón de interés que vencen en la misma fecha generalmente tienen rendimientos diferentes al vencimiento si las tasas de cupón también difieren. La razón es que, una tasa de cupón más alta implica que la proporción de pagos anticipados aumenta, *ceteris paribus*, lo que otorga más peso a las tasas spot cortas en la determinación del rendimiento al vencimiento.

Estructura temporal de tasa de interés

Teoría de las Expectativas

Esta teoría nos indica que la ETTI es determinada únicamente por las expectativas que el mercado tiene acerca de las tasas de interés futuros. Como nos concretan Fisher y Jordan si se espera que las tasas de interés futuras a corto plazo superen a las actuales la curva ascenderá o viceversa.

Cuando se habla de tasas de interés futuros, se hace referencia a los rendimientos futuros esperados hasta el vencimiento de los bonos. Según esta teoría, la nueva información está incorporada en las expectativas sobre el comportamiento futuro de las tasas de interés. Consecuentemente, no existe la oportunidad de beneficiarse del arbitraje en base de las expectativas sobre las tasas de interés futuros. Así pues, conforme la nueva información vaya llegando al mercado, las expectativas sobre las tasas de interés futuros variarán, haciendo fluctuar a los precios de los diferentes títulos alrededor de su valor intrínseco de una forma

aleatoria, sea cual sea su vencimiento. Como resultado de ello, las tasas a plazo, que se obtienen a través de dichos precios, también variarán aleatoriamente.

Así que la teoría de las expectativas del mercado sugiere que las tasas a plazo implícitas reflejan las expectativas de los inversores. La crítica principal a esta idea, como nos indican Cox, Ingersoll y Ross estriba en que existe una prima de riesgo asociada con los bonos de mayor plazo que produce una disparidad entre los rendimientos esperados por el mercado con la relación a los bonos de diferentes plazos. En el contexto de la estructura temporal, estas primas de riesgo se denominan primas por liquidez, que analizaremos en el epígrafe siguiente.

Teoría de la Preferencia por la Liquidez

Este enfoque parte de la consideración de las actitudes hacia el riesgo, como base para explicar la curva de tasas de interés como lo indica Hicks. El riesgo se define por la variabilidad en el valor de los activos financieros, y se supone que los agentes económicos tienen aversión al mismo (Hicks, 1946).

Por ello como señala Bodie, Kane y Marcus los inversores reclaman una prima para comprar bonos cuyos vencimientos difieren de sus horizontes de inversión. Tienen diversas razones como, por ejemplo, en caso de surgir un desequilibrio, los inversores en bonos a corto plazo podrán convertir sus títulos en liquidez con menor peligro de pérdida del principal (lo que no ocurre sin han invertido a largo plazo), por otro lado, los prestatarios preferirán emitir a largo plazo y no a corto, puesto que esto último les obligaría a amortizar rápidamente sus emisiones lo que implica disponer de liquidez para hacerlo. Por lo tanto, preferirán pagar una mayor tasa de interés a cambio de realizar emisiones a largo plazo. La situación de la curva de tasas de interés será por tanto y de acuerdo con esta teoría, creciente con el plazo, lo que reflejará las primas de riesgo, o de liquidez, exigidas por los inversores.

Mascareñas considera que el efecto de la prima por la liquidez, que aumenta su tamaño con la vida del título, es hacer la estructura temporal más amplificadora (si se espera que las tasas de interés suban o menos descendente, si se espera que bajen (Mascareñas, 2006). La estructura normal de la curva de tasas de interés sería, según esta teoría, creciente con el plazo, lo que reflejaría las primas de riesgo o liquidez exigidas por los inversores. Siendo la pendiente de la curva más pronunciada en los plazos cortos que en los largos, pues en éstos últimos tiende a ser horizontal.

Teniendo en cuenta que la sensibilidad ante variaciones de la tasa de interés aumenta menos y más lentamente conforme el plazo de vencimiento es mayor, la observación anterior queda plenamente explicada. Así pues, si se espera que las tasas de interés varíen a lo largo del tiempo, las primas de liquidez pueden ser sobrepuestas en la estructura de las tasas de interés al contado para determinar las tasas de interés implícitas a plazo. De esta forma los rendimientos hasta el vencimiento para cada período serán un promedio de las tasas a plazo anuales.

Si la tasa de interés esperada de corto plazo y la prima de liquidez son constantes, el resultado es un ETTI creciente.

Si las tasas de interés esperadas de corto plazo son decrecientes y las tasas de interés implícitas a plazo son crecientes el resultado es una ETTI creciente a pesar de que las tasas de interés esperadas decrezcan.

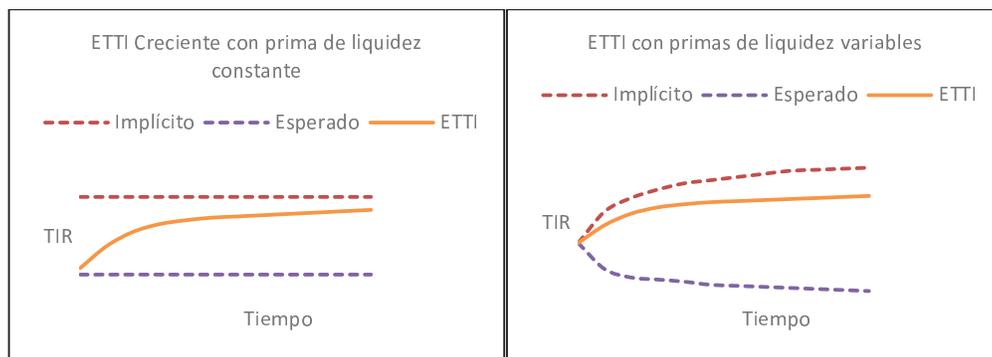


Gráfico 3. ETTI creciente

Si las tasas de interés esperadas de corto plazos son decrecientes y las primas de liquidez son constantes el resultado es una ETTI con montículo o joroba. Si en cambio las tasas de interés a corto plazo y las primas de liquidez son crecientes, el resultado es una ETTI muy creciente.

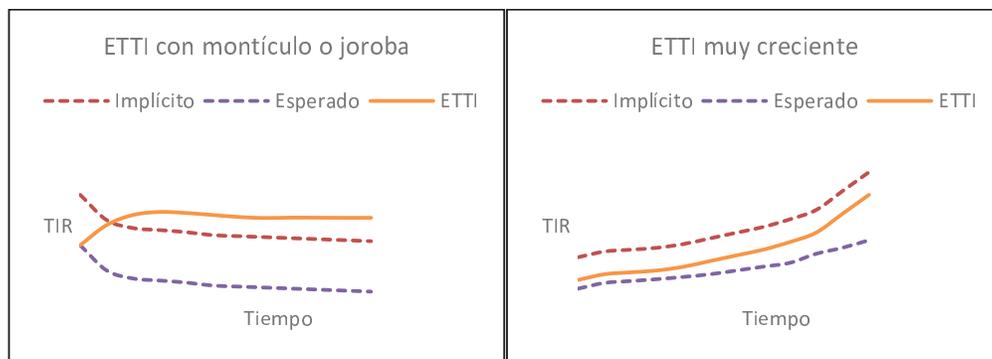


Gráfico 4. ETTI con joroba y ETTI con crecimiento pronunciado

Desde un punto de vista histórico, esta teoría parece poseer argumentos importantes a su favor. Lo cierto es que curvas crecientes han sido observadas con mayor frecuencia que de otro tipo, aunque la sola aparición ocasional de curvas con otro perfil no puede ser explicado bajo este enfoque y, por tanto, lo pone relativamente en cuestión. También tiene importancia comprobar la veracidad de otras implicaciones de este enfoque. Concretamente, un supuesto básico es que el precio de los bonos a largo plazo es más volátil que el precio de los bonos a más corto plazo. Si bien es verdad que la sensibilidad de los primeros ante variaciones de igual magnitud en las tasas de interés es mayor, también lo es que la volatilidad de las tasas de interés a corto ha sido históricamente mayor que la de las tasas de interés a largo plazo. En conjunto, y teniendo en cuenta ambos factores, parece que a pesar de todo la volatilidad en el precio de los bonos a largo ha sido superior, lo que justifica el supuesto.

Es bastante frecuente encontrar en la práctica, que la pendiente de la curva es más pronunciada en los plazos cortos que en los largos plazos. En estos últimos la curva de tasas de interés tiende a hacerse horizontal. Fama en un estudio realizado en 1984, para el mercado de

Estado Unidos, pudo mostrar como las tasas de rendimiento esperadas alcanzaban un máximo entre los 8 a 10 meses, pero más allá de un año la evidencia de las primas por la liquidez era bastante pequeña.

Teoría de la Segmentación

De acuerdo a la Teoría de la Segmentación, los mercados de diferentes tipos de instrumentos presentan algún nivel de fraccionamiento. Es decir, en cada mercado se negocian determinados instrumentos, y sólo cierto tipo de agentes tienen acceso a cada mercado, bien sea por razones técnicas, legales, o por ambas. Así, el precio de cada clase de activo se forma por la interacción entre la oferta y la demanda para el mismo en el mercado particular donde se negocia, e independientemente de los demás activos

Mascareñas considera que la teoría de la segmentación del mercado, parte de la idea de que la supervivencia de la institución es la función objetivo que hay que optimizar. Para ello, se minimiza el riesgo, lo que implica ajustar perfectamente los vencimientos de los activos con los de las deudas, sin tener en cuenta las atractivas tasas de rendimiento que se pueden observar en otros activos con diferentes vencimientos (Mascareñas, 2006).

Teoría del Hábitat y Visión de Conjunto

La Teoría del Hábitat y Visión de Conjunto, también denominada *hedging pressure theory* incorpora elementos de los dos anteriores. En este enfoque se admite la existencia de primas de riesgo, pero se considera que estas pueden ser también negativas, a diferencia del enfoque de la preferencia por la liquidez. Por otra parte, el que las primas sean finalmente positivas o negativas en un mercado determinado, dependerá de que predominen uno u otro tipo de participantes, y en este sentido este enfoque incorpora elementos del enfoque de segmentación.

Esta teoría presentada por Modigliani y Sutch, descansa sobre la premisa de que los inversores que hacen coincidir la vida de sus activos con la de sus deudas soportan el menor riesgo posible (Modigliani & Sutch, 1966). Esto se debe a que ellos están más preocupados por conseguir una cantidad determinada al final de un plazo de tiempo que con respecto a la manera de cómo se consigue dicho objetivo. Y teniendo en cuenta que son aversos al riesgo, dicho encaje entre deudas y activos es su posición (hábitat) preferida y con ello eliminan el riesgo sistemático. Pero si fuese posible el obtener un rendimiento extra sobre activos que tienen vidas distintas, ellos ajustarán su posición para incluir más de estos activos de superior rendimiento. La teoría de hábitat sintetiza las teorías de las expectativas y de la prima de riesgo, adoptando una teoría de mercados segmentados en los que la tasa de rendimiento para cada madurez viene definida por la relación entre la oferta y la demanda de capitales para dicho horizonte temporal.

De acuerdo a la evidencia histórica, y a las conclusiones que se han ido apuntando, Para Mauleón la hipótesis más razonable para explicar la curva de tasas de interés se basa en una

combinación de la teoría de las expectativas y de la Teoría de la preferencia por la liquidez (Mauleon, 1991).

Calibración de la Curva de bonos

En inversiones de largo plazo, la evolución de la tasa de interés en el futuro es el pronóstico perseguido por los agentes. Sobre esta tasa, que se toma como marco para decidir, se conoce su “evolución” en el pasado para poder estimar la evolución futura (Tagliafichi, 2016). Se utilizan variaciones en el marco de componentes exponenciales de Nelson & Siegel para modelar la curva de rendimiento completa, período por período, como un parámetro tridimensional que evoluciona dinámicamente.

La idea de la metodología presentada por N&S es modelar las tasas spot utilizando una aproximación exponencial de tres componentes que deriva en un modelo parsimonioso de error mínimo.

Para N&S la tasa forward $R(t)$ para el período t es la siguiente:

Fórmula 1. Tasa Forward

$$R(t) = \beta_0 + \beta_1 e^{-\frac{t}{\tau}} + \beta_2 \frac{t}{\tau} e^{-\frac{t}{\tau}}$$

Recordando que la relación entre la tasa forward y la tasa Spot puede expresarse según la fórmula:

Fórmula 2. Relación entre tasa Forward y Tasa Spot

$$R(t) = S_t + t * \frac{dS_t}{dt}$$

Y reagrupando obtenemos:

Fórmula 3. Tasa Spot

$$S_t = \beta_0 + \beta_1 \left(\frac{1 - e^{-\frac{t}{\tau}}}{\frac{t}{\tau}} \right) + \beta_2 \left(\frac{1 - e^{-\frac{t}{\tau}}}{\frac{t}{\tau}} - e^{-\frac{t}{\tau}} \right)$$

Donde t denota el tiempo y τ, β_0, β_1 y β_2 son los parámetros que se estiman a partir de los precios observados del mercado. Los parámetros se interpretan como tres factores dinámicos latentes.

El coeficiente que acompaña a β_0 , es decir 1, es una constante. Por lo tanto, no tiende a cero cuando t tiende a infinito. Puede ser visto como un factor de largo plazo, o sea la tasa de interés alcanzada cuando el tiempo tiende a infinito. β_1 representa el *spread* entre la tasa de interés de corto y largo plazo. Por este motivo, $\beta_0 + \beta_1$ puede ser visto como la tasa de corto plazo. Tanto β_2 como τ están relacionadas con la joroba que caracteriza el modelo de N&S.

Como alternativa hay que tener en cuenta que un aumento β_1 amplifica los rendimientos cortos más que los largos, debido a que las tasas cortas se cargan en β_1 más fuertemente, cambiando así la pendiente de la curva de rendimiento.

Estos tres factores también pueden interpretarse en términos de nivel, pendiente y curvatura. El factor a largo plazo, β_0 por ejemplo, gobierna el nivel de la curva de rendimiento. En particular, uno puede verificar fácilmente que $Tasa\ Spot_{\infty} = \beta_0$. Al suponer un aumento en β_0 , el resultado es un crecimiento de todos los rendimientos por igual, ya que la carga es idéntica en todos los vencimientos, cambiando así el nivel de la curva de rendimiento. El factor $\beta_0 + \beta_1$ a corto plazo está estrechamente relacionado con la pendiente de la curva de rendimiento.

Algunos autores como Frankel & Lown, C.S. (Frankel & Lown, C.S., 1994), definen la pendiente de la curva como:

$$Tasa\ spot_{\infty} - Tasa\ spot_0 = -\beta_1$$

Es interesante ver como la tasa instantánea de rendimiento depende tanto del nivel como de la pendiente, porque $Tasa\ spot_0 = \beta_0 + \beta_1$ (Diebold & Li, 2006).

Alternativamente, hay que observar que un aumento en β_2 tendrá poco efecto en muy corto o muy largo plazo, pero aumentará los rendimientos a medio plazo, lo que provoca un aumento en curvatura (joroba), determinando la posición y dimensión de la misma.

Inmunización de carteras

Dentro de la literatura académica actual dedicada a la estimación de curvas cupón cero puede hacerse una diferenciación entre modelos de equilibrio y modelos estadísticos. Los primeros analizan variables como procesos estocásticos y su relación con los precios de los bonos a través de modelos de no arbitraje (Vasicek, 1977). Los segundos, es decir la de los modelos estadísticos, se dividen en dos corrientes según la metodología utilizada para ajustar funciones continuas a curvas de rendimiento. La primera corriente utiliza “splines” polinómicas (Mc Culloch, 1971), mientras que la segunda lo hace empleando modelos parsimoniosos. Bajo esta corriente en Nelson y Siegel (Nelson & Siegel, 1987) utilizaron una función exponencial con 4 parámetros desconocidos para modelar las tasas forward. Este modelo permite obtener curvas con distintas formas y lo suficientemente suaves para poder ser extrapoladas a rangos fuera de la muestra de entrenamiento.

La Tabla 1 provee información acerca de la estructura de tasa de interés disponible en la base de datos de Bancos Centrales del BIS³ con frecuencia diaria. Como se puede observar, a excepción del Reino Unido, los bancos centrales utilizan el método de Nelson & Siegel, o sus derivados, como el ajuste de Svensson (Svensson, 1994). Algunos países como Estados Unidos o Canadá optaron por estimar la trayectoria utilizando, en paralelo, el método de aproximación

³ Bank for International Settlements

de suavizado polinómico⁴ que provee una selección de tasas spot. La tabla muestra los métodos publicados por cada banco central, en el BIS, desde el año 2005.

Cuanto mejor se consiga ajustar la curva en el tiempo, menor posibilidad de arbitraje habrá. Dentro del grupo de modelos de 3 factores aparece nuestro caso de estudio. El método de Nelson y Siegel de 1987, que en los últimos años ha cobrado notoriedad y está siendo utilizado por los bancos centrales de Bélgica, Francia, Italia, Suiza, España. También el Banco Central europeo publica las curvas de rendimiento diariamente, del área Euro, pero agregando la extensión a 4 factores añadida por Svensson. Si bien el modelo de N&S tiene críticas teóricas sobre la hipótesis de no arbitraje, algunos autores como Coroneo, Nyholm y Vidava-Kolev (Coroneo, Nyholm, & Vidava-Koleva, 2008) han demostrado que estadísticamente puede ajustarse.

Tabla 1. Estructura de la tasa de interés publicada por los bancos centrales al BIS

BC	Método	Desde	Frecuencia	Serie	Vencimiento	Notación
Bélgica	SV-NS	septiembre-97	Diaria	0 a 10 años	3 meses	Por ciento
Canadá	SV	junio-98	Diaria	1 a 10 años	3 meses	Por ciento
Finlandia	NS	noviembre-97	Diaria	1 a 10 años	3 meses	Por ciento
Francia	SV	junio-92	Semanal	1 a 10 años	3 meses	Decimal
Alemania	SV	agosto-97	Diaria	1 a 10 años	3 meses	Por ciento
Italia	NS	junio-96	Diaria	0 a 10 años	3 meses	Decimal
Japón	SS	julio-99	Semanal	1 a 10 años	1 año	Na
Noruega	SV	junio-98	Mensual	0 a 10 años	3 meses	Por ciento
España	SV	junio-95	Diaria	1 a 10 años	3 meses	Decimal
Suecia	SV	marzo-99	Semanal	0 a 10 años	3 meses	Por ciento
Suiza	SV	enero-98	Diaria	1 a 10 años	3 meses	Por ciento
Reino Unido	VRP	abril-98	Diaria	2 a 10 años	6 meses	Na
Est. Unidos	SS-SV	diciembre-87	Diaria	0 a 10 años	3 meses	Na

NS: Nelson-Siegel SV: Nelson-Siegel-Svensson SS: smoothing splines VRP: variable roughness penalty

Duración

En finanzas, la duración o duración de Macaulay, de un activo financiero del que se derivan uno o varios flujos de caja, por ejemplo un bono, es la media ponderada de los distintos vencimientos de los flujos de caja, ponderados por el valor actual de cada uno de esos flujos. La duración mide también la sensibilidad del precio del activo al riesgo de tipo de interés (Macaulay, 1938).

La compra de un bono proporciona distintos flujos de caja (cobros) a lo largo de la vida del mismo antes de ser amortizado. Para determinar la "duración" es necesario calcular el tiempo que transcurre hasta el pago de cada uno de los flujos de caja derivados de la compra del bono, ponderado por el valor presente del flujo conformado por el pago de cada cupón, ya

⁴ Smoothing Splines

que de acuerdo al tiempo en que sea pagado va a tener un tamaño diferente en el bono. Otra forma de entender la duración de un título es una suerte de plazo promedio hasta su vencimiento (un bono con un solo flujo de caja, en el que se devuelve el principal y los intereses de forma conjunta).

Sabiendo que

Fórmula 4. Valor actual del flujo de fondos

$$VA = f(i, VF, t, r) = \sum_{i=1}^n \frac{FC_t}{(1+r)^t}$$

Donde VA es el Valor Actual del flujo de fondo, i la tasa de interés facial; FC_t los flujos de fondo del momento t ; t el tiempo de cada uno de los flujos; y, r la tasa mediante la cual el mercado descuenta los flujos de fondos de riesgos similares.

La duración se calcula de la siguiente manera:

Fórmula 5. Duración de Maculay

$$D = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{t \cdot FC_t}{(1+r)^t}}{VA}$$

La Duración de Macaulay es una media del plazo efectivo hasta el vencimiento de un bono. Se calcula como la media ponderada de los plazos hasta el vencimiento de cada flujo de pagos considerando como ponderaciones los valores actuales relativos de cada flujo.

La Duración modificada mide la sensibilidad del precio de un título de renta fija con respecto a las alteraciones sufridas por la rentabilidad del mismo, es decir, mide la sensibilidad de este tipo de activo financiero ante las variaciones de los tipos de interés. A diferencia de la duración de Macaulay -que se mide en años- la duración modificada únicamente es un porcentaje que nos indica la variación que se produce en el precio de mercado de un activo financiero por cada punto de variación en los tipos de interés. Cuando cambia el tipo de interés, la variación relativa del precio del bono es proporcional a su duración y está relacionada con la variación absoluta de la rentabilidad al vencimiento.

$$\frac{\Delta P}{P} = -D \frac{\Delta(1+r)}{1+r}$$

$$\frac{\Delta P}{P} = -D_M * \Delta r$$

Donde la Duración modificada se calcula como:

Fórmula 6. Duración modificada

$$D_M = \frac{D}{1+r}$$

A modo de ejemplo se presenta un bono que reúne las condiciones de enunciada en la Tabla 2.

Tabla 2. Ejemplo bono bullet

Valor Facial	1000
Vencimiento	10 años
Tasa Facial (cupones anuales)	4 %
Rendimiento del Mercado	8 %

En la columna 2 de la Tabla 3, se muestran los flujos de fondos que genera este bono. En la columna 3 se muestra el Valor Actual de cada flujo. Salvo el último pago todos los Valores Actuales son decrecientes ya que la tasa actualiza dichos flujos más periodos. En la columna 4, se divide cada valor de la columna 3 por 731,60 (que es la sumatoria del Valor Actual del Flujo de Fondos del Bono). La columna 5 muestra la contribución en años de cada flujo. Como se puede apreciar el último flujo es el que más aporta.

Se debe recordar que se deben anualizar la duración de los bonos. También será útil calcular la Duración de una cartera donde se conocen las duraciones de cada activo y sus respectivos montos.

Tabla 3. Resolución de ejemplo numérico

Año (1)	Flujo de Caja (2)	Valor Presente del Flujo de Fondos al 8% (3)	Valor Presente como proporción del Precio (4)	(1)*(4)
1	40	37,04	0,0506	0,0506
2	40	34,29	0,0469	0,0937
3	40	31,75	0,0434	0,1302
4	40	29,40	0,0402	0,1608
5	40	27,22	0,0372	0,1861
6	40	25,21	0,0345	0,2067
7	40	23,34	0,0319	0,2233
8	40	21,61	0,0295	0,2363
9	40	20,01	0,0274	0,2462
10	1040	481,72	0,6585	6,5845
TOTALES		731,60	1	8,1184

Es decir, si para cada bono B_i , se conoce su duración D_i , y su monto M_i . Se puede calcular su peso w_i en la cartera. Así pues si se llama a:

$$T = \sum_{i=1}^n M_i$$

Entonces $w_i = \frac{M_i}{T}$

Por lo tanto, la duración de una cartera

$$D_c = \sum_{i=1}^n w_i * D_i$$

Y si tengo una cartera de bonos, computo la sumatoria de las duraciones ponderadas de todos los bonos para saber la duración de la cartera. Existe otra manera de expresar el concepto de duración como el negativo de la elasticidad-precio del bono con relación a un cambio en el factor de descuento (1+r). Siendo fundamentalmente una medida de elasticidad, la duración proporciona una medida sencilla de la forma en la cual el precio del bono varía por un cambio en el factor de descuento (1+r).

Inmunización

En finanzas, la inmunización o inmunización de tipos de interés es la estrategia de gestión de carteras de renta fija que trata de asegurar que los cambios en los tipos de interés no afectarán al valor de una cartera de títulos. La inmunización trata de eliminar la sensibilidad del precio a la variación de los tipos de interés a través de equilibrar la duración de Macaulay de la cartera de activos, con la duración de la cartera de pasivos (Redington, 1952).

Según el teorema de inmunización (Fisher & Weil, 1971) una cartera de bonos está inmunizada del riesgo de tipo de interés, si la duración de la cartera es igual al horizonte temporal deseado de inversión. A título de ejemplo, si el período deseado de tenencia de una cartera de bonos es de 8 años, para inmunizarla, la duración de Macaulay de la misma debe ser de 8 años.

Bierwag, muestra que la cobertura basada en la duración puede no producir una inmunización eficiente cuando diferentes hipótesis sobre el proceso estocástico de la tasa de interés se observan (choques multiplicativos y composiciones discretas de las tasas) y propone una inmunización basada en una duración ajustada (Bierwag, 1977).

Litterman & Scheinkman muestran que incluso una cartera de ingresos fijos inmunizados por duración puede soportar grandes pérdidas y, por lo tanto, propone la cobertura de la cartera utilizando el análisis de un componente principal. En estadística, el análisis de componentes principales (en español ACP, en inglés, PCA) es una técnica utilizada para describir un conjunto de datos en términos de nuevas variables ("componentes") no correlacionadas. Los componentes se ordenan por la cantidad de varianza original que describen, por lo que la técnica es útil para reducir la dimensionalidad de un conjunto de datos. El problema es que este enfoque sólo es posible cuando las tasas de interés son observables. Y, cuando las tasas de interés no son observables, como es el caso de la mayoría de los mercados de deuda, no es posible aplicar este método directamente (Litterman & Scheinkman, 1991).

El problema que se plantea es asegurar el rendimiento de una cartera en un periodo dado. Es decir, el concepto de inmunización podría denominarse alternativamente como "cobertura de rendimiento", por analogía, al uso que se concede al término cobertura, en el aseguramiento del valor de una cartera. Para estudiar el problema planteado requerimos, previamente, definir el periodo de inversión, y analizar las fuentes de riesgo en la gestión de carteras de renta fija. Supongamos ahora, que para hacer frente a esa obligación futura se

decide establecer un fondo, o cartera, de renta fija en el momento presente. El valor de esta cartera irá aumentando con el tiempo, posiblemente debido a la generación de intereses, y eventualmente, alcanzará un valor suficiente para garantizar el cumplimiento de la obligación futura en el momento determinado. Al período que media entre el momento presente y la fecha de cumplimiento de la obligación futura, se le denomina período de inversión o de planificación (también horizonte). Este concepto puede corresponder a muchas situaciones prácticas, además de que permite exponer las explicaciones del análisis de duración de forma simplificada.

El siguiente aspecto que debe analizarse, conduce a considerar las fuentes de rendimiento en las carteras de renta fija, que son las siguientes:

- Percepción periódica de cupones y anualidades.
- Reinversión de los cupones y anualidades percibidas.
- Cualquier variación en el precio de mercado de los títulos que componen la cartera considerada.

De estas tres fuentes de renta, siguiendo a Mauleon (Mauleon, 1991), la primera es fija y, por lo tanto, no hay nada que analizar en el presente contexto, ya que no conlleva incertidumbre. La segunda fuente de renta, sí introduce variabilidad en el resultado final, ya que el tipo de interés de mercado puede variar, con lo cual los flujos periódicos de renta se reinvertirán a un tipo de interés distinto al inicial. Finalmente, y si el período de inversión no coincide con el vencimiento de todos los títulos de la cartera, el inversor deberá liquidar la cartera a precios de mercado al final de dicho periodo. A no ser que el interés permanezca constante desde el periodo inicial, el valor de liquidación diferirá del nominal y, en consecuencia, se producirán pérdidas o ganancias de capital que deberán ser añadidas a los rendimientos periódicos para calcular el rendimiento realizado en el horizonte de la inversión.

La posibilidad que se plantea en esta parte es la de construir una cartera a partir de los bonos comúnmente existentes en el mercado, cuyas propiedades sean similares a las de un bono cupón cero. Ahora bien, los bonos con cupones pueden ser entendidos como una *combinación* de bonos cupón cero, cuya vida media puede aproximarse por medio de su duración. No es aventurado suponer, por consiguiente, que un bono con cupones se comporte de forma similar a un bono de cupón cero cuyo vencimiento sea la duración del bono con cupones, al menos en lo relativo a las variaciones del tipo de interés de mercado. El valor de la cartera a un momento determinado T queda conformada de la siguiente manera:

Fórmula 7. Valor de la cartera al momento T

$$V_T = V_0 \cdot (1 + r_0)^T$$

Donde:

T es la longitud del periodo de tiempo

V es el valor de la cartera

r es la tasa de interés del mercado

Y si, un instante después de armar la cartera, el interés cambiara a r_1 para luego permanecer constante durante todo el periodo, la cartera quedaría conformada de la siguiente manera:

Fórmula 8. Valor de la cartera modificada como consecuencia de la variación de la tasa de interés.

$$V_{T^*} = V_{0^*} \cdot (1 + r_1)^T$$

Donde el asterisco representa la nueva cartera que ha cambiado de valor como consecuencia de la variación de la tasa de interés. El nominal correspondiente a este bono de cupón cero sería, lógicamente, el valor acumulado a la tasa de interés inicial en un periodo igual a su duración. Un resultado fundamental del análisis de duración es, precisamente, que las reflexiones anteriores son ciertas. Entonces, tomando como base las Fórmulas 7 y 8, la Fórmula que permite despejar la duración parte de la siguiente ecuación:

Fórmula 9. Aproximación de la duración de la cartera.

$$V_0 \cdot (1 + r_0)^D \cong V_{0^*} \cdot (1 + r_1)^D$$

Donde D es la duración de la cartera, por lo tanto, dentro de D años el valor acumulado de la cartera será el mismo. Es inmediato concluir, que bastará con seleccionar una cartera cuya duración coincida con nuestro periodo de inversión, para que el rendimiento inicial, r_0 , esté garantizado o cubierto, durante todo el horizonte de planificación y este es precisamente, el Teorema Fundamental de la Inmunización. El Teorema Fundamental de la inmunización, que se acaba de desarrollar se debe a Redington quien comprendió que las fechas y las cantidades de las erogaciones futuras de los flujos de caja que tienen lugar en una compañía de seguros podían ser estimadas de forma muy precisa (Redington, 1952). Los cambios en los tipos de interés pueden afectar al valor y las tasas de crecimiento de los activos de una empresa. Dado el riesgo de cambios en la tasa de interés, Redington deseaba determinar una estrategia de inversión en activos que proporcionase a la compañía de seguros la liquidez necesaria en fechas futuras para hacer frente a una secuencia de deudas.

A este respecto, Fabozzi nos dice que la condición de inmunización es que la duración de Macaulay coincida con la duración temporal del horizonte de inversión. Además, una cartera puede estar inmunizada contra cambios en las tasas de interés solo si la curva de rendimientos ETTI es plana y si los cambios son paralelos. La duración de Macaulay es una medida de la volatilidad de las tasas de interés ante cambios paralelos en la ETTI. Si se producen cambios que no son paralelos la duración no inmunizará la cartera (Fabozzi, 1993).

Existen numerosos estudios que demuestran que en la realidad la duración de Macaulay no inmuniza las carteras tan perfectamente como indica la teoría. A favor del uso de la inmunización, Fisher y Weil encuentran que la estrategia de inmunización se acerca más al objetivo y lo sobrepasa más a menudo que una estrategia basada en el acoplamiento del vencimiento de la cartera al horizonte de inversión (Fisher & Weil, 1971)

Se considera en modo de representación una cartera compuesta por un bono cupón cero a seis meses (por ejemplo, un título del mercado monetario emitido a descuento), y por un bono perpetuo con un cupón anual del 5%. Adicionalmente, se agrega el supuesto que el tipo de interés de mercado es el 5%, y que el período de inversión es un año. El objetivo es, ahora, construir una cartera cuya duración sea, precisamente un año. Como se presentó en el apartado

anterior, la duración de la cartera se obtiene promediando la duración de cada bono. La duración del bono perpetuo será $D_b = 1,05/0,05 = 21$ años, y la duración del bono a seis meses es, obviamente, medio año, es decir, $D_a = 0,5$. Para calcular la proporción que se debe invertir en cada bono se debe resolver, la expresión es la siguiente:

$$1 = 0,5 * w + 21 (1 - w)$$

cuya solución es $w=0,9756$. Es decir, debemos invertir el 97,56% de nuestra cartera en el bono a seis meses y el 2,44% en el bono perpetuo. Supongamos, ahora, que la tasa de interés desciende hasta el 4% inmediatamente después de que hayamos formado nuestra cartera, y que permanece constante el resto del periodo. Para calcular el rendimiento realizado en todo el año, debemos considerar el rendimiento generado por cada bono, y sumarlos posteriormente. Respecto al bono a seis meses, el rendimiento promedio en todo el año será el 4,5%, ya que en los primeros seis meses genera un 5% en tasa anual, pero sólo producirá un 4% en los restantes seis meses (el rendimiento del mercado). En lo que se refiere al bono perpetuo, se obtiene en primer lugar, una ganancia de capital originada por la caída de la tasa de interés, r . Como el precio de este bono está dado por el cociente entre el cupón y la tasa de interés, (c/r) , la ganancia de capital será $0,05/0,04-1$. Este bono genera además, un cupón del 5% al finalizar el año. El rendimiento obtenido por la cartera analizada Y_r durante todo el año esta dado por:

$$Y_r = 0,9756 \cdot 0,045 + 0,0244 \cdot \left(\frac{0,05}{0,04} - 1 \right) = 5\%$$

es decir, el 5%. Si el tipo de interés hubiese subido hasta el 6%, en lugar de caer al nivel del 4%, el correspondiente rendimiento realizado hubiera sido también 5%. Así en ambos casos observamos que el rendimiento inicial del 5% se ha garantizado.

Es interesante comparar estos resultados con los que se hubiera obtenido en el caso de que se hubiesen proseguido estrategias de inversión diferentes. Dos estrategias extremas, y posibles en este contexto, serían invertir toda la cartera en el bono perpetuo, o toda en el bono a corto plazo. La última columna presenta los resultados de la estrategia de inmunización.

Tabla 4. Resultados de estrategia ante cambios de tasa

TASA DE INTERÉS	BONO A 6 MESES	BONO PERPETUO	INMUNIZACIÓN
4%	4,50%	25%	5,0%
6%	5,50%	-16,7%	5,0%

Al analizar las columnas 2 y 3, observamos que el resultado de una cartera cuya duración es mayor que el plazo de la inversión, es un rendimiento más alto que el inicial si la tasa de interés cae, debido a las importantes ganancias de capital realizadas. Si la tasa de interés sube, por el contrario, las pérdidas de capital ocasionadas por este motivo dan, como resultado final, un rendimiento negativo. Si la duración de la cartera es menor que el periodo de inversión los resultados son los opuestos, debido a que ahora predomina el efecto de reinversión de los flujos de caja, a diferencia del caso anterior en el que predomina el efecto ganancias o pérdidas de capital. El ejemplo analizado en los párrafos anteriores es, algo simplificado al objeto de poder ilustrar, paso a paso, las posibilidades del análisis de duración. Una observación que surge

inmediatamente, por ejemplo, es la desigualdad entre la evolución de la tasa de interés a seis meses y la del bono perpetuo (en otras palabras, la curva de tasas no suele ser horizontal ni sus desplazamientos paralelos). Este hecho, simplemente, basta para que no sea posible garantizar con total certidumbre los resultados de la estrategia de inmunización, tal como ha sido aplicada.

Cobertura por parámetros N&S

Se utilizará aquí una forma de cobertura basada en los parámetros del modelo matemático de Nelson, Siegel y Svensson, que además de ser sencillo y eficiente, demuestra que es equivalente al modelo de Litterman y Scheinkman para datos observados. Particularmente, se empleará el modelo de Nelson y Siegel en el formato de Diebold-Li (2006) para mostrar su eficiencia en el mercado argentino.

La idea principal es que la tasa depende de los parámetros del modelo, los β_i , que pueden interpretarse como Nivel (l), Pendiente (s), y Curvatura (c) por lo que podemos escribirla de la siguiente manera:

Fórmula 10. Tasa Spot según Nivel, Pendiente y Curvatura

$$Tasa\ Spot = S(m) = l + k_1(m)s + [k_1(m) - k_2(m)]c$$

Con este dato, se aproxima la Fórmula del precio del bono por medio del polinomio de Taylor de 1º orden. Por su parte, m es el momento en el tiempo donde necesitamos saber la tasa de interés. Si estamos actualizando flujos de fondo, m son los momentos desde los cuales actualizamos los flujos. Y por supuesto el modelo nos permite saber cuál es la tasa para cada período y asociarla a los estimadores de β_i calculados por el mismo.

De tal manera el precio de un bono se puede calcular de la siguiente manera:

$$B_i = \sum_{m=1}^T C_i * e^{-S(m_i, l, s, c_i)}$$

B es el precio del bono, una función de la tasa de interés y, por consiguiente, puede derivarse con respecto a L, a S, y a C; conociendo así la sensibilidad del precio del bono con los respectivos parámetros del modelo de Nelson y Siegel. Es fácil ver que la sensibilidad en el valor del bono con respecto al nivel, la pendiente y la curvatura está dados por $\frac{\partial B}{\partial L}$, $\frac{\partial B}{\partial S}$ y $\frac{\partial B}{\partial C}$ respectivamente.

Fórmula 11. Derivadas parciales del precio del bono con respecto a l, s y c

$$SL = \frac{\partial B(l,s,c)}{\partial l} = \sum_{m=1}^T C_m e^{-(l+sk_1(m)+c[k_1(m)-k_2(m)])m} (-m)$$

$$SS = \frac{\partial B(l,s,c)}{\partial s} = \sum_{m=1}^T C_m e^{-(l+k_1(m)s+c[k_1(m)-k_2(m)])m} (-mk_1(m))$$

$$SC = \frac{\partial B_{(l,s,c)}}{\partial c} = \sum_{m=1}^T C_m e^{-(l+k_1(m)s+c[k_1(m)-k_2(m)])m} (-m[k_1(m) - k_2(m)])$$

La sensibilidad del portafolio es la suma de las sensibilidades individuales, que resultan independientes y agregables entre sí.

Fórmula 12. Sensibilidad del portafolio

$$SLB_{(l,c,s)} = \sum_{i=1}^N q_i SL_{(l,s,c)}$$

$$SSB_{(l,c,s)} = \sum_{i=1}^N q_i SS_{(l,s,c)}$$

$$SCB_{(l,c,s)} = \sum_{i=1}^N q_i SC_{(l,s,c)}$$

De esta manera se cubre por nominales la sensibilidad del portafolio a los tres factores de riesgo por separado. Es análogo a estudiar, como varía el valor del portafolio a medida que se modifican cada uno de los parámetros de interés, ceteris paribus.

La Fórmula del precio del bono es derivable, además es continua con respecto a los factores, y por ello podemos, en este caso, encontrar el polinomio de Taylor de primer orden que aproxima el valor del portafolio. Dados los valores iniciales l_0, s_0, c_0 se puede ver como varía el valor del portafolio l, s, c :

$$B_{(l,s,c)} = B_{(l_0,s_0,c_0)} + SLB_{(l_0,s_0,c_0)} (l - l_0) + SSB_{(l_0,s_0,c_0)} (s - s_0) + SCB_{(l_0,s_0,c_0)} (c - c_0) + \varepsilon$$

Descartamos los factores de orden superior a 1 para este estudio, por lo tanto, queda la fórmula

$$B_{(l,s,c)} \approx B_{(l_0,s_0,c_0)} + SLB_{(l_0,s_0,c_0)} (l - l_0) + SSB_{(l_0,s_0,c_0)} (s - s_0) + SCB_{(l_0,s_0,c_0)} (c - c_0)$$

Dado un portafolio inicial:

$$SLB (l_0, s_0, c_0) + SLH (l_0, s_0, c_0) = 0$$

$$SSB (l_0, s_0, c_0) + SSH (l_0, s_0, c_0) = 0$$

$$SCB (l_0, s_0, c_0) + SCH (l_0, s_0, c_0) = 0$$

Una cobertura perfecta H (Cartera de cobertura) es una posición que eliminaría el riesgo de una posición existente, o todo el riesgo de mercado de una cartera.

Fórmula 13. Aproximación de una cobertura perfecta

$$\begin{aligned} B_{(l,s,c)} &\approx B_{(l_0,s_0,c_0)} \\ &+ [SLB_{(l_0,s_0,c_0)} + SLH_{(l_0,s_0,c_0)}](l - l_0) \\ &+ [SSB_{(l_0,s_0,c_0)} + SSH_{(l_0,s_0,c_0)}](s - s_0) \\ &+ [SSB_{(l_0,s_0,c_0)} + SSH_{(l_0,s_0,c_0)}](c - c_0) + \varepsilon \\ B_{(l,s,c)} &= B_{(l_0,s_0,c_0)} + \varepsilon \end{aligned}$$

Adicionalmente se exige una cobertura a costo cero. Para que esta cobertura sea efectiva, el nuevo portafolio debe mantener su valor original:

Fórmula 14. Restricción de la cobertura

$$H = \sum_{i=1}^4 q_i H_i = 0$$

Se repite el procedimiento para cada día del período analizado consiguiendo una cobertura dinámica para cubrir los nuevos valores del portafolio.

En $t=0$ tenemos (l_0, s_0, c_0)

Fórmula 15. Sistema de ecuaciones para inmunización de cartera

$$\begin{aligned} q_1 SL_1 + q_2 SL_2 + q_3 SL_3 + q_4 SL_4 &= - SLB \\ q_1 SS_1 + q_2 SS_2 + q_3 SS_3 + q_4 SS_4 &= - SSB \\ q_1 SC_1 + q_2 SC_2 + q_3 SC_3 + q_4 SC_4 &= - SCB \\ q_1 H_1 + q_1 H_1 + q_2 H_2 + q_3 H_3 + q_4 H_4 &= 0 \end{aligned}$$

Podemos resolver este sistema con algebra lineal, ya que corresponde a un sistema de 4x4. En $t=1$ tenemos (l_1, s_1, c_1)

$$SLB(l_1, s_1, c_1) + SLH(l_1, s_1, c_1) = 0$$

$$SSB(l_1, s_1, c_1) + SSH(l_1, s_1, c_1) = 0$$

$$SCB(l_1, s_1, c_1) + SCH(l_1, s_1, c_1) = 0$$

$$\sum_{i=1}^4 q_i^1 H_i = \sum_{i=1}^4 q_i^0 H_i$$

Esto implica un rebalanceo dinámico para cada periodo, que permite ajustar la cobertura al nuevo valor del portafolio que ha cambiado con el paso del tiempo (Willner, 1996).

Método

Este trabajo estudió la capacidad del modelo de Nelson y Siegel para ajustar y predecir la tasa de rendimiento de bonos soberanos durante un período de tiempo comprendido entre el 15 de mayo de 2017 y el 15 de abril de 2019, con un total de 464 días de operación. La longitud de la serie permitió el análisis de las variaciones estructurales macroeconómicas y la construcción de una cobertura capaz de soslayarlas.

Es un momento propicio para implementar este tipo de estudios en el mercado argentino. Durante el período de estudio MSCI⁵ decidió reincorporar a Argentina al índice de mercados emergentes, basado en la consulta con profesionales de inversión del mercado y gracias a las reformas implementadas por el país en los últimos tres años. Esto produjo un crecimiento en los volúmenes negociados en el mercado argentino. A su vez, el flujo de dinero positivo para el mercado sirvió como retroalimentación para que el gobierno realice nuevas emisiones logrando un mayor grado de completitud en la curva de bonos soberana. Los tres requisitos determinantes para formar parte del universo del de mercados emergentes son el desarrollo económico, el tamaño del mercado y su liquidez, como también el grado de accesibilidad. Cuando un país es recategorizado positivamente, repercute de manera inmediata en el ingreso de grandes flujos de colocaciones por parte de los principales fondos de inversión.

Estructura de los datos

La emisión de bonos ley NY⁶ se ha incrementado en los años 2016 y 2017 en forma significativa, enriqueciendo las opciones de inversión. Es así que el mercado argentino, en el período de análisis, alcanzó mayor completitud, en el sentido de “dejar menos huecos”, posibilidad que le permite al inversor combinar instrumentos de acuerdo a diferentes niveles de preferencia, que lo hace más atractivo. En el período 2003-2015, bajo esta modalidad, sólo se habían emitido tres bonos por un monto que representa el 20% del total de la serie. Pero a partir de 2016 el aumento en la cantidad de emisión fue notable.

Los datos que se utilizaron en el trabajo fueron extraídos de Bloomberg Generic Prices (BGN) -un índice de precios creado por la contribución de dealers del mercado de bonos-. Se utilizaron tanto precios ejecutados en las transacciones (Bloomberg) como precios indicativos para bonos que no operaron en el día. Esta información permitió reconstruir un set de datos completos y robustos para el mercado argentino, y a su vez la amplia cobertura del muestreo aseguró que estos precios no se encuentren sesgados por las respuestas que pueda brindar algún participante individualmente.

⁵ Ex Morgan Stanley Capital International y MSCI Barra

⁶ Nueva York

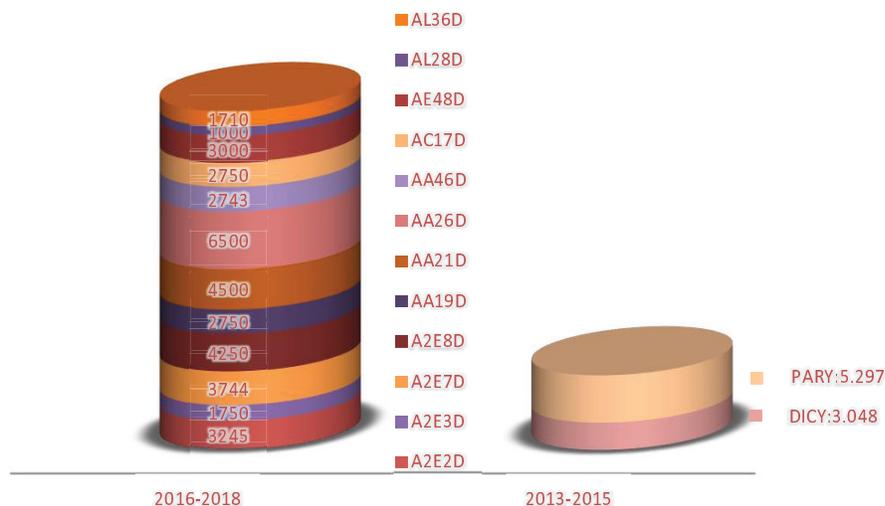


Gráfico 5. Emisión de Bonos por periodos.

Este trabajo hace referencia a un tipo particular de bonos emitidos por el Estado argentino, son aquellos con la característica de pagar interés de forma semestral y cuya amortización se efectúa de manera íntegra al vencimiento del instrumento, todos ellos emitidos bajo jurisdicción Nueva York.

La volatilidad en el precio de los bonos está influenciada por diferentes factores. Cada bono tiene características propias que son determinantes en su valuación, pero también absorben las perturbaciones del mercado que actúa conjuntamente sobre el total de la serie. El método que se utilizó para ajustar las observaciones al modelo de N&S fue mínimos cuadrados ordinarios. Para ello se seleccionó la familia de bonos con las características mencionadas, con su cotización diaria correspondiente a las 464 operaciones. Dicha serie junto con el flujo de fondo de cada bono fueron utilizados para estimar la tasa spot. Se desprenden entonces, las curvas que sirven para evaluar los rendimientos.

La curva que se elige representar inicia el 15 de mayo de 2017 y finaliza casi dos años después, el 15 de abril de 2019. La curva de bonos se modifica diariamente acompañando ciertas variaciones en índices macroeconómicos como el Riesgo País, Tasa del Tesoro de Estados Unidos, las variaciones de los precios de monedas internacionales, del tipo de cambio local, entre otras.

En representaciones posteriores (gráficos 15 y 16) se presentarán la tasa de Riesgo País, Tipo de cambio, la Tasa del Tesoro de Estados Unidos para 6 meses, 10 y 30 años de plazo, con el fin visualizar los puntos de corte en las series. Se mostrarán estos indicadores en relación a bonos de corto, mediano y largo plazo, como ser el AA21, el AA26 y el AA46.

Selección y fuente de datos

Los datos presentados en este trabajo corresponden a una selección de los 14 bonos soberanos Ley N.Y. vigentes al momento de estudio. Sobre ellos se seleccionaron 12 bonos de naturaleza similar para descartar aquellos que técnicamente podrían producir variaciones ajenas a esta investigación. Sobre la serie de bonos se toman los precios diarios al cierre según el índice Bloomberg, BGN, durante 464 días. Son operaciones pactadas a 72 horas. Los precios están expresados en dólares.

Los bonos A2E3, A2E8, AE48 y el AC17 poseen menor cantidad de observaciones, dado que su fecha de emisión se encuentra dentro del período de análisis. Los datos utilizados no presentan valores perdidos ya que, por la metodología de la fuente, siempre se difunde el precio de cierre o ajuste.

La selección de datos proviene del relevamiento de operaciones diarias realizadas por Bloomberg, una empresa global dedicada a generar información financiera, así como herramientas de análisis a través de una plataforma virtual. Estos datos tienen la ventaja de no tener datos perdidos, lo que completa las tablas de precios diarios. Los precios de los bonos tienen incluido el interés corrido dado que el mismo repercute en la cotización y en la estructura del modelo para el ajuste de la curva. Para calcular el precio bruto o “full Price” de la cotización diaria se adiciona a los precios “clean” su respectivo interés corrido según el FF⁷ de cada bono.

La mayoría de los bonos cotizan sobre una base de precio limpio, es decir, sin tener en cuenta los intereses devengados desde el último cupón. Los precios reales, sin embargo, deben contabilizar la acumulación de intereses. Esto es factorizado en el precio bruto, también conocido como el precio sucio, que es igual al precio limpio más intereses devengados o interés corrido (Jorion, 2007). Estos intereses corridos se calculan sobre la base real/real de la siguiente manera:

$$IC = \text{Cupón} \frac{\text{Número de días desde el último cupón}}{\text{Número de días entre el cupón anterior y posterior}}$$

Este cociente necesita el número de días reales tanto en el numerador como en el denominador. Por ejemplo, supongamos el bono AA19 que pagó un cupón el 22 de abril de 2018 por 3.125, y el siguiente el 22 de octubre de 2018. El denominador se obtiene contando el número de días totales entre cupones, equivalente en este caso a 183 días. Si se quiere obtener el interés corrido al 28 de mayo de 2018, el numerador serán 36 días transcurridos, y el interés corrido alcanzará \$0.61.

⁷ Flujo de Fondos

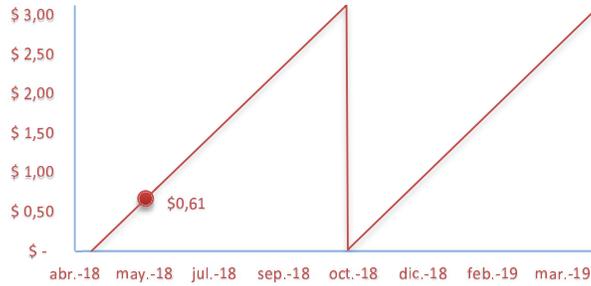


Gráfico 6. Interés corrido sobre el bono AA19

La selección de bonos con sus respectivos precios diarios puede ser agrupados según las siguientes características:

A. Tiempo al vencimiento

Según la fecha de inicio del trabajo, 15 de mayo de 2017 se determina el tiempo al vencimiento de cada bono y luego se agrupan por la información que aportaron a la curva de rendimiento. Se define como bono de corto plazo a aquellos cuya madurez se alcanza dentro de los primeros 6 años; a partir de los 6 años y hasta los 20 son clasificados como de mediano plazo y de largo plazo aquellos que lo hacen a partir de los 20 años.

Tabla 5. Bonos de corto plazo

Denominación	AA19	AA21	A2E2	A2E3
Emisión	22/04/2016	22/04/2016	26/01/2017	11/01/2018
Vencimiento	22/04/2019	22/04/2021	26/01/2022	11/01/2023
Años al vencimiento	1,96	3,99	4,77	5,74

Tabla 6. Bonos de mediano plazo

Denominación	AA26	A2E7	A2E8	AL28	DICY	AL36
Emisión	22/04/2016	26/01/2017	11/01/2018	06/07/2016	31/12/2003	06/07/2016
Vencimiento	22/04/2026	26/01/2027	11/01/2028	06/07/2028	31/12/2033	06/07/2036
Años al vencimiento	9,06	9,84	10,81	11,30	16,87	19,42

Tabla 7. Bonos de largo plazo

Denominación	PARY	AA46	AE48	AC17
Emisión	31/12/2003	22/04/2016	11/01/2018	28/06/2017
Vencimiento	31/12/2038	22/04/2046	11/01/2048	28/06/2117
Años al vencimiento	21,94	29,36	31,10	101,57

B. Liquidez

En todo estudio es recomendable contar con información completa. En este trabajo los Proxi de precios obtenidos por Bloomberg permiten realizar un supuesto de liquidez sobre los bonos seleccionados. Se usan bonos de distintos nodos de la curva, con gran liquidez -a mayor cantidad de operaciones diarias, mayor liquidez- y datos completos.

C. Evolución de la tasa interna de retorno

Se mide su evolución tanto en los precios del mercado como dentro del modelo, que fijan la tasa interna de retorno. Es determinada por la siguiente fórmula:

Fórmula 16. Tasa interna de retorno

$$B_t^j = \sum_{i=1}^n \frac{FF_j}{(1 + TIR)^i}$$

Donde B_t^j representa el precio del bono j en el momento t. FF_j es el flujo de fondo del bono j y TIR es la tasa interna de retorno. Esta Fórmula se resuelve con el paquete matemático utilizando la función *fzero*.

En las series de las TIR de cada bono puede observarse cierta tendencia alcista de estos retornos con algunos picos posteriores a septiembre de 2018. Estos quiebres son esenciales para el sentido de este trabajo.

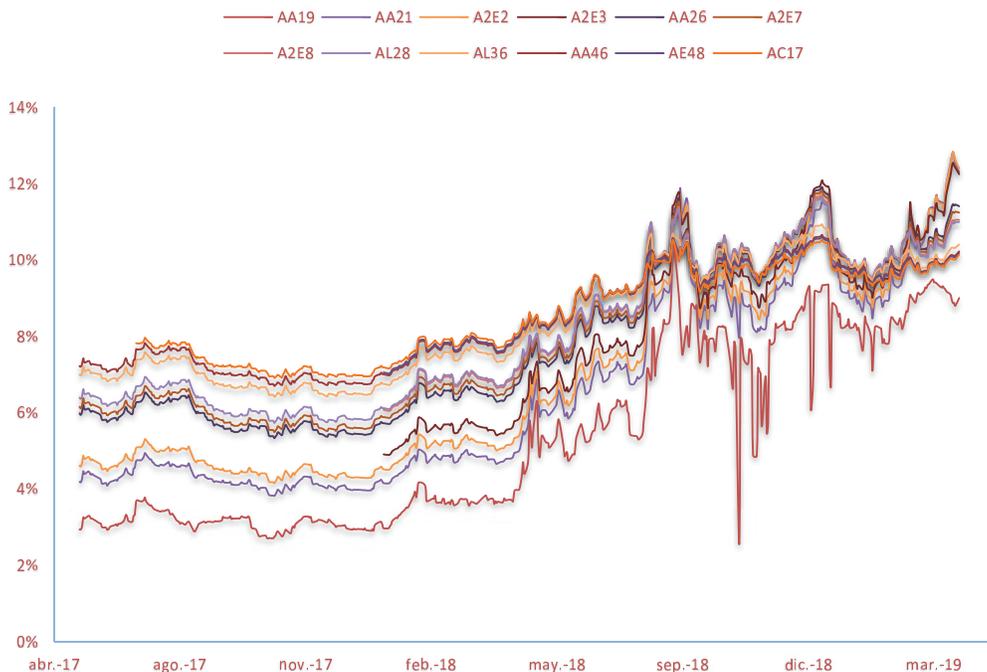


Gráfico 7. TIR del modelo para 12 bonos

A partir de la clasificación precedente, puede observarse cierta naturaleza y se presenta el siguiente resumen: los bonos cuya denominación comienza con AA, A2E y AL presentan similares características en las fechas de pago de cupón de intereses, con frecuencia semestral, y amortizables íntegramente al vencimiento. En cambio, el AC17, presenta particularidades disímiles con los anteriores, tanto en las fechas de pago de los cupones de interés como en las condiciones de amortización.

Tabla 8. Características de los bonos soberanos Ley N.Y.

Bono	Denominación	Emisión	Vencimiento	Millones	ISIN	Descripción	Amortización
AA19D	Bonos internacionales de la República Argentina en dólares 6,25% 2019	22/04/2016	22/04/2019	2750	US040114HB90	6,25 % anual, pagadero semestralmente. Las fechas de pago de intereses serán los días 22 de octubre y 22 de abril de cada año hasta el vencimiento.	Íntegramente al vencimiento
AA21D	Bonos internacionales de la República Argentina en dólares 6,875% 2021	12/04/2017	22/04/2021	4500	US040114GW47	6,875% anual, pagaderos semestralmente por periodo vencido. Las fechas de pago son el 22.10 y 22.04 de cada año hasta el vencimiento.	Íntegramente al vencimiento
A2E2D	Bonos internacionales de la República Argentina en dólares 5,625% 2022	12/04/2017	26/01/2022	3245	USP04808AL87	5,625% anual pagaderos semestralmente. Las fechas de pago de intereses serán los días 26 de julio y 26 de enero de cada año hasta el vencimiento.	Íntegramente al vencimiento.
A2E3D	Bonos internacionales de la Rep. Argentina en dólares 4,625% 2023	11/01/2018	11/01/2023	1750	US040114HP86	4,625% anual, con pago semestral pagaderos semestralmente por periodo vencido. Las fechas de pago son el 11.07 y 11.01 de cada año hasta el vencimiento	Íntegramente al vencimiento.
AA26D	Bonos internacionales de la República Argentina en dólares 7,5% 2026	12/04/2017	22/04/2026	6500	US040114GX20	7,5% anual, pagaderos semestralmente por periodo vencido. Las fechas de pago son el 22.10 y 22.04 de cada año hasta el vencimiento.	Íntegramente al vencimiento.
A2E7D	Bonos internacionales de la República Argentina en dólares 6,875% 2027	12/04/2017	26/01/2027	3744	USP04808AM60	6,875% anual y serán pagaderos semestralmente. Las fechas de pago de intereses serán los días 26 de julio y 26 de enero de cada año hasta el vencimiento.	Íntegramente al vencimiento.
A2E8D	Bonos internacionales de la República Argentina en dólares 5,875% 2028	11/01/2018	11/01/2028	4250	US040114HQ69	5,875%, con pago semestral pagaderos semestralmente por periodo vencido. Las fechas de pago son el 11.07 y 11.01 de cada año hasta el vencimiento	Íntegramente al vencimiento el
AL28D	Bonos internacionales de la República Argentina en dólares 6,625% 2028	06/07/2016	06/07/2028	1000	USP04808AJ32	6,625% anual, pagaderos semestralmente por periodo vencido. Las fechas de pago son el 6.01 y 6.07 de cada año hasta el vencimiento.	Íntegramente al vencimiento.
DICY	Títulos discount en dólares estadounidenses regidos por ley de Nueva York 2033	31/12/2003	31/12/2033	3048	US040114HD56	8,28% anual, calculados sobre la base de un año de 360 días integrado por doce meses de 30 días cada uno, desde el 31.12.03 inclusive, hasta pero sin incluir el 31.12.33. Una parte de los intereses devengados antes del 31.12.13 se pagará en efectivo y otra parte será capitalizada. Esto significa que en la fecha de pago pertinente la porción de los intereses que se capitaliza no se paga en efectivo sino que, por el contrario, se suma el monto de capital de los intereses se basan en este monto de capital ajustado. Porción que se capitalizará: Desde 31.12.03 hasta el 31.12.08 (exclusive): 4,31%; Desde 31.12.08 hasta el 31.12.13 (exclusive): 2,51%. Las fechas de pago de intereses para los títulos Discount son el 30 de junio y el 31 de diciembre de cada año. La porción de los intereses que debería haberse pagado en efectivo el 30.06.04 y 31.12.04 será pagada en efectivo en la Fecha de Liquidación.	En 20 cuotas semestrales el 30 de junio y el 31 de diciembre de cada año, comenzando el 30 de junio de 2024. Cada uno de los 20 pagos semestrales incluirá los montos capitalizados devengados antes de la primera fecha de amortización. Las cuotas de los títulos denominados en dólares estadounidenses serán iguales.
AL36D	Bonos internacionales de la Rep. Argentina en dólares 7,125% 2036	14/04/2017	06/07/2036	1710	US040114HG87	7,125% anual, pagadero semestralmente por periodo vencido. Las fechas de pago serán 06.01 y 06.07 de c/ año hasta el vencimiento.	Íntegramente al vencimiento
PARY	Bonos Par denominados en dólares estadounidenses 2038 Ley de New York	31/12/2003	31/12/2038	5296	US040114GK09	Devengan por el período 31.12.03 al 31.03.09 (exclusive) el 1,33%; por el período 31.03.09 al 31.03.19 (exclusive) el 2,50%; por el período 31.03.19 al 31.03.29 (exclusive) el 3,75% y por el período 31.03.29 al 31.12.38 (exclusive) el 5,25%. Las fechas de pago son el 31 de marzo y el 30 de setiembre de cada año y el 31 de diciembre de 2038. Se calculan sobre la base de un año de 360 días integrado por 12 meses de 30 días cada uno. Los intereses devengados desde el 31.12.03 al 31.03.05, exclusive, se pagarán en efectivo en la Fecha de Liquidación (prevista para el 01.04.05). En la primera fecha de pago de intereses siguiente a la Fecha de Liquidación se pagarán los intereses devengados al 31.03.05, inclusive, pero sin incluir esa fecha de pago.	En 20 cuotas. Las primeras 19 cuotas semestrales se pagarán el 31 de marzo y el 30 de setiembre de cada año, comenzando el 30.09.29, y pagará la última cuota el 31.12.38.
AA46D	Bonos internacionales de la Rep. Argentina en dólares 7,625% 2046	12/04/2017	22/04/2046	2743	US040114GY03	7,625% anual, pagaderos semestralmente por periodo vencido. Las fechas de pago son el 22.10 y 22.04 de c/ año hasta el vencimiento.	Íntegramente al vencimiento
AE48D	Bonos internacionales de la República Argentina en dólares s 6,875% 2048	11/01/2018	11/01/2048	3000	US040114HR43	6,875% anual, con pago semestral pagaderos semestralmente por periodo vencido. Las fechas de pago son el 11.01 y 11.07 de cada año hasta el vencimiento	Íntegramente al vencimiento.
AC17D	Bonos internacionales de la República Argentina en dólares 7,125%	28/06/2017	28/06/2117	2750	USP04808AN44	7,125% nominal anual y serán pagaderos semestralmente los días 28 de junio y 28 de diciembre de cada año hasta el vencimiento,	En su totalidad al vencimiento el 28/06/2117 - rescate a opción del emisor en forma parcial o total, a un precio de rescate conforme se estipula en el memorando de oferta

El bono AC17 tiene una maduración de 100 años que no es comparable con la mayoría de los bonos utilizados. Los bonos PARY y DICY presentan amortización anticipada, y cuando la amortización crece, la volatilidad del bono se modifica dado que “cuando un bono puede ser amortizado parcialmente antes de su vencimiento, verá reducirse su duración” (Mascareñas, 2006). Por lo tanto, la ventaja de contar con bonos de estructura homogéneos, sin amortización anticipada y con pago de cupón semestral, con vencimientos que van del 2019 al 2048 se considera que, para este trabajo, es la mejor muestra para derivar la curva cero cupón del modelo de Nelson y Siegel. Cabe destacar que en el apartado correspondiente se presentarán resultados numéricos que justifican esta decisión. En la Tabla 8 se muestran las principales características de los bonos estudiados.

Parámetros del modelo

La fórmula utilizada para estimar los parámetros del modelo es aquella que calcula las distancias mínimas entre los precios de mercado y las estimaciones del precio con el modelo a partir de la tasa Spot de N&S. Bajo condiciones de mercado eficiente y la inexistencia de arbitraje, el precio estimado del bono i está dado por:

Fórmula 17. Precio estimado del bono

$$\hat{P}_i = \sum_{j=1}^T (C_{i,j} + A_{i,j}) \cdot e^{-r_j t_j}$$

El pago de los cupones C y de la amortización A para el bono i y el vencimiento j se compara con el precio de mercado. Para estimar el precio del modelo se utiliza la tasa spot (S). La función que minimice el error cuadrático entre los precios de mercado y los precios estimados por el modelo será:

Fórmula 18. Minimización de errores cuadráticos

$$MIN_{\beta_0, \beta_1, \beta_2, \tau} \sum_{i=0}^N w_t (P_i - \hat{P}_i)^2$$

Donde w_t es un ponderador y N es la cantidad de bonos que participan del ajuste. La idea de esta Fórmula es encontrar los valores de $\beta_0, \beta_1, \beta_2$ y τ que minimicen la distancia entre los precios de mercado utilizados y los precios estimados por el modelo N&S.

Siguiendo la metodología expuesta por Bolder & Streliski, se arma una grilla con distintos puntos de partida para la optimización, generando posibles combinaciones iniciales para el vector $(\beta_0, \beta_1, \beta_2, \tau)$.

Se comienza con un ajuste aproximado a partir de los siguientes Starting Points (SP) para el vector $(\beta_0, \beta_1, \beta_2, \tau)$.

1. $SP_1=(0.1 ; -0.065 ; 0.3 ; 2.5)$
2. $SP_2=(0.07 ; -0.045 ; 0.1 ; 6)$
3. $SP_3=(0.09 ; -0.065 ; 0.2 ; 3)$
4. $SP_4=(0.09 ; -0.055 ; 0.1 ; 6.5)$
5. $SP_5=(0.1 ; -0.06 ; 0.1 ; 6)$
6. $SP_6=(0.08 ; -0.05 ; 0.3 ; 8)$

Para cada una de las posibles combinaciones del vector de partida en cuestión, se efectúa la optimización y se obtienen los valores de los parámetros $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \tau$ que minimizan los errores de valuación en los bonos. Además de los puntos de partida, se utiliza otra serie de parametrización que colabora con la herramienta informática para procesar el ajuste. Durante este proceso de optimización se seleccionan restricciones con soporte teórico, para cada uno de los valores de los parámetros:

$$\text{Restricciones sobre los parámetros} \begin{cases} 0 \leq \beta_0 \leq \infty \\ -\infty \leq \beta_1 \leq 0 \\ 0 \leq \tau \leq \infty \\ \beta_0 + \beta_1 \geq 0 \end{cases}$$

Finalmente y para cada día, sobre las soluciones óptimas obtenidas en diferentes iteraciones, se elige aquella con menor distancia euclidiana a los parámetros del día anterior. Este método proporciona una curva suave a lo largo del tiempo.

Series Ponderadas

Los ponderadores del modelo se utilizan para corregir desajustes en los datos. En esta área de estudio se utilizan universalmente los siguientes ponderadores:

- A. Serie original: $w_i = 1$, todos los errores de la estimación tienen el mismo peso,
- B. Ponderador por duración: $w_i = \frac{1}{Duración_i}$, el cual da mayor peso relativo a los bonos que tienen menor tiempo hasta su vencimiento disminuyendo su sensibilidad.
- C. Ponderador por promedio de duración: $w_i = \frac{Duración_i}{\sum_{i=1}^N Duración_i}$, que toma la duración del bono analizado como parte proporcional de la duración total. Este ponderador viene a corregir la sensibilidad de los bonos con mayor tiempo al vencimiento, o sea otorga mayor peso relativo a los bonos largos.

Criterios de decisión

En este apartado se presentan los métodos que se utilizan luego de cada ajuste para resolver el camino a tomar según los resultados. Esa decisión es fundamental para continuar en la estructura del trabajo.

Si bien existe una vasta cantidad de medidas de error o pruebas estadísticas que derivan en una inferencia para la toma de decisiones, en esta investigación se utilizan 4 criterios de decisión:

1. MAE: *Error absoluto promedio*

$$MAE = \sum_{i=1}^N \frac{|\hat{P}_i - P_i|}{N}$$

2. MAPE: *Error absoluto relativo promedio*

$$MAPE = \sum_{i=1}^N \frac{|\hat{P}_i - P_i|}{P_i} \cdot \frac{100}{N}$$

3. RMSE: *Raíz cuadrada del error cuadrático promedio*

$$RMSE = \sqrt{\sum_{i=1}^N \frac{(\hat{P}_i - P_i)^2}{N}}$$

4. RMSPE: *Raíz cuadrada del error cuadrático relativo promedio:*

$$RMSPE = \sqrt{\sum_{i=1}^N \frac{(\hat{P}_i - P_i)^2}{P_i} \cdot \frac{100}{N}}$$

Estas distancias se calculan para cada curva diaria ajustada. El criterio de decisión se basa en la elección del modelo que proyecte menor error, teniendo en cuenta que mejorar la precisión implica resignar suavidad en la curva.

Resultados

En esta parte del trabajo se analizan los resultados obtenidos de los ajustes realizados sobre los precios de mercado para obtener la curva de N&S. En la primera parte se determinó las ventajas de utilizar una serie con bonos homogéneos en cuanto a plazo de vencimiento y tipo de riesgo. A pesar de las marcadas diferencias se probó el modelo ante las dos series, para continuar con aquel de mejor ajuste. Posteriormente se utilizaron ponderadores sobre el error de ajuste, tanto de Duración como de Promedio Ponderado de Duración. Nuevamente se compararon los resultados de dichos procesos para realizar, sobre el mejor de ellos, un ajuste sobre el parámetro Tau.

Serie Homogénea

Se ajustó el modelo de la serie original de 12 bonos que presentan pago de interés de forma semestral y cuya amortización se encuentra completamente al vencimiento (a excepción del AC17 que posee una cláusula de “rescate a opción del emisor en forma parcial o total, a un precio de rescate conforme se estipula en el memorando de oferta”). Como se muestra en la Tabla 9, los errores y desvíos en la serie de 12 y 11 bonos difieren según la métrica adoptada.

Tabla 9. Error de ajuste del modelo para selección de bonos (en %)

Serie	MAE	MAPE	RMSE	RMSPE
12 Bonos	0,580	0,644	0,706	0,788
11 Bonos	0,486	0,545	0,575	0,655

El bono AC17 tiene otros riesgos y particularidades. Se encuentra dirigidos a inversores institucionales, estos son aseguradoras y fondos de pensiones, que utilizan dichos bonos para incrementar el marco temporal de sus carteras de inversión y así poder asegurar la rentabilidad de dichos fondos a sus clientes en plazos temporales muy amplios. Es decir, la oferta y la demanda de dichos bonos es muy limitada, además de un vencimiento muy largo (Maturity), que no lo hace comparable con el resto de los bonos utilizados.

Siguiendo con la Tabla 9, pueden observarse los resultados de esta operación. En los cuatro diferentes criterios de decisión sobre los errores, la serie de 11 bonos (sin AC17) mostró mejor performance. Se resuelve entonces conservar la serie con bonos homogéneos sin amortización anticipada y con pago de cupón semestral, con vencimientos que van del 2019 al 2048. Estos bonos de estructura homogénea son la mejor muestra para derivar la curva cero cupón del modelo de Nelson y Siegel.

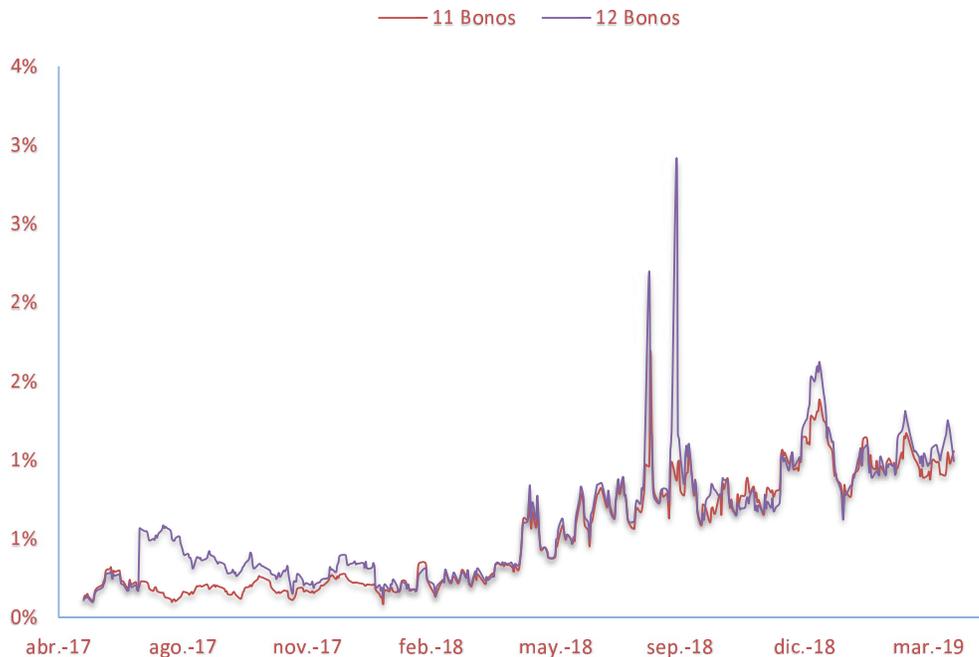


Gráfico 8. Error de ajuste por MAPE, con y sin AC17

El Gráfico 8 presenta el error ajuste de ambas series por la medida MAPE. Si bien la Tablas 9 muestra ventajas de ajuste para la serie de 11 bonos (sin AC17) en las cuatro medidas de error, en los siguientes apartados se realizarán ajustes sobre los parámetros que componen el modelo de N&S para intentar alcanzar mejores resultados.

Ponderadores

En el apartado anterior se mencionaron los motivos por los cuales conviene utilizar con una selección de bonos de naturaleza homogénea. En este apartado se trabajó con ponderadores utilizados corrientemente en esta metodología. Se observó que con su inclusión podían eliminarse errores propios de los datos como diferencias de madurez en los bonos y también se realizaron ajustes en los puntos iniciales de optimización que eliminaron la posibilidad de obtener valores por encima de cierto grado de análisis. La serie de bonos que se analizó, se comparó dentro de estos ponderadores:

- A. Serie sin ponderar
- B. Ponderada por duración
- C. Ponderada por promedio de duración

La decisión de aplicar restricciones a la optimización se debe a la presencia de muchos extremos locales en este tipo de problemas y a la necesidad de que los parámetros del modelo adopten valores dentro de determinados rangos para no perder su interpretación económica.

Tabla 10. Comparación del ajuste del modelo según tipo de Ponderador

CARTERA	MAE	MAPE	RMSE	RMSPE
11 Bonos Sin Ponderador	0,486	0,545	0,575	0,655
11 Bonos Ponderado Duración	0,473	0,535	0,590	0,680
11 Bonos Prom. Ponderado Duración	0,493	0,548	0,588	0,658

Los resultados arrojados por la optimización según el ponderador correspondiente son los que aparecen en la Tabla 10. La decisión de quedarse con el modelo Sin Ponderador tiene como fundamento que los criterios de decisión de medidas relativas de error cuadrático RMSE y RMSPE arrojaron un resultado menor. El modelo con ponderador Promedio Ponderado por Duración no consigue mejor nivel de ajuste (error más bajo) para ninguna de las cuatro medidas de error.

Limitando el parámetro Tau

A partir de los datos de precios “clean” de Bloomberg, se procedió a la limpieza de la base de datos. Posteriormente se le sumó la información correspondiente al Interés Corrido. Con los datos procesados, se prosiguió a buscar los parámetros de N&S minimizando el error cuadrático utilizando un software matemático.

El método de Mínimos cuadrados ponderado (incluyendo el método sin ponderar o con $w_1=1$), fue sometido a una prueba competitiva entre Ponderado por Promedio Ponderado de Duración, Ponderado por Duración, y Sin Ponderar, eligiéndose el modelo con menor error cuadrático. Al utilizar los 2 criterios de decisión (RMSE y RMSPE) se prefirió el modelo sin ponderar.

El próximo paso es volver a calcular el modelo, ahora sin ponderar, fijando el parámetro Tau. Se ajustó el valor de Tau como constante debido a los problemas que genera la optimización no lineal y la sensibilidad que tienen el resto de los parámetros ante pequeñas variaciones de dicho parámetro. Al hacer esta modificación sobre las restricciones del parámetro, no sólo mejora la simplicidad y conveniencia, sino también la confiabilidad numérica. El modelo arrojó mejores resultados con la media de Tau, en todas las métricas, sobre la mediana. Como consecuencia, se tomó la decisión de conservar este valor para el siguiente análisis. Los valores del ajuste con sus errores correspondientes están expresados en la Tabla 11.

Tabla 11. Comparación del error de ajuste para Tau fija

CARTERA	MAE	MAPE	RMSE	RMSPE
11 Bonos Mediana 2,617	0,511	0,570	0,608	0,686
11 Bonos Media 2,959	0,497	0,555	0,588	0,664

Una serie de gráficos, que se obtuvieron del ajuste mencionado, buscan sintetizar los resultados de la optimización. El primero de ellos, el Gráfico 9, mostró el comportamiento de la tasa de interés en el período de estudio, para corto, mediano y largo plazo.

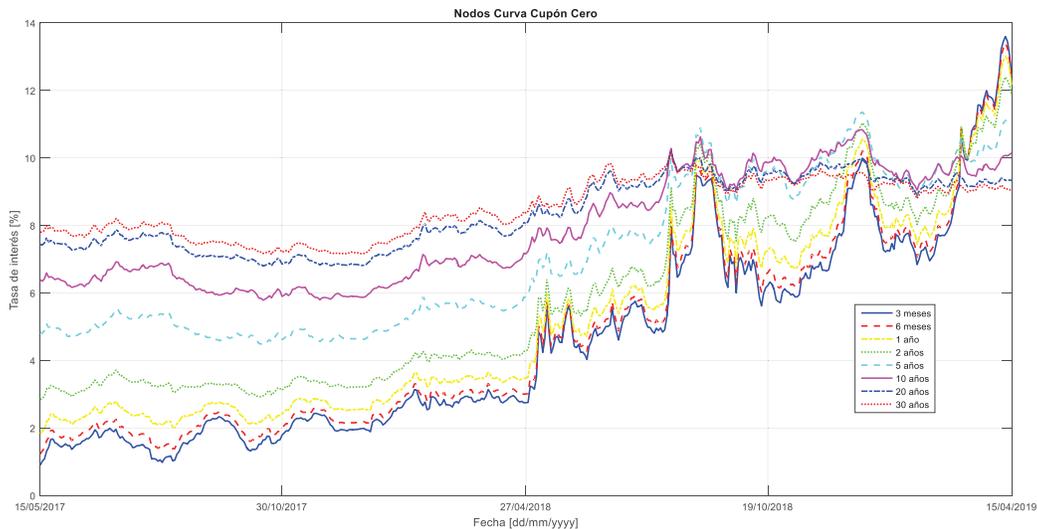


Gráfico 9. Nodos de corto, mediano y largo plazo

Pudo observarse diferencias notorias a lo largo de la serie temporal. Por ejemplo, pudo verse cierta estabilidad en un primer tramo, pero hacia fines del 2017 comenzaron períodos de mayor amplitud de las oscilaciones que se acentuaron en abril/mayo de 2018. Se produjo un alza de la tasa de interés, más pronunciado en el corto plazo, mientras que a largo plazo el alza fue menor. Estas volatilidades serán estudiadas en detalle en los tramos siguientes de este trabajo. En el Gráfico 10 se obtuvieron resultados muy interesantes, que permitieron observar que los valores atípicos afectan al ajuste de manera diferente en cada bono. Adicionalmente se observó que el error estimado es mayor en la parte corta de la curva y en los bonos que presentan mayor liquidez (contrariamente a lo que sucede cuando se analiza un período de estabilidad financiera).

Si bien, en el modelo matemático no usamos la liquidez como ponderador, los precios “observados” de los bonos que no se negocian, también son producto de estimadores proxy (resultado de encuestas) que generan mayor ruido a la predicción.

Adicionalmente, es relevante mencionar las dificultades de la curva, de interpretar y ajustar el modelo para rendimientos dispares de bonos con vencimiento anterior y posterior al proceso electoral (AA19 y AA21). Prestar atención a la mayor cantidad de observaciones extremas (*outliers*), cuando el modelo intenta estimar el bono AA21 que presenta un ajuste muy diferente que el bono con vencimiento inmediatamente anterior.

Resulta relevante mencionar las dificultades de la curva, de interpretar y ajustar el modelo para rendimientos dispares de bonos con vencimiento anterior y posterior al proceso electoral (AA19 y AA21). Prestar atención a la mayor cantidad de observaciones extremas (*outliers*), cuando el modelo intenta estimar el bono AA21 que presenta un ajuste muy diferente que el bono con vencimiento inmediatamente anterior.

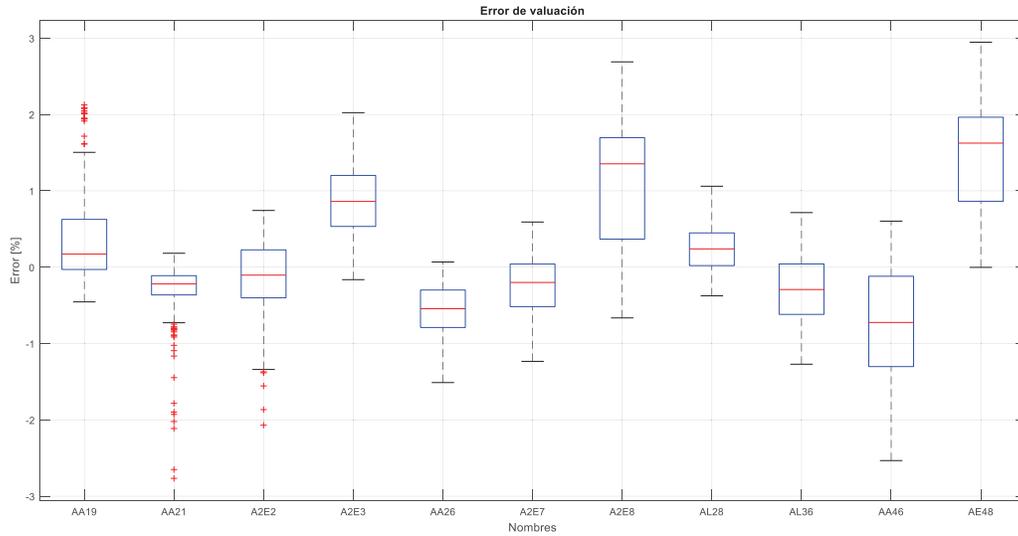


Gráfico 10. Diagrama de cajas con errores de valuación por bono

Idéntica información se obtiene del análisis del Gráfico 9, donde claramente a la mayor volatilidad se agrega la ruptura del paralelismo ante las variaciones de rendimientos de cada bono. La ETTI⁸ a fines de abril de 2018 pierde suavidad y se produce una tendencia alcista en todos los nodos.

La siguiente comparación que se presenta en el Gráfico 11, tuvo el objeto de mostrar los parámetros que resultaron del ajuste. Cada imagen está dividida en cuadrantes para visualizar el comportamiento a lo largo de período de tiempo.

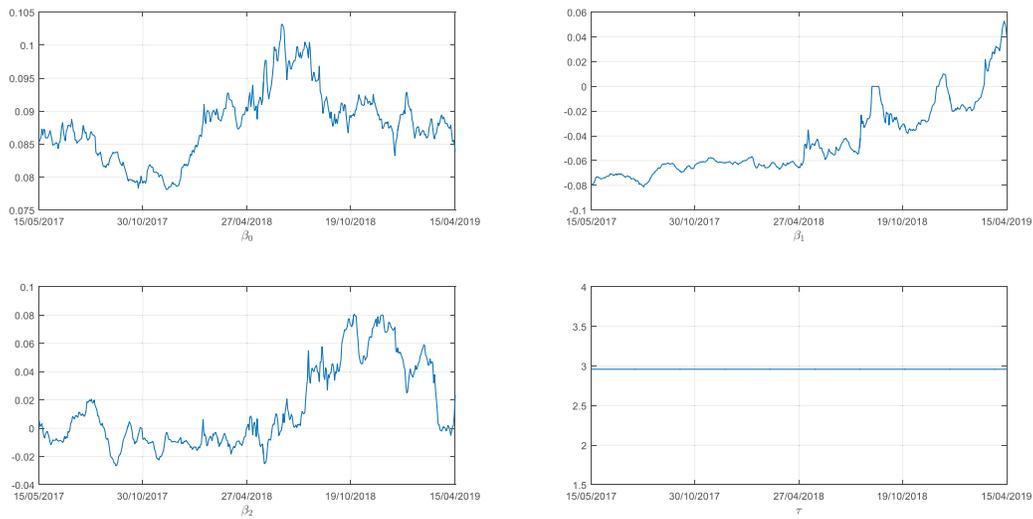


Gráfico 11. Parámetros del modelo, con Tau constante.

En cada uno de los gráficos se pudieron apreciar las diferentes trayectorias temporales de las β_{it} . Obviamente el valor de τ permanece inalterado, por lo tanto, la joroba del modelo quedó reducida al aporte de β_2 .

⁸ Estructura Temporal de la tasa de interés

El último gráfico de serie completa, que se presenta en esta parte del trabajo, mostró la curva calibrada de N&S para la tasa de interés de la serie de 11 bonos con Tau constante.

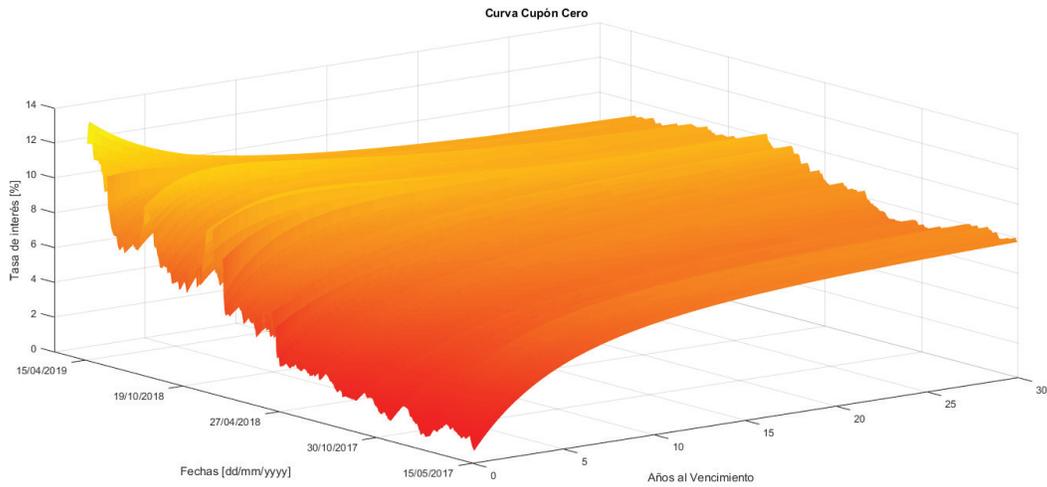


Gráfico 12. Curva cero cupón. Serie de 11 bonos con Tau constante en la media

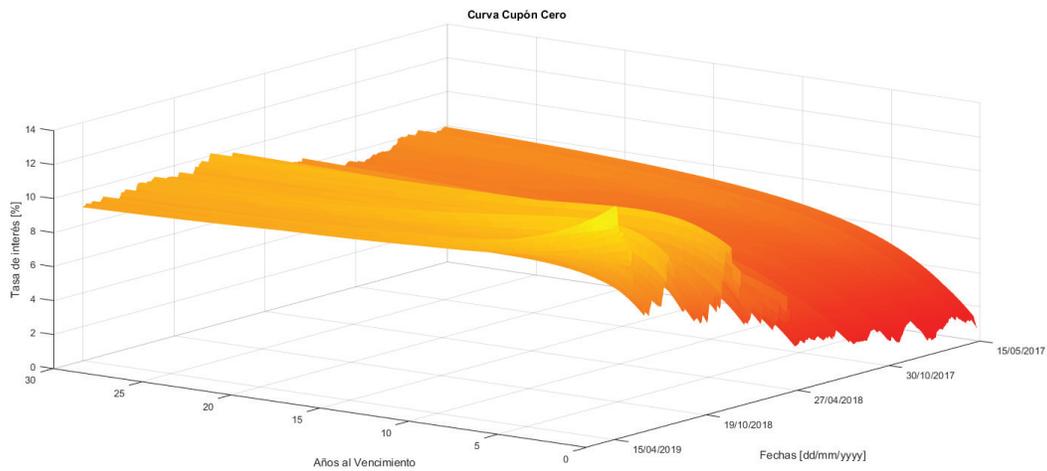


Gráfico 13. Curva cero cupón. Serie de 11 bonos con Tau constante en la media. Vista II.

En cuanto a los Gráfico 12 y 13, mostraron como al inicio de la serie el modelo presentaron un mejor ajuste con un nivel creciente en el corto plazo, suavizado y constante en el tiempo. Sobre la parte media de la serie, las tasas comenzaron a subir con cierta desprolijidad. Hacia el final de la serie, pudo verse un rendimiento muy bajo en el corto plazo, explicado por la certeza del cobro del bono con vencimiento 2019, una joroba bien marcada en el corto plazo y un nivel más elevado en el rendimiento de largo plazo comparado con el inicio de la serie.

El Gráfico 14 puede interpretarse como un mapa de calor para ver la variación de las rendimientos según el transcurso del tiempo. La concentración de tasas altas (Amarillo en la escala) se concentran tanto en el corto y largo plazo, de la etapa final de la serie estudiada.

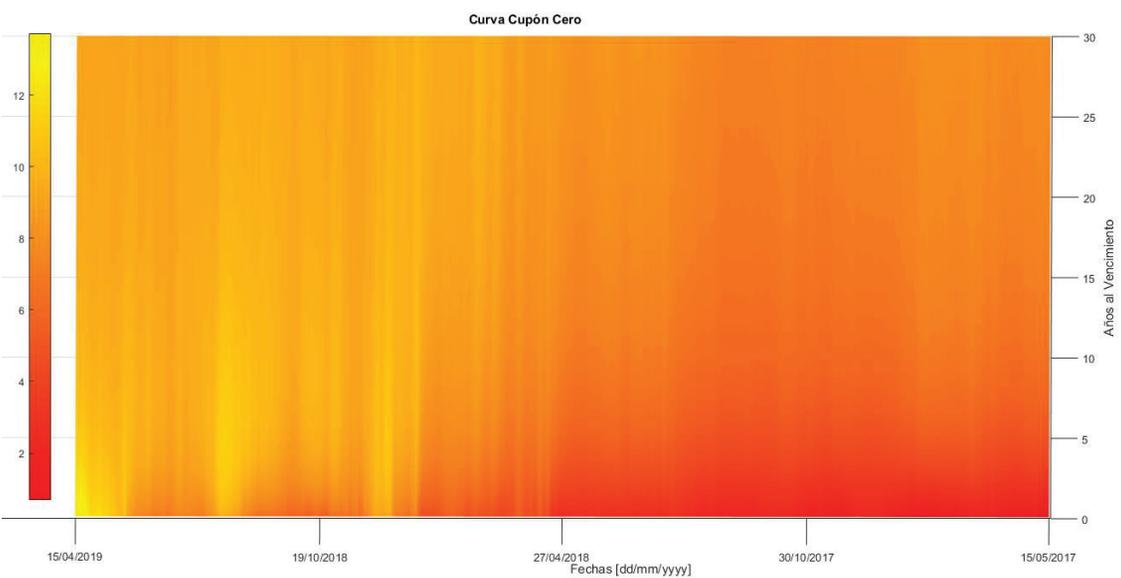


Gráfico 14. Mapa de calor sobre la curva cero cupón

Discusión

En este apartado se presenta la problemática planteada para este trabajo. ¿Cuál es la posibilidad de realizar una inmunización de cartera de bonos, siguiendo los parámetros de N&S, según las variantes macroeconómicas?

Para conocer la sensibilidad de la curva frente a cambios en los escenarios macroeconómicos, se necesita dividir la serie temporal para visualizar el comportamiento de un grupo de indicadores macroeconómicos conjuntamente con los bonos. Durante los últimos dos años Argentina atravesó períodos de oscilación disímil. Encontrar un modelo que permita estimar la estructura de la tasa de interés es determinante para tomar una decisión de política monetaria. Ahora bien, ¿qué sucede si los indicadores macroeconómicos no permanecen constantes durante el tramo estudiado en este trabajo? No se intenta estudiar aquí la relación del Riesgo país (RP), o de la Tasa de interés del Tesoro de EUA a 0,5, 10 o 30 años (TT6m, TT10a, TT30a respectivamente) con el precio de los bonos. Menos aún su relación con el tipo de cambio (TC), el cual sufrió limitación entre bandas durante un subperíodo de la serie (Banda Superior y Banda Inferior). Pero si se quiere analizar la diferencia estructural de la curva de tasa de interés según distintos niveles de los indicadores mencionados. La serie será dividida en tres partes. En cada etapa se trata de manera individual la subsección temporal elegida y se realiza el ajuste del modelo para luego, sobre el final de cada tramo, realizar una cobertura y analizar su conveniencia.

El riesgo país es un indicador de mercado elaborado por el JP Morgan. Es específico para cada Estado, y mide la sobretasa entre los bonos de un país y los emitidos por el Tesoro de Estados Unidos. Es un parámetro utilizado por los inversores para estudiar las posibilidades de inversión y si bien su conformación es técnica, lleva implícita cuestiones políticas, económicas, sociales y financieras que dimensionan las condiciones del país de referencia. A partir de los indicadores y las medidas económicas que se mencionan en cada sección para justificar los tramos adoptados, se resolvió dividir las series temporal, a partir de su analogía con las señales de ondas. El primer tramo se denominó Etapa Silenciosa, el segundo Etapa Amplificada, y el tercero, Etapa Ruidosa.

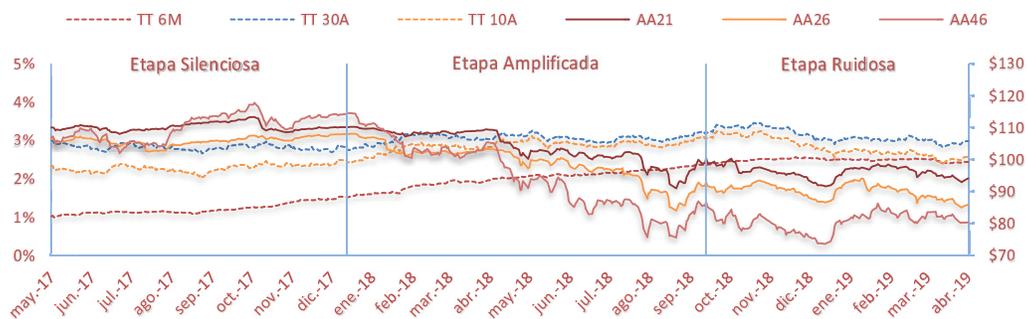


Gráfico 15. Serie histórica de la Tasa del Tesoro de EUA para 6 meses, 10 años y 30 años, y precio de los bonos AA21, AA26 y AA46

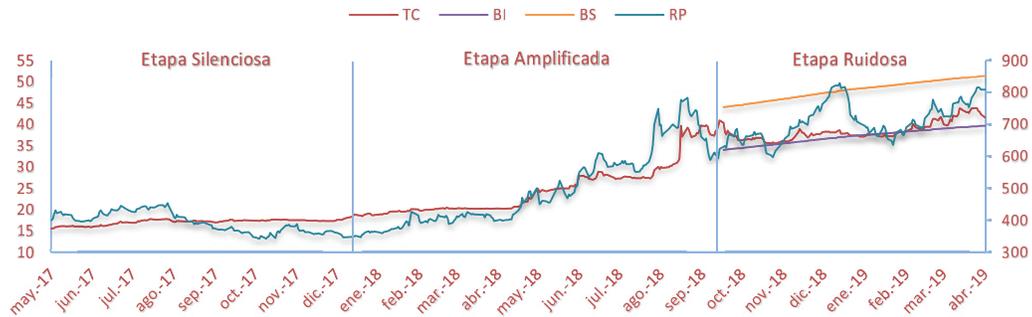


Gráfico 16. Serie histórica del Tipo de cambio con bandas, y Riesgo país.

De manera similar para cada etapa, la selección de bonos siguió la siguiente estructura:

- Se eligieron tres bonos con fechas de vencimiento heterogénea para conformar una cartera a inmunizar denominada P: AA21, AA26 y AL36.
- La cartera de cobertura H, quedó conformada con otros 4 bonos, para armar la matriz cuadrada, con fechas de vencimiento concordantes con la cartera P, como se describe en la Fórmula 14. Se eligió un bono de corto plazo A2E2, dos de mediano plazo A2E7 y AL28, y uno de largo plazo AA46.

El objetivo fue eliminar el riesgo generado por las variaciones en los factores β_i , para $i = 1, 2, 3$. Recordemos que el parámetro Tau está fijo desde la sección anterior.

- Luego se formó la cartera G constituida por el vector q de unidades de cada bono de la cartera P y el vector φ de unidades de cada bono de la cartera H.

Es decir:

Fórmula 19. Cartera Inmunizada

$$G = qP + \varphi H$$

Se utilizó un software matemático para calcular las cantidades de los bonos de la cartera de cobertura H, que se hubiera necesitado comprar o vender en cada día de haber elegido el método de inmunización de cartera. Cabe aclarar que para la inmunización estimada se valuó por curva, no por cotización de mercado.

Etapa “Silenciosa”

Este primer período comenzó por la fecha de inicio de los datos de la serie, el 15 de mayo de 2017. Durante este tramo, no se sucedieron grandes cambios en los indicadores mencionados. El RP sufrió una leve baja, las Tasa de Interés del Tesoro de EUA no se modificaron significativamente y la cotización del dólar se mantuvo estable. Para la fecha de corte, se eligió el día en el cual el BCRA perdió cierta independencia. Hasta el día anterior, el 27 de diciembre de 2017, el organismo funcionaba de manera autárquica. El objetivo de utilizar esta fecha de

corte fue analizar el comportamiento del mercado, la estructura de la curva de la tasa de interés y realizar una estrategia de inmunización, previa a la intervención del poder ejecutivo.

Para comenzar con los resultados obtenidos del ajuste del modelo de N&S durante este período, puede verse el *boxplot* en el Grafico 17. El nivel de error del modelo, tomando todos los bonos, no superó el 1% salvo en el AL36. Los bonos AE23, A2E8 y AE48 no habían sido emitidos hasta la fecha de finalización de esta etapa. Otro detalle a destacar es que el ajuste entre los precios de mercado y los precios del modelo no generaron un error de magnitud, y todos los valores se mantuvieron dentro de los “bigotes” del diagrama de caja. Si este no hubiera sido el resultado, el ajuste indicaría valores extremos conocidos como *outliers*.

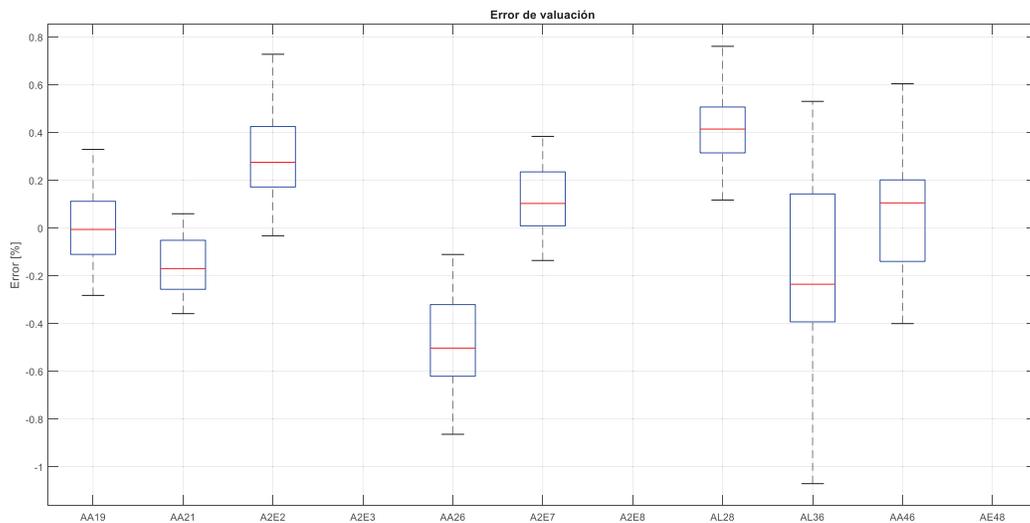


Gráfico 17. Boxplot etapa Silenciosa

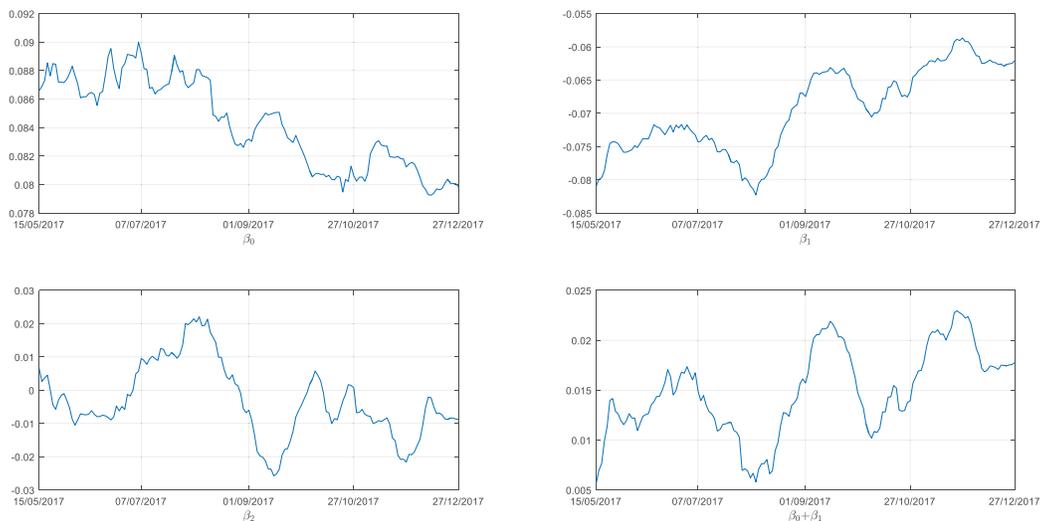


Gráfico 18. Parámetros de N&S, etapa Silenciosa.

Observando los parámetros del modelo, presentados en el Gráfico 18, la tasa de interés de largo plazo β_0 mostró una leve baja desde el inicio de esta etapa de la serie hasta el final de

la misma, pasando por valores cercanos al 9%, para llegar hasta el 8%. La tasa de corto plazo, $\beta_0 + \beta_1$ mostró en mayor variabilidad comenzando por valores cercanos al 1% para llegar hasta casi el 3%.

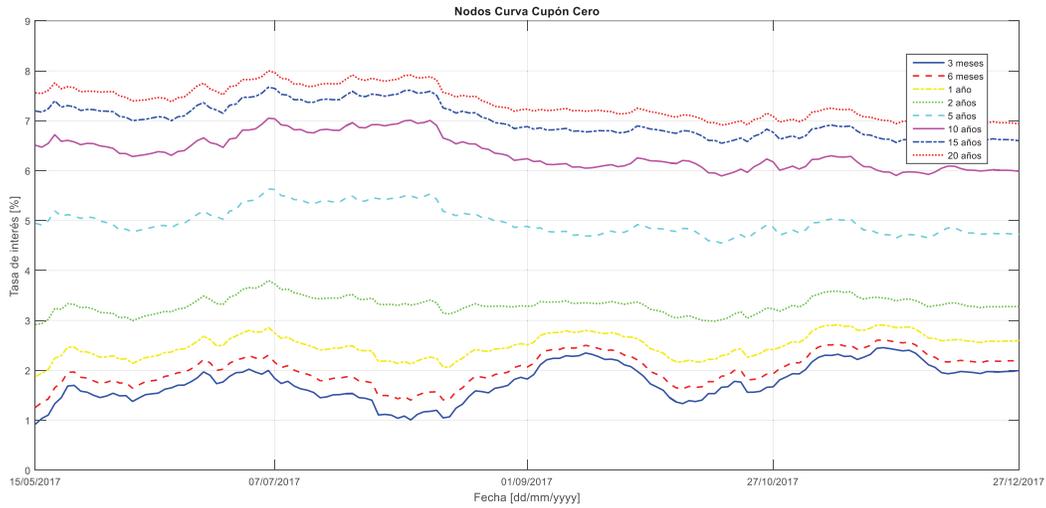


Gráfico 19. Curvas de Nodos, etapa Silenciosa

El Gráfico 19 contiene los cortes transversales de la curva de tasa de interés para los plazos requeridos en el análisis. La tasa de interés presentó niveles entre 1 y 2% para plazos de 3 y 6 meses, llegando hasta niveles de 7 a 8% para plazos de 15 o 20 años.

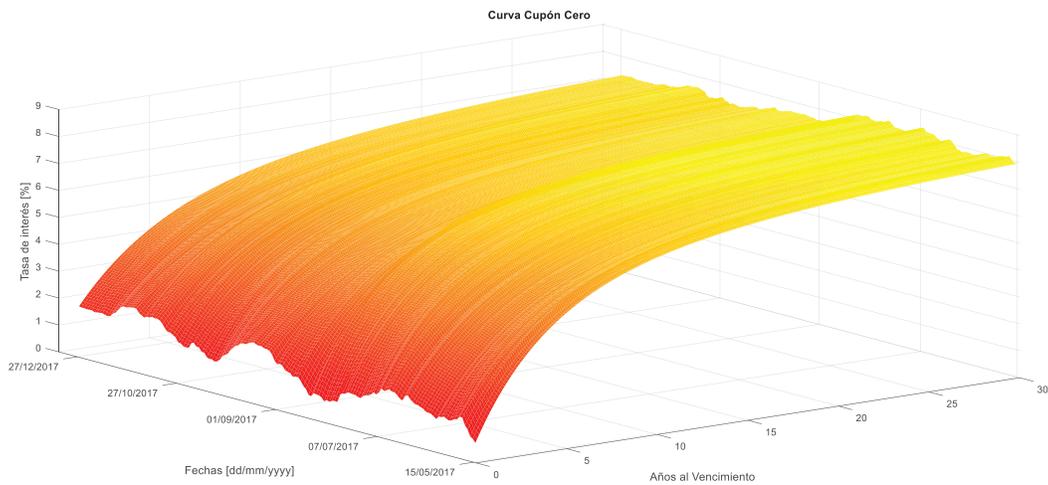


Gráfico 20. Curva Cupón Cero etapa Silenciosa

El Gráfico 20 y 21 es el resultado de la calibración de la curva de la tasa de interés, ajustadas por N&S, observando una curva normal suavizada para todos los plazos comprendidos entre 0 y 30 años.

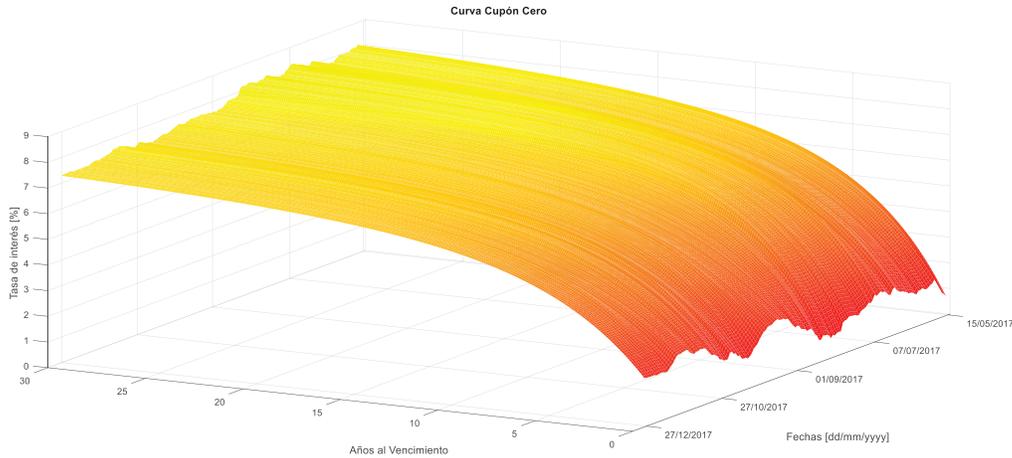


Gráfico 21. Curva Cupón Cero etapa Silenciosa. Vista inversa

A partir de estos resultados, se construyó un portafolio de ejemplo comprendido por los bonos AA21, AA26 y AL36, con cantidades nominales de 2000, 3000 y 5000 respectivamente, y se escogió a los bonos A2E2, A2E7, AL28 y AA46 como instrumentos de cobertura, tal cual fuera mencionado al inicio de este apartado. El análisis sobre la cartera arrojó una fluctuación de entre 2% negativo hasta 8% positivo. Pero la cartera inmunizada se mostró casi inalterada ante cambios en el nivel, la joroba y la curvatura de la curva de rendimiento, sin llegar a superar el 1% de variación.

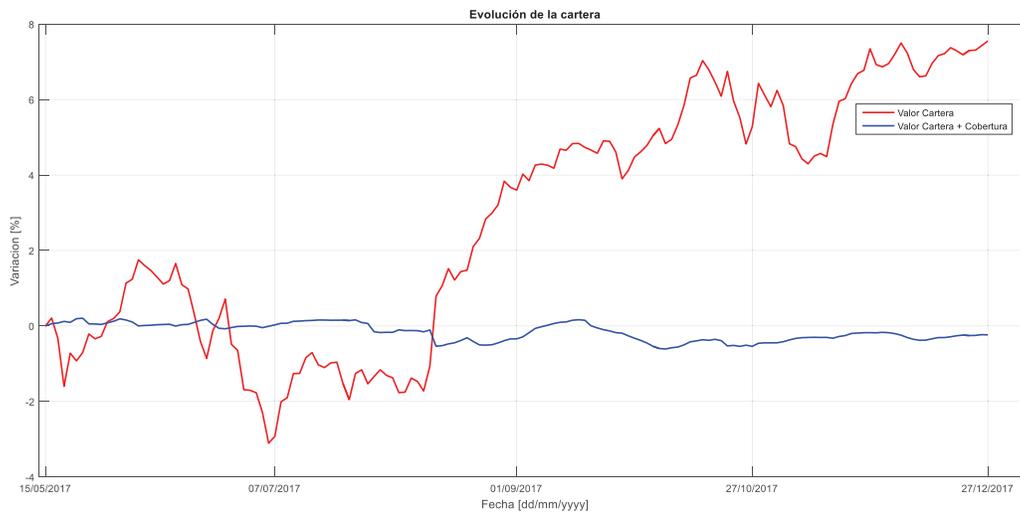


Gráfico 22. Inmunización etapa Silenciosa

Etapa “Amplificada”

Esta etapa que puede ser interpretada como de intervencionismo económico, la misma comienza el 28 de diciembre de 2017 (28D), y termina el 27 de septiembre de 2018, fecha a partir de la cual se decide colocar bandas de flotación sobre el tipo de cambio.

A través de una conferencia de prensa entre el Ejecutivo Nacional y el presidente del BCRA, se anunciaron las metas de inflación, así como el financiamiento monetario del déficit fiscal para los períodos 2018, 2019 y 2020 (BCRA, 2017). El objetivo de este apartado es analizar la curva de tasas de interés y realizar una estrategia de inmunización durante este período, donde podemos inferir cierto grado de menoscabo de la autonomía del BCRA e intervención del poder ejecutivo.

Para comenzar con el análisis de los resultado obtenidos en esta etapa, al igual que en la sección anterior, comenzamos por el *boxplot* (Gráfico 23). El nivel de error del modelo, tomando todos los bonos, alcanzó casi el 3% en algunos casos, si contabilizamos los *outliers*. El bono AE48 alcanza ese nivel de error sin presentar ningún valor extremo.

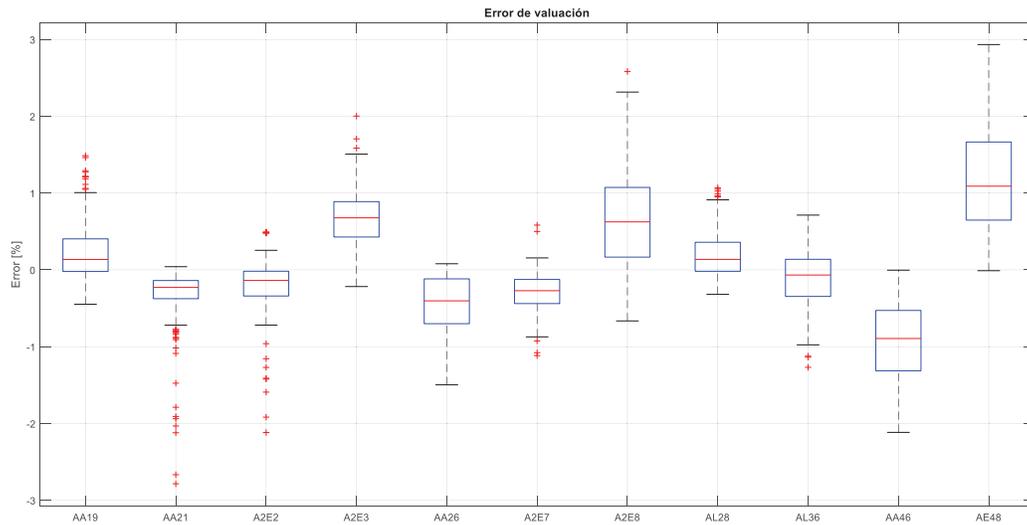


Gráfico 23. Boxplot etapa Amplificada

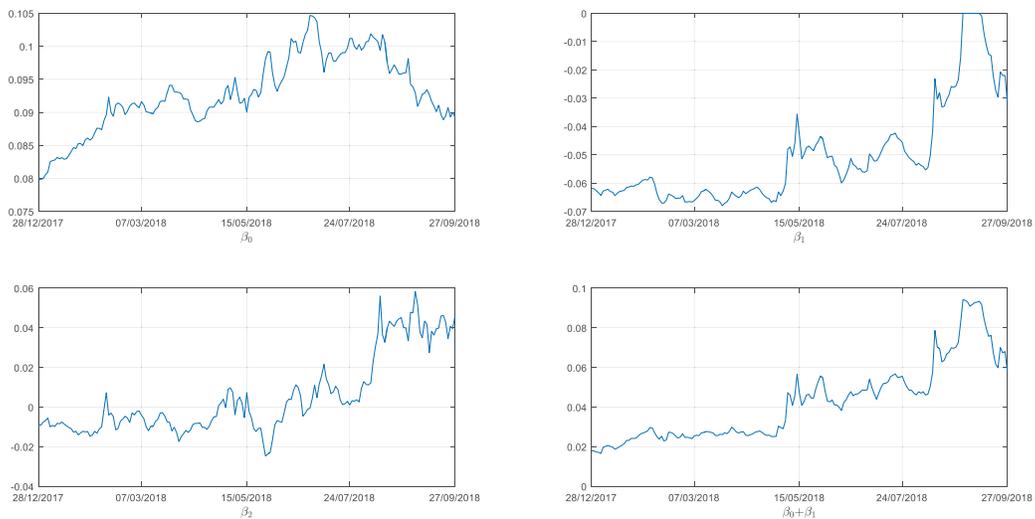


Gráfico 24. Parámetros N&S etapa Amplificada

Observando los parámetros del modelo, presentados en el Gráfico 24, la tasa de interés de largo plazo β_0 mostró una leve alza en el nivel, con respecto a la etapa anterior, alcanzando

el 10,5% en algunos tramos. La tasa de corto plazo, $\beta_0 + \beta_1$ mostró una tendencia alcista durante todo el tramo analizado, alcanzando valores cercanos al 10% hacia el final de la serie.

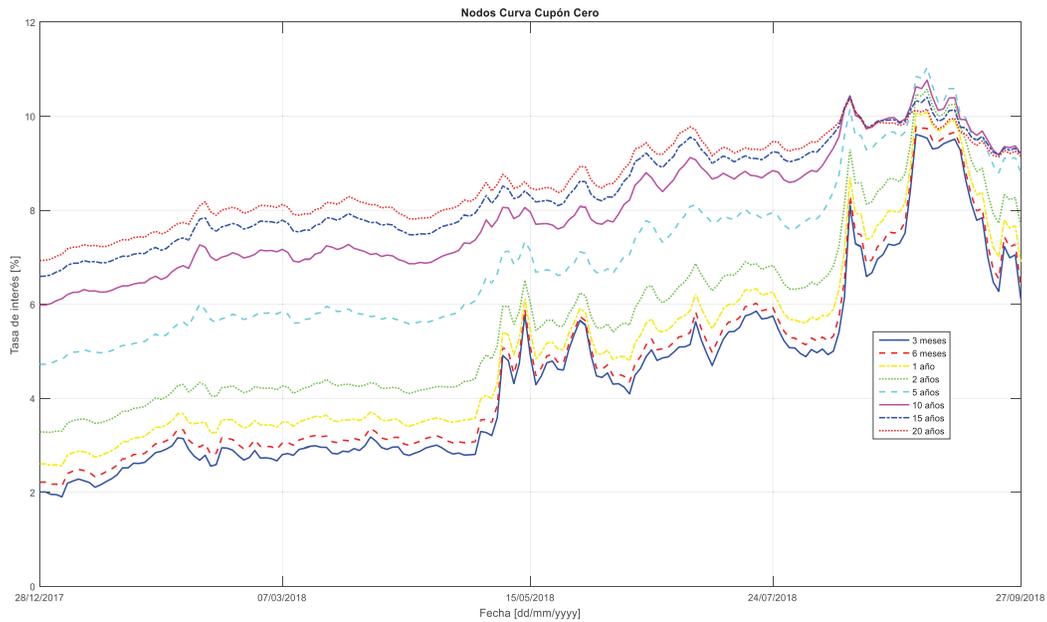


Gráfico 25. Curvas de Nodos etapa Amplificada

El Gráfico 25 contiene los cortes transversales de la curva de tasa de interés para los plazos requeridos en el análisis. La tasa de interés presentó niveles apenas superiores al 2% para plazos de 3 y 6 meses al inicio de la serie, alcanzando valores cercanos al 10% hacia el final de la misma. Para plazos de 15 o 20 años los valores oscilaron entre un 7 y un 11%. El tramo final de esta serie donde se juntan la tasa de corto y largo plazo parece mostrar ciertos problemas semejantes a los transitados por un enfermo hipertenso, cuando se agraba su estado al juntarse “la baja” y “la alta”, generando una preocupación y pronosticando un estadio más preocupante.

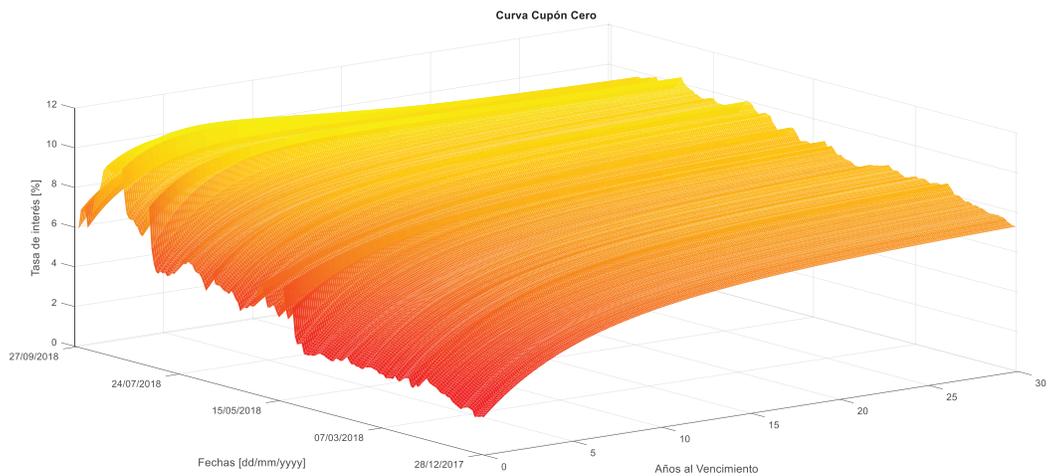


Gráfico 26. Curva Cupón Cero etapa Amplificada

El Gráfico 26 y 27 muestra el resultado de la calibración de la curva de la tasa de interés, ajustadas por N&S y una transición de una curva normal hacia una estructura paralela.

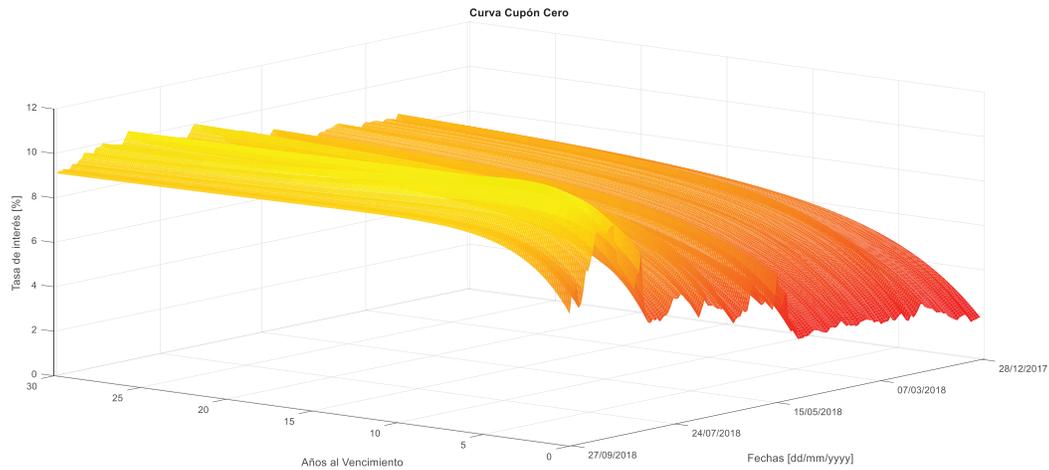


Gráfico 27. Curva Cupón Cero etapa Amplificada. Vista inversa

A partir de estos resultados, se construyó un portafolio de ejemplo comprendido nuevamente por los bonos AA21, AA26 y AL36, con cantidades de 2000, 3000 y 5000 respectivamente, y se escogió a los bonos A2E2, A2E7, AL28 y AA46 como instrumentos de cobertura, tal cual fuera mencionado al inicio de este apartado. El análisis arrojó, sobre la cartera una fluctuación que descendió hasta el -25%. La cartera inmunizada, en cambio, consiguió mantenerse a las variaciones en la joroba, el nivel y la curvatura de la curva de rendimiento, sin llegar a superar el 1% de oscilación. Cabe destacar que la gran diferencia entre la cartera cubierta y el portafolio original sobre el final de la curva, mostró la ventaja de decidir por una estrategia de inmunización ante situaciones de stress en el mercado de instrumentos de renta fija.

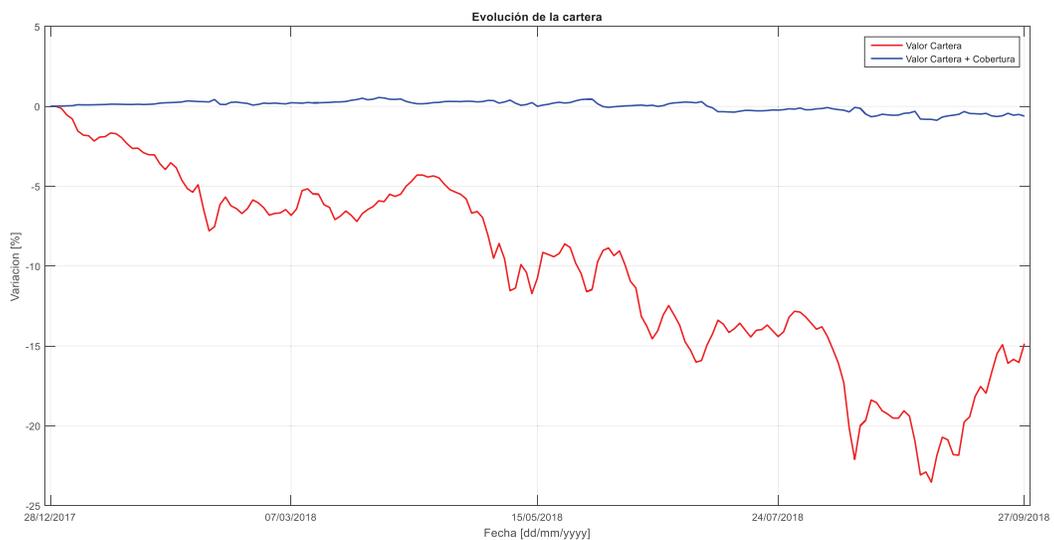


Gráfico 28. Inmunización etapa Amplificada

Etapa “Ruidosa”

En esta sección, la serie comienza el 28 de septiembre de 2018, y se extiende hasta el final de la serie original, el 15 de abril de 2019. La elección del punto de corte se basó en la decisión del Banco Central de implementar un esquema de bandas de flotación cambiaria a partir de la cual se comprometió a mantener el tipo de cambio dentro de una franja.

Esta disposición representa un esquema intermedio entre un régimen de tasa de cambio fija y uno de flotación libre. La banda cambiaria está definida por los límites dentro de los cuales puede fluctuar libremente el tipo de cambio donde la Tasa máxima (Límite superior), representa el nivel máximo. Cuando el mercado se encuentra arriba de este nivel, el Banco Central podrá vender los dólares que sean necesarios para mantener el tipo de cambio dentro del rango establecido. Este tipo de cambio nominal, se modifica dependiendo de la pendiente de la banda cambiaria. En contraposición, se presenta una Tasa mínima (Límite inferior) y cuando se alcanza ese nivel, el BCRA puede intervenir mediante la compra dólares para que el tipo de cambio se sostenga por encima del valor deseado. (BCRA, 2019)

Por su parte, la Pendiente de la banda cambiaria indica el porcentaje de devaluación que se aplica y la amplitud de la banda cambiaria representa la zona de no intervención. El nuevo régimen de política monetaria que entró en vigencia el 1º de octubre surgió de la necesidad de “recuperar el ancla sobre las expectativas y retomar el sendero de desinflación”. A partir de esta fecha, el Banco Central se comprometió a no aumentar la base monetaria hasta junio de 2019. La meta de “emisión monetaria cero” también es clave para lograr el equilibrio cambiario. Disminuyendo el circulante de pesos, se supone que existe aún menos posibilidad de generar una “corrida cambiaria”. Aunque se mantiene el escenario de incertidumbre donde se pueden desarmar plazos fijos para comprar divisas (BCRA, 2018).

El objetivo buscado por esta sucesión de medidas fue reducir la participación del Banco Central en el mercado cambiario sólo a periodos específicos. Estos controles no sólo estuvieron destinados a prevenir una eventual crisis financiera, sino que también constituyen una parte integral del programa económico, permitiendo disminuir la volatilidad cambiaria y actuar como un importante complemento en la lucha contra la inflación.

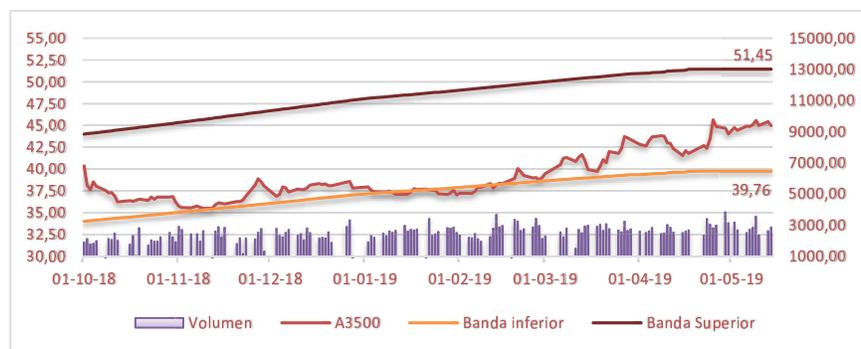


Gráfico 29. Banda Cambiaria etapa Ruidosa

Nuevamente comenzando por el análisis del *boxplot* en el Gráfico 30. El nivel de error del modelo, tomando todos los bonos, superó el 2%, con valores cercanos al 3% para el AE48. Cabe destacar que el modelo mostró ajustes de error muy disímiles para cada bono bajo estudio.

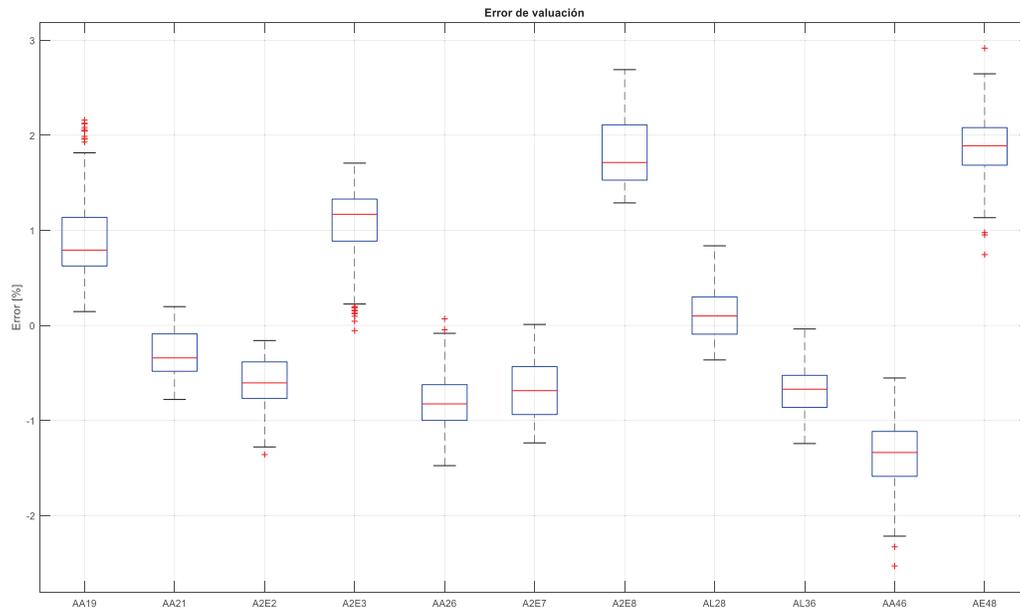


Gráfico 30. Boxplot etapa Ruidosa

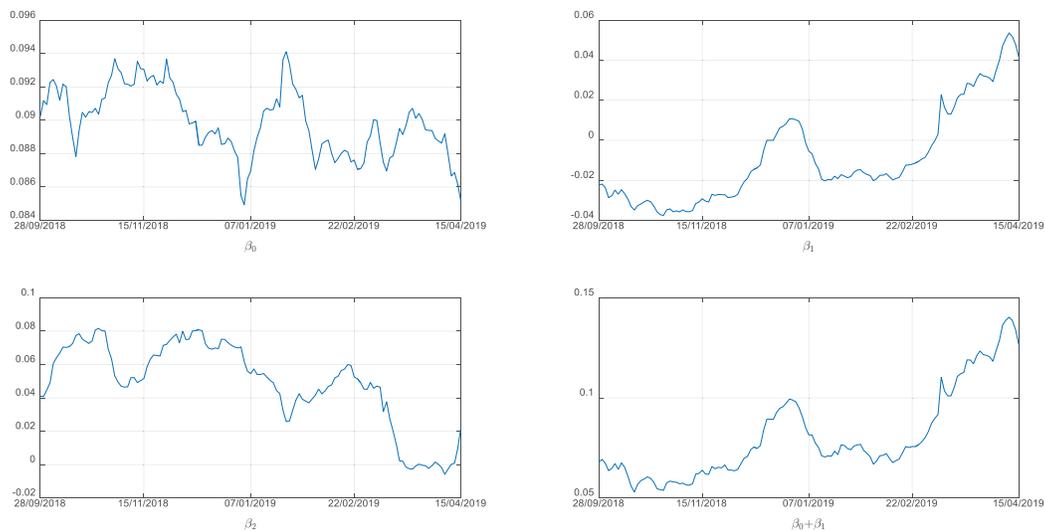


Gráfico 31. Parámetros N&S etapa Ruidosa

Observando los parámetros del modelo presentados en el Gráfico 31, la tasa de interés de largo plazo β_0 se mantuvo cerca del 9% en promedio durante todo este plazo. La tasa de corto plazo, $\beta_0 + \beta_1$, en cambio, generó una tendencia alcista pasando de niveles cercanos al 5% hasta alcanzar el alarmante 14%, probablemente sugiriendo incertidumbre política y riesgo de incumplimientos o restructuración de pago en el corto plazo.

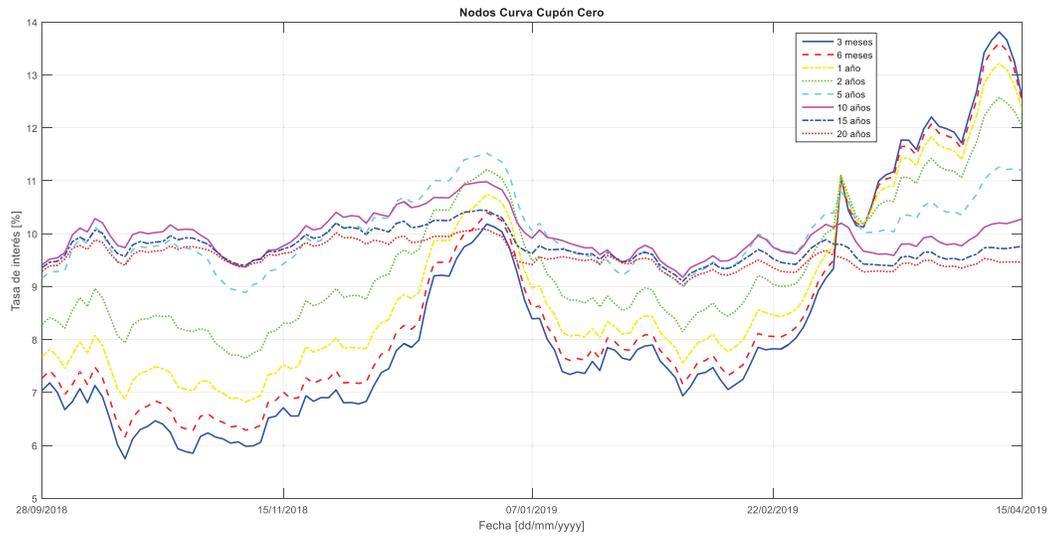


Gráfico 32. Curvas de Nodos etapa Riudosa

El Gráfico 32 contiene los Nodos según los plazos requeridos para un análisis completo. La tasa de interés de corto plazo osciló extraordinariamente entre niveles de 6 y 14%. La tasa de interés de largo plazo se mantuvo estable entre un 9 y un 10%.

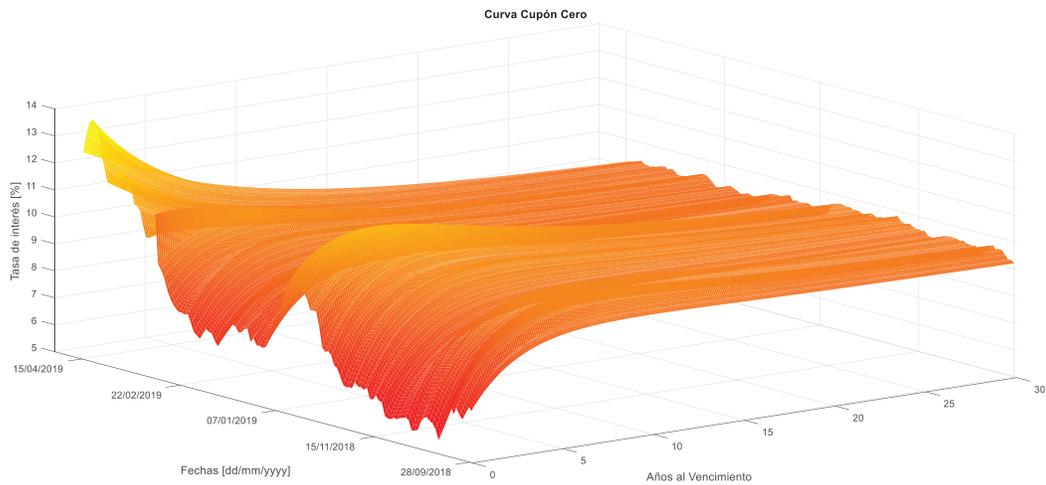


Gráfico 33. Curva Cupón Cero etapa Riudosa

El Gráfico 33 y 34 muestra la calibración de la curva de la tasa de interés, ajustadas por N&S, para un plazo de 30 años, en esta última etapa. Manifestándose visiblemente la alta volatilidad en los iniciales nodos de la curva.

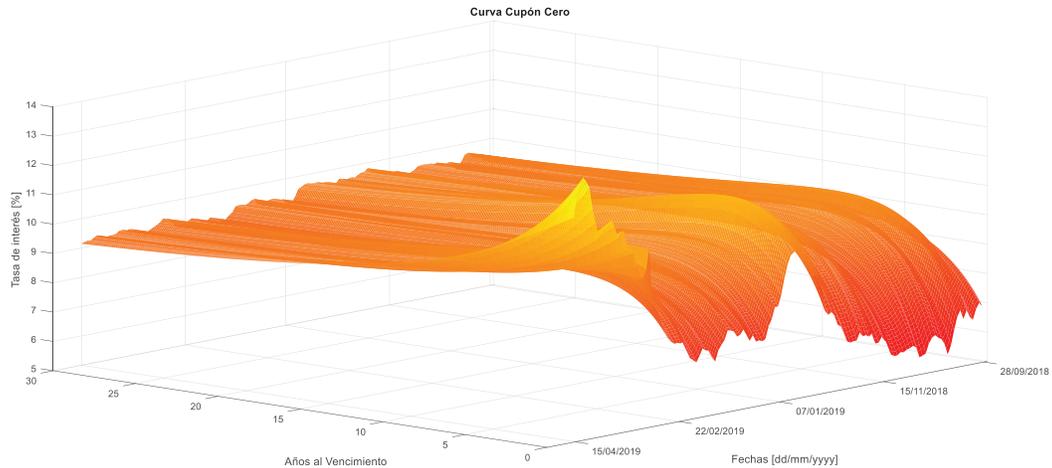


Gráfico 34. Curva Cupón Cero etapa Riudosa. Vista Inversa.

A partir de estos resultados, se construyó el mismo portafolio que en las series anteriores con los bonos AA21, AA26 y AL36, según las cantidades de 2000, 3000 y 5000 respectivamente, y se escogió nuevamente a los bonos A2E2, A2E7, AL28 y AA46 como instrumentos de cobertura. La cartera presentó una fluctuación de entre 8% negativo hasta 4% positivo. La cartera inmunizada no pudo anular el efecto de las variaciones en la joroba, el nivel y la curvatura de la curva de rendimiento, con la misma eficacia demostrada en las etapas precedentes, alcanzando una variación de hasta el 4% (alejándose del objetivo perseguido de rendimiento neutro) hacia el final de la serie.

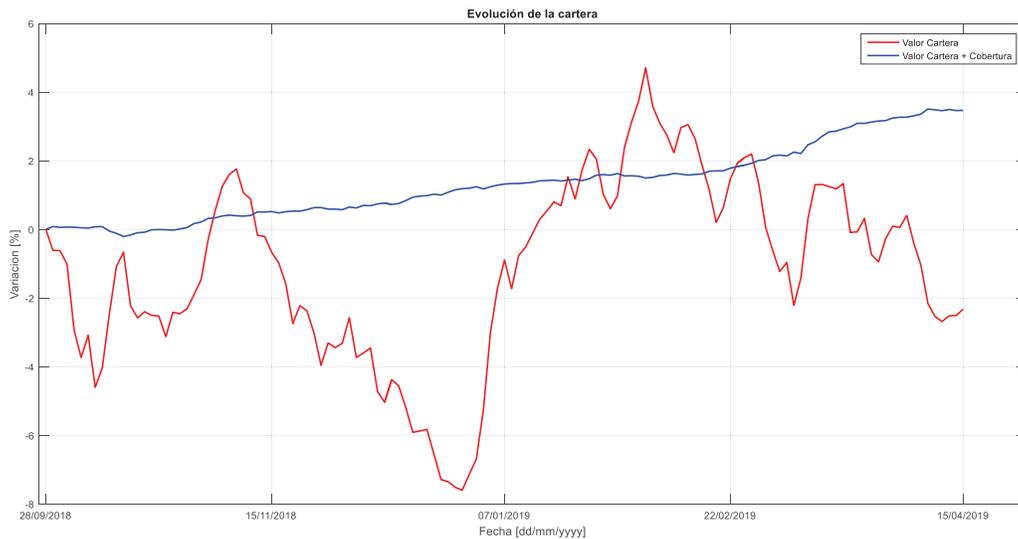


Gráfico 35. Inmunización etapa Ruidosa

Etapas Comparadas

Finalizado el ajuste por cada sección, se pudo realizar un análisis de los resultados obtenidos. En principio, el error de ajuste del modelo se comportó tal cual lo esperado, con mejores valores en la Etapa Silenciosa, deteriorándose el mismo en la Etapa Ampliada, y alcanzando en Error cuadrático relativo promedio del 1,11% en la etapa Ruidosa.

Tabla 12. Comparación de errores por Etapa (%)

ETAPA	MAE	MAPE	RMSE	RMSPE
Silenciosa	0,294	0,270	0,350	0,322
Amplificada	0,459	0,508	0,556	0,624
Ruidosa	0,781	0,943	0,902	1,111

En cuanto a los parámetros, y comparando las tasas de corto y largo plazo, representadas por los nodos de los Gráficos 19, 25 y 32, se presentan los resultados en la Tabla 13 y 14 respectivamente. La tasa de corto plazo acumula los nodos hasta 6 años. Las tasas de largo plazo representan el agregado mayor a 20 años.

Tabla 13. Comparación de Indicadores de corto plazo por Etapa

ETAPA	TASA DE CORTO PLAZO (%)		PARÁMETRO
	MÍNIMO	MÁXIMO	$\beta_0 + \beta_1$
Silenciosa	0,92	5,63	0,014
Amplificada	1,90	11,03	0,042
Ruidosa	5,75	13,81	0,08

Se destacó la tasa mínima de 0,92% en el corto plazo, Etapa Silenciosa, llegando a 13,81% de máximo en la Etapa Ruidosa. El promedio de la sumatoria $\beta_0 + \beta_1$ acompañó la variación observada en las tasas. Ambos parámetros se obtuvieron del ajuste del modelo.

Tabla 14. Comparación de Indicadores de largo plazo por Etapa

ETAPA	TASA DE LARGO PLAZO (%)		PARÁMETRO
	MÍNIMO	MÁXIMO	β_0
Silenciosa	6,91	8,33	0,084
Amplificada	6,93	10,37	0,093
Ruidosa	8,91	10,09	0,089

La tasa de largo plazo, presentada en la Tabla 14, alcanzó niveles mínimos de 6,91% en la Etapa Silenciosa, llegando al 10,09% en la Etapa Ruidosa. La variación entre las etapas no fue tan marcada como para la tasa de corto plazo presentada en la Tabla 13. Esto pudo deberse al riesgo electoral y de *default* que, en el final de la Etapa Ruidosa, impactó significativamente en el corto plazo.

Conclusiones

El presente trabajo realizó la estimación paramétrica del modelo de Nelson y Siegel para construir una curva de tasas de interés que, por razones de incompletitud del mercado, no se pueden observar, para luego utilizar los parámetros obtenidos en diferentes escenarios de inmunización de cartera.

Para realizar este estudio se utilizaron índices macroeconómicos y eventos relevantes, que contribuyeron en la selección de las fechas de corte. Seguidamente, se compararon las 3 etapas parciales, arrojando los siguientes valores de RMSPE (Raíz cuadrada del error cuadrático relativo promedio): Etapa *Silenciosa* menor al 0.33% (período estable), Etapa *Amplificada* 0.63% (período de volatilidad) y por último la Etapa *Ruidosa* 1.12%. La conclusión que emana de los parámetros obtenidos en cada etapa es que los mismos caracterizan fehacientemente los escenarios macroeconómicos.

En la etapa *Silenciosa* se observó una curva conocida como estructura normal o curva positiva, donde el nivel de corto plazo se mantuvo en valores inferiores a los de mediano y largo plazo, tal como se explica en la teoría de las expectativas.

En la etapa *Amplificada*, la curva presentó niveles de riesgo superior, con un movimiento de desplazamiento paralelo ascendente en transición hacia una curva plana, sin que se observaran primas de riesgo positivas en los distintos tramos de la curva.

En la última etapa, denominada *Ruidosa*, la curva de bonos soberanos tomó un formato decreciente, conocido como curva invertida explicando los riesgos de incumplimiento de pago en el corto plazo.

Los resultados obtenidos mostraron que el modelo de N&S es capaz de ser utilizado en el modelado de las “curvas cero cupón” en Argentina, tal como se hace en los principales bancos centrales.

Según los resultados, el ajuste mostró mayor precisión en la estimación sobre el tramo caracterizado por la baja volatilidad y estabilidad macroeconómica. Este fue el principal aporte del trabajo, y confirmó las virtudes interpretativas distinguidas, y bien acreditadas, sobre valores de los parámetros β_i .

Como contribución final, se inmunizó totalmente una cartera con una estructura de bonos determinada, por el método presentado por Diebold & Li. Los efectos de esta técnica mostraron diferente capacidad de cobertura ante los riesgos macroeconómicos, según las siguientes etapas:

En la Etapa *Amplificada*, el rendimiento de la estrategia de cobertura se mantuvo por encima del portafolio durante toda la serie. Diferente resultó el caso de las Etapas *Silenciosa* y *Ruidosa* donde el rendimiento del portafolio intercaló rendimientos positivos y negativos con respecto a la cartera de cobertura. Esto no permite asegurar la conveniencia de ejecutar la estrategia de inmunización en los tramos correspondientes a las Etapas mencionadas.

Sin embargo, no debe despreciarse la capacidad de la técnica para neutralizar las pérdidas en los períodos de rendimientos desfavorables.

Debido a la notoriedad internacional de este modelo, se plantea la posibilidad de utilizarlo en Argentina, cuando las condiciones económicas vuelvan a un sendero de estabilidad, esperando la adopción generalizada por profesionales del sector financiero, aprovechando los beneficios de su demostrado sustento teórico y práctico.

Referencias

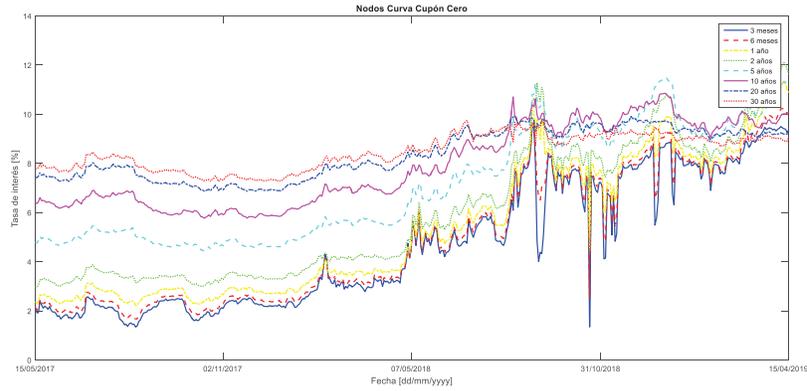
- BCRA. (2017). *Conferencia de Prensa | Metas de Inflación 2018 - 2020*. Prensa BCRA.
- BCRA. (2018). *Informe de Política Monetaria Octubre 2018*. BCRA.
- BCRA. (2019). *Zona de no intervención*. BCRA.
- Bierwag, G. (1977). Immunization, duration, and the term structure of interest rates. . The Journal of Financial and Quantitative Analysis.
- Bloomberg. (s.f.). *Bloomberg Professional Service*. Obtenido de <https://www.bloomberg.com/professional/product/pricing-data/>
- Bodie, Z., Kane, A., & Marcus, A. J. (1993). *Investments*. Richard D. Irwin.
- Bolder, D., & Streliski, D. (1999). *Yield Curve Modelling at the Bank of Canada*. Bank of Canada.
- Caks, J. (1977). *The Coupon Effect on Yield Maturity*. Journal of Finance Vol. 33º.
- Coroneo, L., Nyholm, K., & Vidova-Koleva, R. (2008). How Arbitrage-Free is the Nelson-Siegel Model? European Central Bank.
- Cox, J. C., Ingersoll, J. E., & Ross, S. A. (1981). *A Re-examination of Traditional Hypotheses about the term structure of interest rate*. Journal of Finance.
- Diebold, F., & Li, C. (2006). Forecasting the term structure of government bond yields. Journal of Econometrics 130.
- Elton, E. J., & Grubber, M. J. (1991). *Modern portfolio Theory and Investment Analysis*. John Wiley & Sons, Inc. 4º ed.
- Fabozzi, F. J. (1993). *Bond Markets. Analysis and Strategies*. Prentice Hall International. Englewood Cliffs 2º ed.
- Fama, E. (1984). *Term Premium in Bond Return*. Journal of Financial Economics.
- Fisher, D. E., & Jordan, R. J. (1975). *Security Analysis and Portfolio Management*. Prentice Hall of India.
- Fisher, L., & Weil, R. (1971). Coping with the risk of interest-rate Returns to bond holders from naive and optimal strategies. Journal of Business.
- Frankel, J., & Lown, C.S. (1994). An indicator of future inflation extracted from the steepness of the interest rate yield curve along its entire length. Quarterly Journal of Economics.
- Hicks, J. R. (1946). *Value and Capital*. Oxford University Press.
- Jorion, P. (2007). *Financial Risk Manager Book*. John Wiley & Sons, Inc.

- Litterman, R., & Scheinkman, J. (1991). Common factors affecting bond returns. *Journal of Fixed Income*.
- Macaulay, F. (1938). *The Movements of Interest Rates, Bond Yields and Stock Prices in the United States since 1856*. New York: National Bureau of Economic Research.
- Mascareñas, J. (2006). *La medida del riesgo de los bonos*. Universidad Complutense de Madrid.
- Mauleon, I. (1991). *Inversiones y riesgos financieros*. Espasa Calpe.
- Mc Culloch, H. M. (1971). Measuring the Term Structure of Interest Rate. *Journal of Business*.
- Modigliani, F., & Sutch, R. (1966). *Innovations in interest Rate Policy*. *American Economic Review*.
- Nelson, C., & Siegel, A. (1987). Parsimonious modeling of Yield Curves. National Bureau of economic research.
- Redington, F. M. (1952). Review of the principle of Life Office Valuation. *Journal of the Institute of Actuaries*.
- Redington, F. M. (1952). *Reviews of the Principles of Life-Office Valuations*. *Journal of the Institute of Actuaries*.
- Rodríguez , A., & Villavicencio, J. (2002). La formación de la curva de rendimientos en nuevos soles de Perú. *Revista Economía* N°25.
- Svensson, L. (1994). Estimating and Interpreting Forward Interest Rates: Sweden 1992-1994. IMF Working Paper,.
- Tagliafichi, R. (2016). Estructura de tasas de interés. Universidad de Buenos Aires.
- Vasicek, O. (1977). An Equilibrium characterization of term structure. *Journal of financial economics*.
- Willner, R. (1996). A new tool for portfolio managers: level, slope and curvature durations. *The Journal of Fixed Income* Summer.

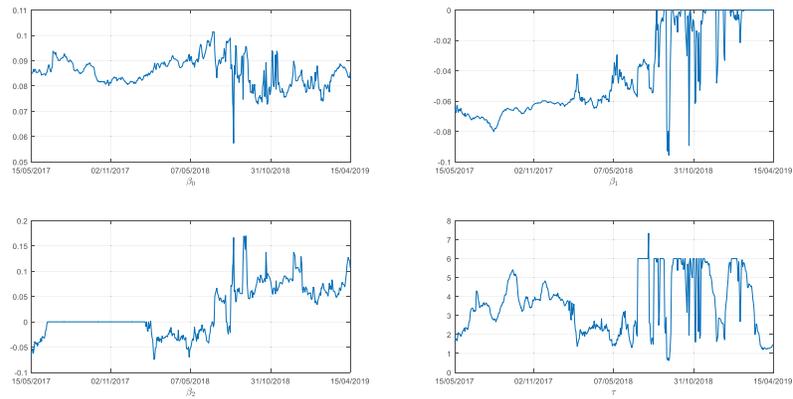
Apéndice

Anexo 1. Gráficos complementarios de la serie de 464 precios de 12 bonos.

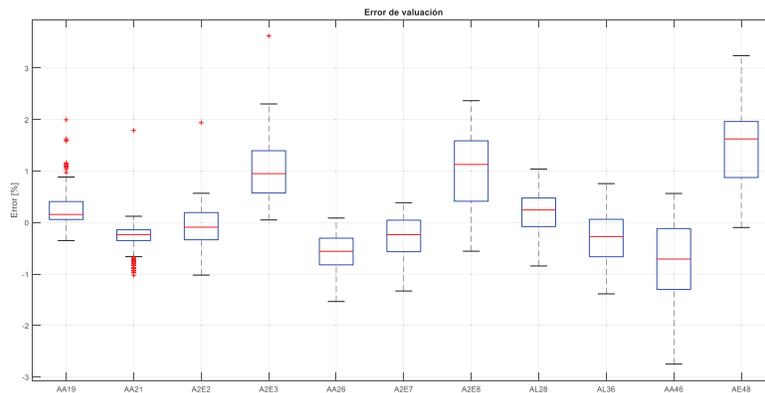
Nodos de la Curva Cupón Cero.



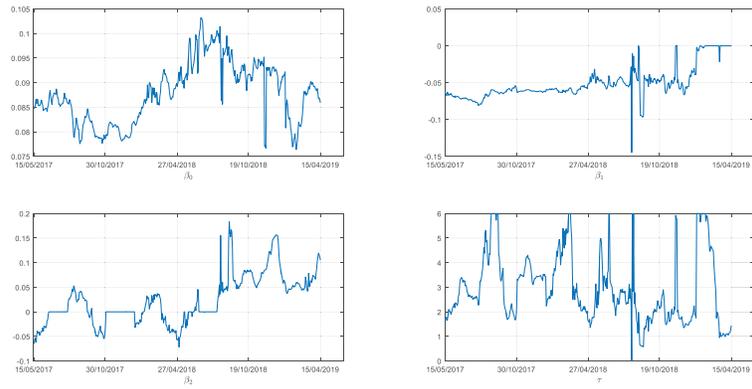
Parámetros del modelo para la serie de 464 precios de 12 bonos.



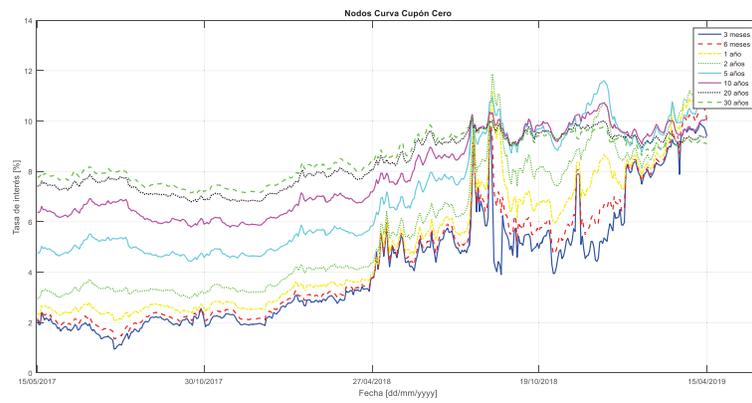
Boxplot Serie de 11 bonos



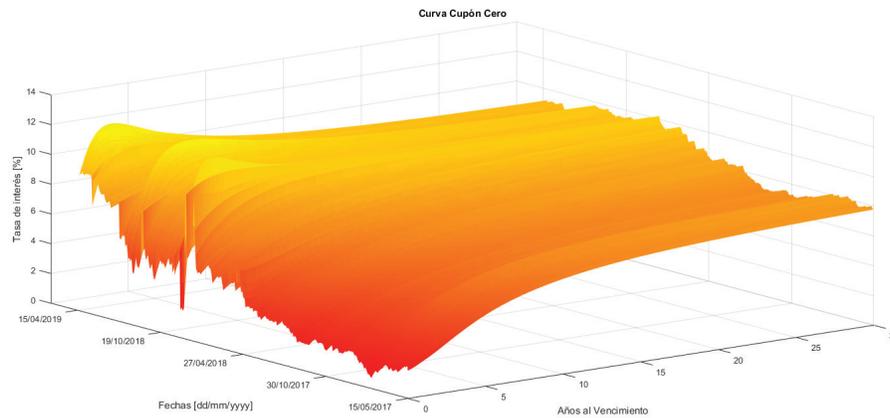
Parámetros N&S Serie 11 Bonos



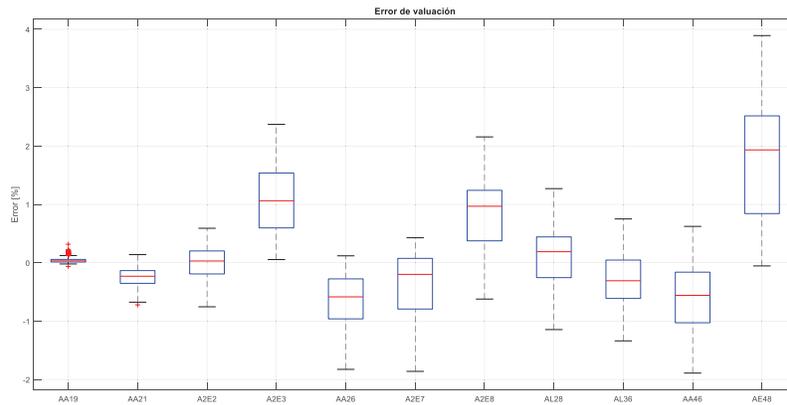
Nodos Serie 11 Bonos



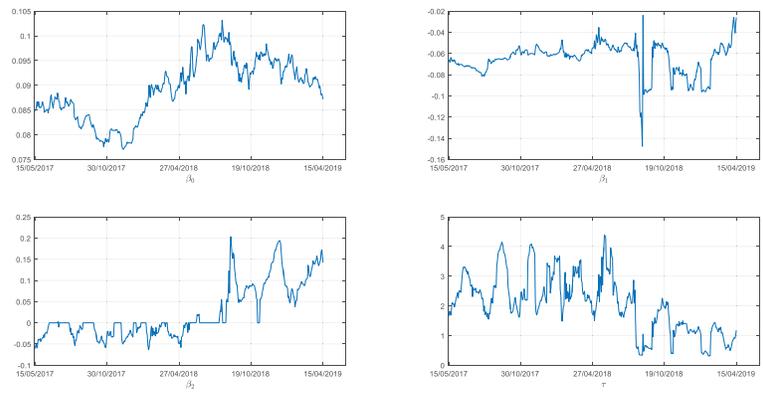
Curva Cero Cupón Serie 11 Bonos



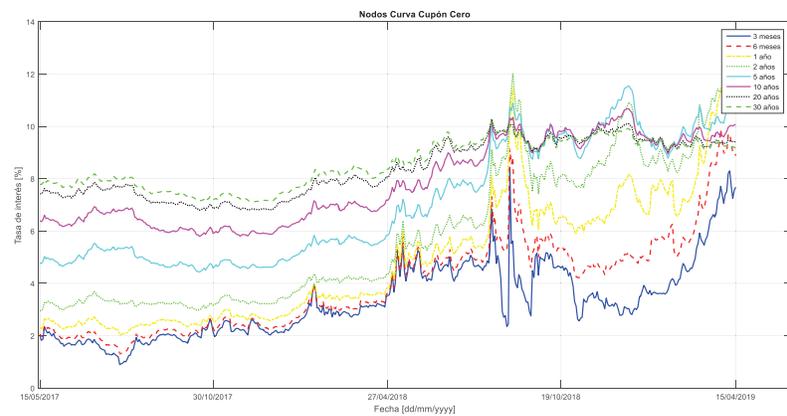
Boxplot Serie 11 Bonos Ponderada por Duration



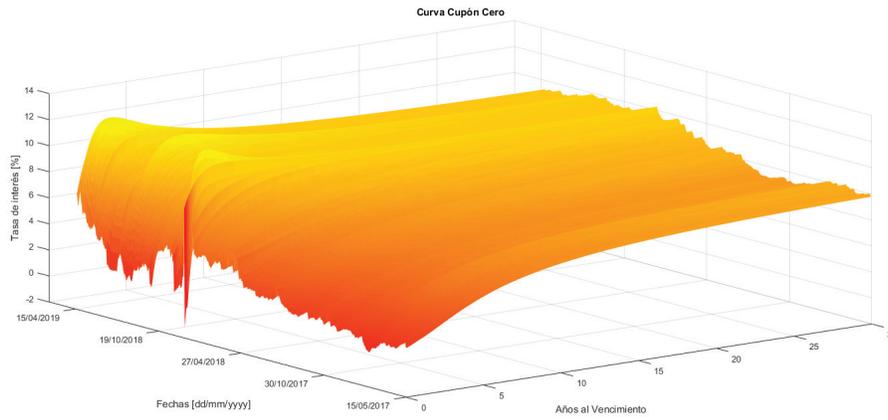
Parámetros Serie 11 Bonos Ponderada por Duration



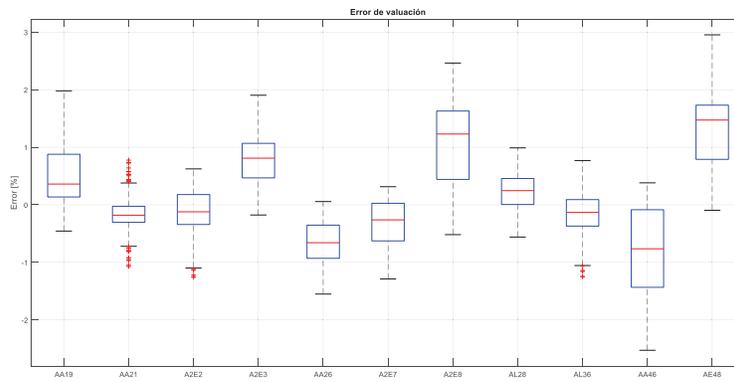
Nodos Serie 11 Bonos Ponderada por Duration



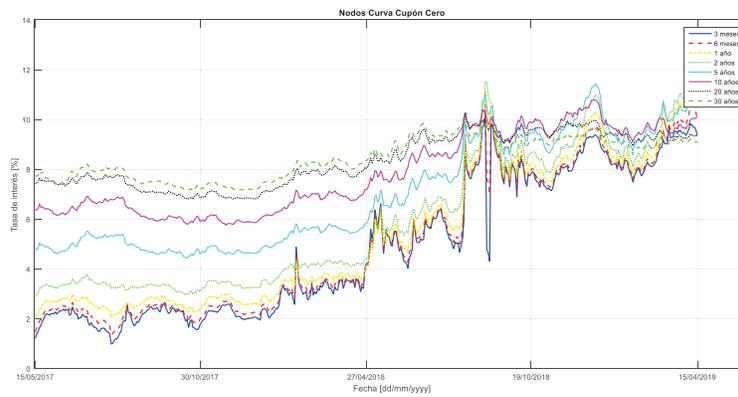
Curva Cero Cupón Serie 11 Bonos Ponderada por Duration



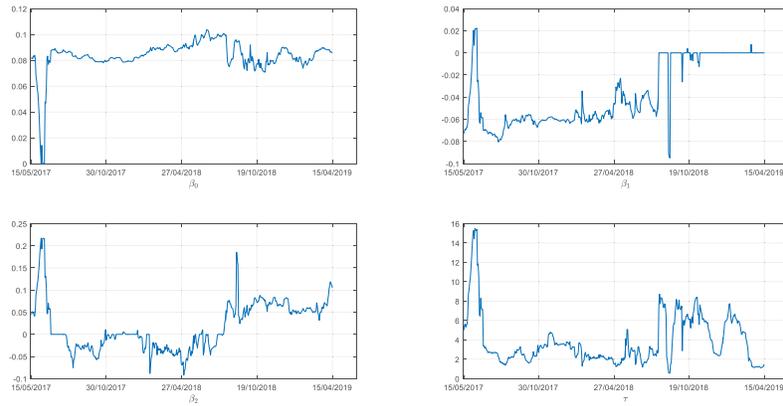
Boxplot Serie 11 Bonos Ponderada por Prom. Ponderado Duration



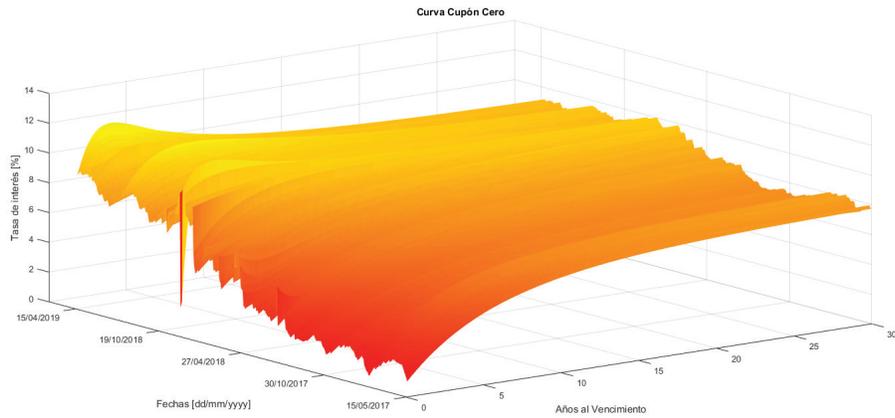
Nodos Serie 11 Bonos Ponderada por Prom. Ponderado Duration



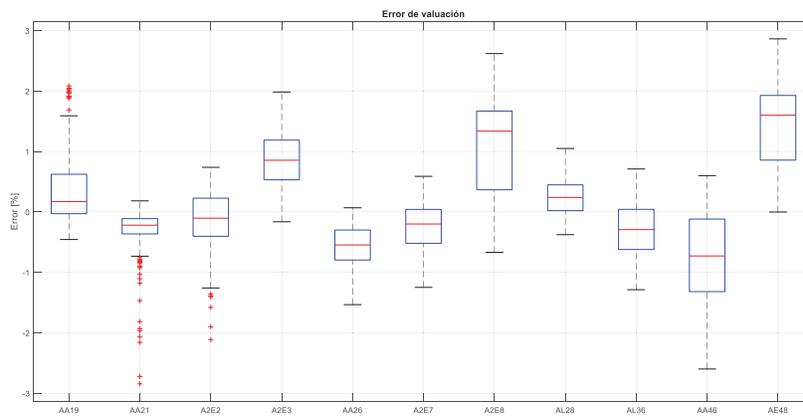
Parámetros Serie 11 Bonos Ponderada por Prom. Ponderado Duration



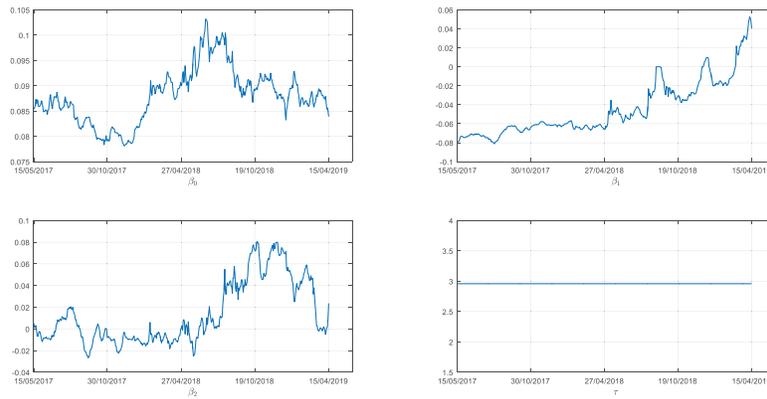
Curva Cero cupón Serie 11 Bonos Ponderada por Prom. Ponderado Duration



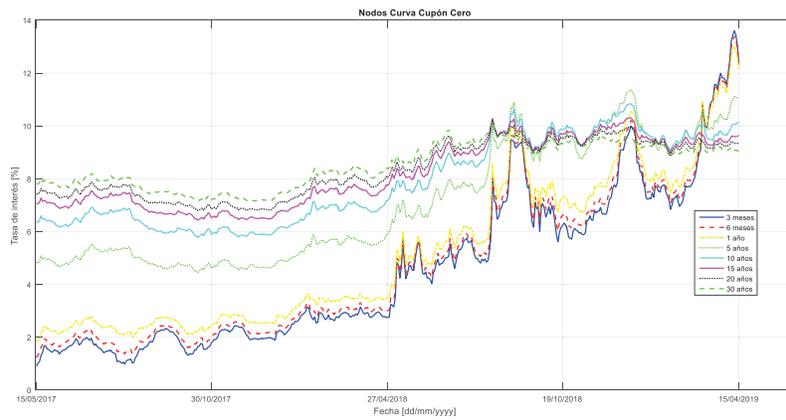
Boxplot Serie 11 Bonos Tau Fijo a la media



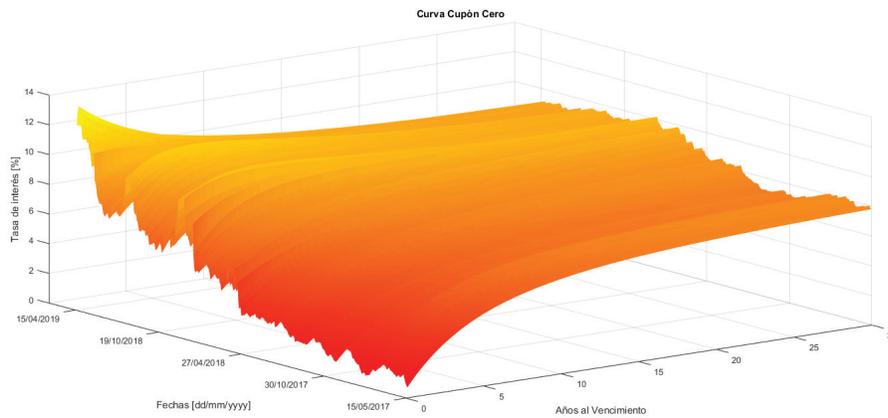
Parámetros N&S Serie 11 Bonos Tau Fijo a la media



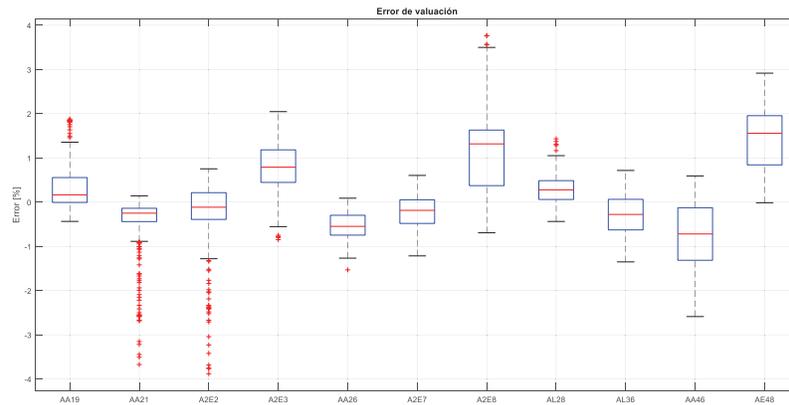
Nodos Serie 11 Bonos Tau Fijo a la media



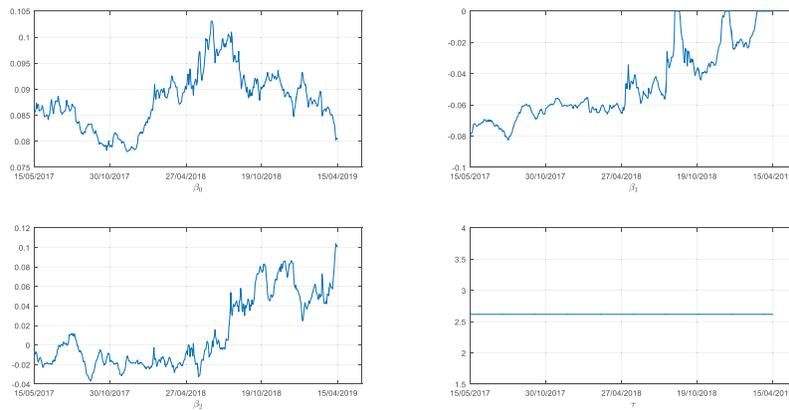
Curva Cero Cupón Serie 11 Bonos Tau Fijo a la media



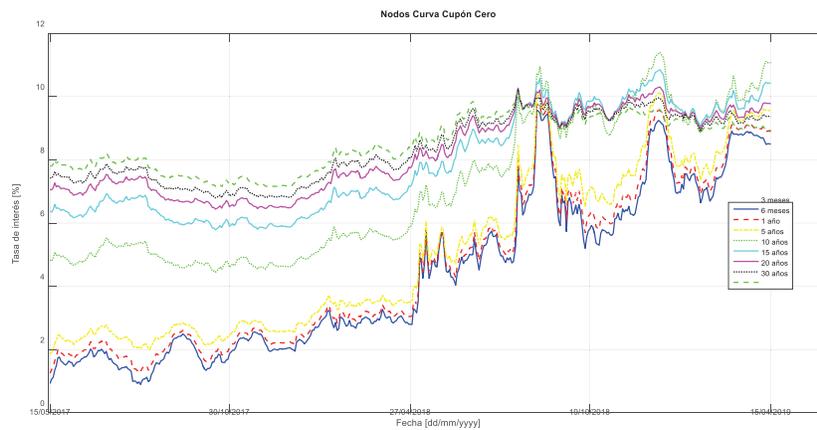
Boxplot Serie 11 Bonos Tau Fijo a la mediana



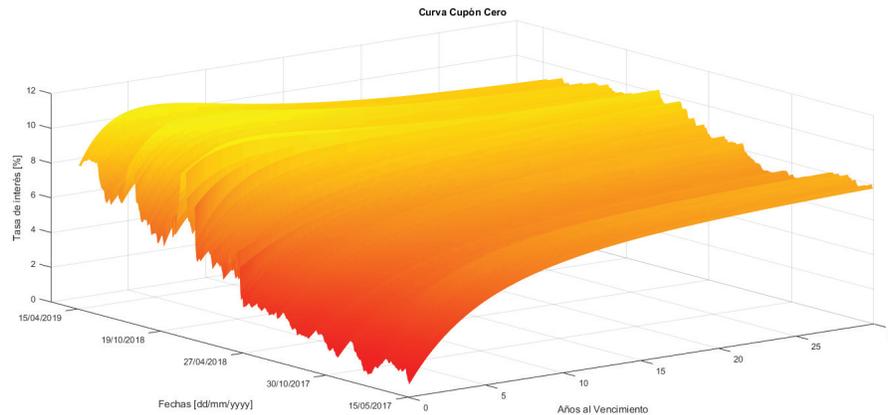
Parámetros N&S Serie 11 Bonos Tau Fijo a la mediana



Nodos Serie 11 Bonos Tau Fijo a la mediana



Curva Cero Cupón Serie 11 Bonos Tau Fijo a la mediana



Anexo 2. Tabla de precios BMG

FECHA	AA19	AA21	A2E2	A2E3	AA26	A2E7	A2E8	AL28	AL36	AA46	AE48	AC17
15/05/2017	106,66	110,01	106,41		111,19	107,99		105,16	104,92	106,98		
16/05/2017	106,67	110,07	106,52		111,42	108,37		105,49	105,10	107,21		
17/05/2017	106,53	109,83	106,08		110,86	107,74		105,00	104,35	106,46		
18/05/2017	106,08	109,07	105,32		109,46	106,47		103,60	102,74	104,58		
19/05/2017	106,13	109,39	105,65		110,42	107,34		104,66	103,96	105,94		
22/05/2017	106,02	109,22	105,43		110,41	107,23		104,48	103,69	105,47		
23/05/2017	106,05	109,36	105,56		110,65	107,57		104,66	103,89	105,81		
24/05/2017	106,18	109,56	105,78		111,02	108,07		105,18	104,39	106,90		
25/05/2017	106,20	109,48	105,67		110,82	107,86		105,10	104,13	106,74		
26/05/2017	106,23	109,63	105,78		110,92	107,98		105,15	104,14	106,89		
30/05/2017	106,44	109,94	106,14		111,35	108,48		105,67	104,52	107,30		
31/05/2017	106,48	110,03	106,23		111,44	108,68		105,88	104,51	107,32		
01/06/2017	106,52	110,17	106,41		111,64	109,03		106,16	104,63	107,42		
02/06/2017	106,71	110,48	107,00		112,29	109,80		107,20	105,55	108,57		
05/06/2017	106,74	110,51	106,89		112,28	109,82		107,43	105,69	108,88		
06/06/2017	106,86	110,76	107,20		112,78	110,27		107,92	106,32	109,86		
07/06/2017	106,83	110,73	106,87		112,69	110,14		107,69	106,27	109,58		
08/06/2017	106,75	110,59	106,75		112,47	110,08		107,57	106,02	109,49		
09/06/2017	106,72	110,50	106,65		112,40	109,90		107,29	105,75	109,24		
12/06/2017	106,69	110,37	106,59		112,22	109,65		107,08	105,47	109,01		
13/06/2017	106,67	110,33	106,55		112,29	109,81		107,16	105,65	109,16		
14/06/2017	106,73	110,51	106,68		112,63	110,20		107,66	106,70	109,73		
15/06/2017	106,64	110,28	106,35		112,16	109,73		106,96	105,89	108,78		
16/06/2017	106,68	110,23	106,26		112,00	109,62		106,88	105,83	108,53		
19/06/2017	106,58	109,99	106,02		111,38	108,79		106,28	105,11	107,19		
20/06/2017	106,45	109,63	105,74		110,68	108,19		105,35	104,06	105,91		
21/06/2017	106,42	109,18	105,48		110,29	107,84		104,92	103,39	105,31		
22/06/2017	106,52	109,49	105,83		110,98	108,51		105,60	104,54	106,55		
23/06/2017	106,65	109,70	106,09		111,26	108,74		105,87	104,99	107,19		
26/06/2017	106,75	109,83	106,39		111,75	109,29		106,42	105,73	107,98		
27/06/2017	106,57	109,25	105,69		110,50	108,04		105,12	104,45	105,83		
28/06/2017	106,44	109,21	105,60		110,32	107,85		104,99	104,26	105,55		
29/06/2017	106,21	108,72	105,05		109,07	106,68		103,88	102,91	104,08		90,80
30/06/2017	106,27	108,50	105,02		109,17	106,60		103,84	103,02	104,00		91,01
03/07/2017	106,32	108,57	104,99		109,02	106,60		103,72	102,90	103,92		91,02
05/07/2017	106,30	108,24	104,62		108,41	105,92		103,12	102,20	103,34		90,58
06/07/2017	106,06	107,96	104,18		107,65	105,04		98,86	97,62	102,00		89,57
07/07/2017	106,12	108,15	104,34		107,78	105,08		98,98	97,86	102,45		90,10
10/07/2017	106,37	108,56	104,96		108,83	105,98		99,82	99,11	103,84		91,25
11/07/2017	106,43	108,57	104,96		108,92	106,09		100,08	99,26	103,97		91,57
12/07/2017	106,60	108,81	105,24		109,41	106,82		100,68	100,14	105,15		92,34
13/07/2017	106,65	108,91	105,26		109,52	106,77		100,60	100,15	105,10		92,31
14/07/2017	106,73	109,17	105,44		109,96	107,15		101,08	100,76	105,72		92,67
17/07/2017	106,82	109,38	105,63		110,17	107,22		101,31	100,88	105,79		92,56
18/07/2017	106,90	109,31	105,43		109,79	106,85		100,94	100,44	105,31		91,90
19/07/2017	106,89	109,32	105,34		109,81	106,78		100,81	100,33	105,18		91,80
20/07/2017	106,96	109,37	105,34		110,06	106,89		101,00	100,44	105,29		91,90
21/07/2017	107,01	109,38	105,34		110,11	106,96		101,04	100,42	105,32		91,99
24/07/2017	106,98	109,13	105,09		109,61	106,47		100,31	99,54	104,41		91,13
25/07/2017	106,93	109,07	104,98		109,40	106,09		99,83	98,66	103,71		90,55
26/07/2017	107,09	109,45	102,65		110,05	103,42		100,58	99,56	104,75		91,54
27/07/2017	107,13	109,43	102,63		110,16	103,47		100,66	99,69	105,03		91,81
28/07/2017	107,08	109,30	102,42		109,74	102,98		100,25	99,23	104,51		91,26
31/07/2017	107,33	109,55	102,63		109,76	103,07		100,40	99,42	104,96		91,59
01/08/2017	107,33	109,60	102,76		109,90	103,22		100,63	99,69	105,26		92,25

FECHA	AA19	AA21	A2E2	AZE3	AA26	A2E7	A2E8	AL28	AL36	AA46	AE48	AC17
02/08/2017	107,30	109,58	102,75		109,74	103,02		100,52	99,40	105,07		92,24
03/08/2017	107,32	109,64	102,81		109,60	102,98		100,48	99,24	104,95		92,39
04/08/2017	107,29	109,50	102,65		109,32	102,64		100,04	98,63	104,22		91,81
07/08/2017	107,35	109,61	102,78		109,28	102,60		100,05	98,67	104,17		91,80
08/08/2017	107,28	109,71	102,91		109,74	102,94		100,45	99,23	104,78		92,54
09/08/2017	107,23	109,57	102,84		109,64	102,85		100,35	99,10	104,73		92,52
10/08/2017	107,14	109,38	102,75		109,34	102,51		100,01	98,80	104,45		92,60
11/08/2017	107,23	109,69	103,22		110,13	103,27		100,68	99,64	105,34		93,64
14/08/2017	107,51	110,50	104,49		111,61	105,13		102,86	102,32	108,26		96,42
15/08/2017	107,48	110,64	104,72		112,01	105,40		103,13	102,59	108,73		96,69
16/08/2017	107,46	110,70	104,77		112,51	105,92		103,71	103,21	109,46		97,40
17/08/2017	107,36	110,54	104,55		112,15	105,60		103,45	102,88	108,95		97,00
18/08/2017	107,33	110,52	104,53		112,41	105,97		103,72	103,17	109,30		97,36
22/08/2017	107,34	110,52	104,51		112,38	106,19		103,80	103,26	109,22		97,19
23/08/2017	107,42	110,77	104,77		112,95	106,78		104,49	104,21	110,27		98,04
24/08/2017	107,42	110,83	104,84		113,15	106,90		104,63	104,63	110,72		98,27
25/08/2017	107,43	110,96	104,99		113,67	107,55		105,14	105,32	111,62		99,12
28/08/2017	107,51	110,98	105,05		113,81	107,79		105,30	105,48	111,87		99,50
29/08/2017	107,55	111,12	105,13		114,21	108,07		105,55	105,64	112,18		99,65
30/08/2017	107,56	111,30	105,42		114,88	108,78		106,33	106,47	113,12		100,62
31/08/2017	107,52	111,24	105,37		114,82	108,63		106,16	106,19	112,79		100,35
01/09/2017	107,55	111,25	105,38		114,76	108,60		105,99	106,07	112,65		100,08
05/09/2017	107,61	111,40	105,52		115,31	109,06		106,48	106,65	113,26		100,60
06/09/2017	107,54	111,26	105,29		115,30	108,98		106,37	106,45	112,79		100,22
07/09/2017	107,62	111,44	105,50		115,81	109,57		106,92	106,99	113,18		100,83
08/09/2017	107,59	111,49	105,54		115,99	109,63		106,86	106,98	113,17		100,81
11/09/2017	107,62	111,54	105,57		116,02	109,60		106,85	106,88	113,04		100,55
12/09/2017	107,62	111,53	105,51		115,84	109,56		106,92	106,82	112,79		100,23
13/09/2017	107,74	111,78	105,81		116,41	110,16		107,51	107,43	113,49		101,10
14/09/2017	107,70	111,78	105,82		116,42	110,12		107,42	107,43	113,43		100,88
15/09/2017	107,73	111,84	105,86		116,69	110,32		107,64	107,66	113,64		101,24
18/09/2017	107,78	111,90	105,91		116,77	110,26		107,61	107,73	113,56		100,99
19/09/2017	107,80	111,91	105,89		116,57	110,17		107,49	107,59	113,40		100,78
20/09/2017	107,76	111,80	105,79		116,33	110,02		107,31	107,43	113,68		100,80
21/09/2017	107,69	111,73	105,65		116,18	109,89		107,20	107,25	113,78		100,66
22/09/2017	107,80	111,80	105,78		116,55	110,18		107,57	107,61	114,44		101,05
25/09/2017	107,89	111,87	105,84		116,43	110,09		107,61	107,61	114,42		100,91
26/09/2017	107,87	111,72	105,70		115,97	109,71		107,35	107,32	114,04		100,50
27/09/2017	107,77	111,60	105,44		115,17	108,90		106,54	106,33	112,93		99,63
28/09/2017	107,81	111,73	105,68		115,34	109,05		106,74	106,57	113,40		100,88
29/09/2017	107,91	112,00	105,99		115,78	109,43		106,99	106,86	114,09		101,91
02/10/2017	107,96	112,08	106,09		115,86	109,54		107,10	106,96	114,46		102,12
03/10/2017	108,01	112,16	106,20		115,88	109,67		107,30	107,19	114,83		102,68
04/10/2017	108,12	112,39	106,41		116,01	109,90		107,53	107,63	115,26		103,07
05/10/2017	108,13	112,61	106,54		116,05	110,07		107,73	107,95	115,60		103,51
06/10/2017	108,08	112,47	106,39		115,58	109,58		107,29	107,45	114,96		103,02
10/10/2017	108,09	112,50	106,48		115,74	109,63		107,47	107,69	115,04		103,22
11/10/2017	108,14	112,76	106,72		116,14	110,02		107,98	108,18	115,56		103,90
12/10/2017	108,18	113,00	107,09		116,71	110,70		108,48	108,95	116,18		104,35
13/10/2017	108,21	113,21	107,43		117,51	111,45		109,35	110,12	117,11		105,37
16/10/2017	108,28	113,27	107,48		117,68	111,53		109,37	110,28	117,11		105,39
17/10/2017	108,27	113,31	107,53		118,14	111,98		109,79	110,86	117,76		106,10
18/10/2017	108,25	113,14	107,41		117,77	111,68		109,54	110,66	117,37		105,88
19/10/2017	108,04	112,97	107,26		117,39	111,27		109,25	110,23	116,91		105,31
20/10/2017	108,00	112,84	106,95		116,97	110,87		108,77	109,75	116,45		105,07
23/10/2017	105,09	109,82	107,38		113,69	111,47		109,49	110,68	113,76		105,98
24/10/2017	105,03	109,55	107,05		112,93	110,59		108,68	109,58	112,38		104,90
25/10/2017	104,92	109,33	106,75		112,42	110,08		108,04	109,19	111,80		104,26
26/10/2017	104,78	109,12	106,40		111,79	109,37		107,37	108,21	110,53		102,91
27/10/2017	104,84	109,29	106,43		112,32	109,94		107,71	108,73	111,45		103,92
30/10/2017	105,00	109,65	106,92		113,76	111,35		108,90	110,17	113,20		106,36
31/10/2017	105,02	109,42	106,72		113,32	111,05		108,61	110,00	112,54		105,12
01/11/2017	104,93	109,24	106,47		112,92	110,71		108,31	109,67	112,12		104,82
02/11/2017	104,93	109,47	106,76		113,31	111,07		108,82	110,43	112,69		105,57
03/11/2017	104,84	109,29	106,54		112,87	110,64		108,46	110,01	111,92		104,60
07/11/2017	104,70	108,81	106,08		111,94	109,59		107,48	108,55	110,16		103,31
08/11/2017	104,65	108,75	106,00		111,97	109,58		107,47	108,30	110,03		103,35
09/11/2017	104,55	108,59	105,91		111,66	109,28		107,07	107,78	109,56		102,72
10/11/2017	104,53	108,55	105,88		111,52	109,17		106,88	107,61	109,34		102,42
13/11/2017	104,55	108,63	105,92		111,73	109,37		107,10	107,87	109,73		102,82
14/11/2017	104,60	108,71	105,99		111,80	109,43		107,18	107,93	109,83		102,91
15/11/2017	104,61	108,66	105,95		111,66	109,35		107,11	107,83	109,72		102,68
16/11/2017	104,85	109,01	106,35		112,54	110,26		108,07	108,95	111,04		104,43
17/11/2017	104,96	109,26	106,66		113,23	110,98		108,85	109,79	111,84		104,95
20/11/2017	104,98	109,21	106,72		113,30	111,03		108,96	109,93	111,92		105,04
21/11/2017	104,95	109,34	106,87		113,74	111,46		109,53	110,57	112,39		105,55
22/11/2017	104,97	109,44	107,04		113,96	111,73		109,84	111,03	112,73		105,85
24/11/2017	105,01	109,51	107,12		114,04	111,84		109,93	111,13	112,84		105,88
28/11/2017	105,16	109,68	107,48		114,60	112,36		110,58	112,01	113,71		106,91
29/11/2017	105,11	109,55	107,32		114,08	111,84		110,16	111,51	113,02		105,81
30/11/2017	105,07	109,55	107,31		114,02	111,81		110,08	111,45	112,89		105,82
01/12/2017	105,14	109,66	107,38		114,07	111,86		110,21	111,55	113,02		106,03
04/12/2017	105,23	109,89	107,55		114,32	112,09		110,39	111,83	113,50		106,50
05/12/2017	105,28	110,14	107,78		114,47	112,32		110,74	112,25	114,01		106,76
06/12/2017	105,20	110,07	107,53		114,04	111,99		110,32	111,93	113,89		106,45
07/12/2017	105,16	109,93	107,39		113,57	111,32		109,72	111,39	113,35		105,65
11/12/2017	105,16	109,82	107,27		113,23	111,05		109,49	111,14	113,22		105,57
12/12/2017	105,18	109,80	107,26		113,33	111,07		109,48	111,17	113,28		105,58
13/12/2017	105,23	109,91	107,50		113,73	111,48		109,92	111,47	113,74		106,43
14/12/2017	105,26	110,00	107,77		114,11	111,77		110,12	111,58	113,98		106,51
15/12/2017	105,33	110,02	107,77		114,15	111,83		110,20	111,63	114,06		106,53

FECHA	AA19	AA21	A2E2	A2E3	AA26	A2E7	A2E8	AL28	AL36	AA46	AE48	AC17
18/12/2017	105,41	110,13	107,89		114,36	112,03		110,43	111,70	114,29		106,57
19/12/2017	105,42	110,05	107,92		114,38	111,98		110,30	111,60	114,03		106,21
20/12/2017	105,43	110,07	107,89		114,34	111,88		110,19	111,44	113,78		106,13
21/12/2017	105,46	110,09	107,90		114,42	111,96		110,32	111,63	114,01		106,38
22/12/2017	105,49	110,08	107,89		114,42	111,98		110,33	111,65	114,03		106,40
26/12/2017	105,53	110,16	107,98		114,55	112,13		110,47	111,75	114,21		106,48
27/12/2017	105,57	110,16	107,98		114,68	112,27		110,56	111,97	114,44		107,03
28/12/2017	105,58	110,15	108,01		114,73	112,33		110,60	112,04	114,54		103,15
29/12/2017	105,56	110,20	108,04		114,71	112,33		110,63	112,02	114,49		103,57
02/01/2018	105,60	110,25	108,03		114,58	112,18		110,53	111,74	114,31		103,31
03/01/2018	105,57	110,15	107,89		114,15	111,79		110,05	111,11	113,52		102,21
04/01/2018	105,58	110,14	107,83		114,05	111,45		109,68	110,77	112,98		101,90
05/01/2018	105,46	109,80	107,10		113,60	110,81		108,72	109,93	111,37		101,29
08/01/2018	105,49	109,67	106,85		113,41	110,56		105,08	105,88	111,02		100,58
09/01/2018	105,51	109,61	106,76		113,35	110,65		105,01	105,73	111,00		100,74
10/01/2018	105,48	109,55	106,68		112,97	110,31		104,64	105,18	110,44		99,99
11/01/2018	105,52	109,69	106,83	99,83	113,37	110,61	99,35	104,84	105,34	110,95	99,41	100,66
12/01/2018	105,52	109,67	106,83	99,66	113,24	110,54	99,20	104,77	105,29	110,95	99,48	100,66
16/01/2018	105,56	109,75	106,92	99,72	113,47	110,83	99,46	105,07	105,56	111,30	99,92	101,30
17/01/2018	105,57	109,65	106,87	99,67	113,39	110,79	99,56	105,02	105,49	111,17	99,92	101,08
18/01/2018	105,50	109,57	106,72	99,55	113,14	110,57	99,38	104,75	105,09	110,79	99,40	100,62
19/01/2018	105,43	109,38	106,55	99,29	112,80	110,21	98,92	104,33	104,61	110,14	98,68	99,57
22/01/2018	105,35	109,14	106,39	99,07	112,58	109,96	98,62	104,02	104,13	109,60	98,20	99,34
23/01/2018	105,35	109,14	106,34	99,09	112,62	109,98	98,65	103,96	104,12	109,62	98,35	99,63
24/01/2018	105,34	109,00	106,17	98,90	112,51	109,72	98,40	103,65	103,69	109,01	97,81	99,14
25/01/2018	105,37	108,94	106,07	98,81	112,39	109,48	98,30	103,49	103,53	108,73	97,72	98,83
26/01/2018	105,34	108,87	103,19	98,77	112,40	106,02	98,25	103,43	103,49	108,64	98,06	99,13
29/01/2018	105,30	108,61	102,91	98,38	112,00	105,51	97,61	102,75	102,71	107,58	97,19	98,37
30/01/2018	105,29	108,39	102,62	97,92	111,69	105,15	97,10	102,39	102,30	107,00	96,65	97,76
31/01/2018	105,32	108,57	102,81	98,13	112,26	105,61	97,63	102,86	102,89	107,64	97,33	98,78
01/02/2018	105,22	108,48	102,63	97,86	111,89	105,33	97,15	102,57	102,55	107,23	96,73	98,19
02/02/2018	105,06	108,14	102,20	97,48	111,04	104,46	96,18	101,69	101,60	106,14	95,35	97,30
05/02/2018	104,84	107,87	101,93	97,09	110,56	103,89	95,62	101,05	100,89	105,19	94,59	96,23
06/02/2018	104,67	107,88	101,80	97,00	110,15	103,55	95,41	100,64	100,67	104,89	94,23	95,98
07/02/2018	104,86	108,25	102,34	97,49	110,58	104,14	95,94	101,11	101,21	105,52	94,79	96,53
08/02/2018	104,61	107,76	101,82	96,85	108,52	102,45	94,04	99,26	99,22	103,04	92,34	93,84
09/02/2018	104,45	107,25	101,15	96,05	107,01	100,91	92,32	97,56	97,25	101,09	90,43	92,12
14/02/2018	104,60	107,73	101,66	96,47	107,76	101,24	93,41	98,07	97,15	100,44	90,41	92,58
15/02/2018	105,06	108,32	102,38	97,14	109,40	102,59	94,96	99,64	98,92	102,90	92,65	94,70
16/02/2018	105,08	108,51	102,56	97,29	110,05	103,12	95,35	100,12	99,71	103,71	93,29	95,58
20/02/2018	105,06	108,12	102,15	96,81	109,70	102,76	94,94	99,69	98,83	102,70	92,14	94,32
21/02/2018	105,09	108,08	102,03	96,75	109,53	102,58	94,74	99,50	98,48	102,44	91,85	93,96
22/02/2018	104,92	108,05	101,94	96,42	109,10	102,24	94,21	99,07	98,14	102,09	91,48	93,32
23/02/2018	105,17	108,20	102,17	96,59	109,31	102,45	94,74	99,56	98,33	102,46	92,10	94,22
26/02/2018	105,21	108,43	102,52	97,00	109,86	103,01	95,34	99,95	99,16	103,34	93,21	94,98
27/02/2018	105,23	108,34	102,46	96,84	109,72	102,81	95,07	99,92	98,93	102,79	92,98	94,63
28/02/2018	105,10	108,20	102,28	96,70	109,39	102,47	94,70	99,78	98,52	102,13	92,48	93,84
01/03/2018	105,15	108,09	102,14	96,63	108,87	102,04	93,96	99,14	97,76	101,40	91,81	92,99
02/03/2018	105,31	108,20	102,11	96,71	108,85	102,03	94,43	99,48	97,73	101,53	91,94	93,29
05/03/2018	105,24	108,26	102,19	96,57	108,94	102,11	94,29	99,39	97,79	101,70	92,07	93,08
06/03/2018	105,31	108,45	102,22	96,76	109,14	102,33	94,64	99,52	98,09	102,06	92,35	93,63
07/03/2018	105,22	108,25	101,94	96,69	108,80	101,98	94,16	99,26	97,56	101,44	91,63	92,78
08/03/2018	105,26	108,42	102,05	96,98	109,23	102,33	94,75	99,72	98,18	102,02	92,32	93,51
09/03/2018	105,45	108,85	102,61	97,78	110,59	103,71	96,02	101,00	99,65	103,79	94,09	95,28
12/03/2018	105,43	108,79	102,66	97,71	110,78	103,90	96,03	101,17	99,99	104,02	94,17	95,51
13/03/2018	105,36	108,63	102,39	97,43	110,40	103,51	95,64	100,64	99,60	103,58	93,85	95,11
14/03/2018	105,36	108,53	102,30	97,54	110,37	103,46	95,61	100,66	99,57	103,58	93,93	95,05
15/03/2018	105,36	108,27	101,87	97,24	109,60	102,60	94,88	99,98	98,71	102,52	92,89	93,93
16/03/2018	105,41	108,19	101,86	97,24	109,41	102,43	94,59	99,85	98,49	102,24	92,55	93,67
19/03/2018	105,40	107,97	101,58	96,60	108,62	101,67	93,64	98,92	97,44	100,93	91,35	92,30
20/03/2018	105,49	108,28	101,82	96,80	108,89	101,83	94,18	99,16	97,43	101,09	91,77	92,62
21/03/2018	105,54	108,53	102,09	96,83	109,36	102,33	94,64	99,31	97,96	101,68	91,91	92,87
22/03/2018	105,50	108,48	102,01	96,93	109,17	102,14	94,25	99,17	97,52	101,09	91,13	92,45
23/03/2018	105,47	108,47	101,90	96,79	108,85	101,87	93,92	98,72	96,60	100,42	90,44	91,70
26/03/2018	105,55	108,69	102,21	97,17	109,29	102,30	94,63	99,72	97,17	101,03	91,10	92,37
27/03/2018	105,57	108,77	102,28	97,20	109,58	102,60	94,71	99,90	97,67	101,51	91,70	93,05
28/03/2018	105,56	108,80	102,32	97,24	109,75	102,78	95,12	100,17	97,92	101,75	92,02	93,51
03/04/2018	105,39	108,91	102,45	97,44	110,30	103,32	95,48	100,50	98,41	102,41	92,44	93,70
04/04/2018	105,46	108,91	102,47	97,51	110,15	103,13	95,48	100,41	98,31	102,36	92,42	93,58
05/04/2018	105,52	109,11	102,79	97,99	110,59	103,53	95,72	101,01	99,15	103,05	93,15	93,77
06/04/2018	105,53	109,03	102,79	97,94	110,49	103,33	95,48	100,81	98,97	102,81	93,03	93,59
09/04/2018	105,55	109,06	102,85	98,03	110,62	103,41	95,70	101,00	99,21	102,94	93,26	93,85
10/04/2018	105,58	109,20	102,98	98,03	110,98	103,83	96,34	101,37	100,28	103,98	94,17	94,64
11/04/2018	105,62	109,33	103,14	98,59	111,15	104,07	96,52	101,69	100,75	104,54	94,75	95,11
12/04/2018	105,66	109,47	103,30	98,76	111,49	104,40	96,89	102,20	101,34	105,24	95,51	95,83
13/04/2018	105,65	109,37	103,26	98,77	111,41	104,32	96,90	102,26	101,39	105,42	95,46	95,91
16/04/2018	105,67	109,32	103,19	98,63	111,31	104,19	96,69	102,11	101,34	105,21	95,20	95,70
17/04/2018	105,69	109,30	103,20	98,74	111,44	104,30	96,86	102,24	101,36	105,21	95,28	95,78
18/04/2018	105,63	109,18	103,16	98,69	111,39	104,24	96,67	101,90	101,31	105,07	95,04	95,48
19/04/2018	105,64	109,14	103,04	98,54	110,94	103,85	96,37	101,59	100,70	104,22	94,16	94,70
20/04/2018	105,67	109,11	102,94	98,41	110,67	103,55	95,80	101,19	100,23	103,57	93,57	94,04
23/04/2018	102,61	105,67	102,91	98,39	106,79	103,40	95,58	100,86	99,96	99,51	93,39	93,78
24/04/2018	102,62	105,68	102,90	98,23	106,67	103,26	95,40	100,53	99,82	99,23	93,22	93,45
25/04/2018	102,64	105,60	102,82	98,00	106,43	102,91	95,07	100,35	99,36	98,68	92,75	93,07
26/04/2018	102,42	105,28	102,47	97,49	105,37	102,05	93,77	99,08	98,22	97,53</		

FECHA	AA19	AA21	A2E2	A2E3	AA26	A2E7	A2E8	AL28	AL36	AA46	AE48	AC17
08/05/2018	100,98	101,36	98,26	93,42	99,58	96,06	89,14	94,12	91,14	90,37	86,39	87,92
09/05/2018	101,17	101,27	98,15	93,27	99,41	96,09	89,54	93,94	91,51	90,72	87,39	88,99
10/05/2018	101,70	102,04	99,29	94,50	101,11	97,84	90,84	95,40	93,76	93,31	88,90	90,39
11/05/2018	101,33	101,45	98,71	93,99	100,38	97,14	90,25	95,27	92,99	92,72	88,56	90,08
14/05/2018	100,63	100,22	97,17	92,32	98,80	95,91	88,68	93,87	91,79	91,07	86,97	88,32
15/05/2018	101,57	101,29	97,58	93,51	99,68	96,81	90,14	94,30	92,92	92,44	88,53	90,21
16/05/2018	101,98	102,82	99,84	95,00	101,95	98,80	92,18	96,50	94,80	93,93	89,51	90,98
17/05/2018	101,73	102,66	99,81	94,79	102,01	98,84	91,84	96,29	94,62	93,87	89,20	90,33
18/05/2018	101,44	102,57	99,61	94,55	101,99	99,05	91,75	95,99	94,32	93,66	88,93	90,24
21/05/2018	101,73	102,57	99,67	94,60	102,22	99,37	92,03	96,34	94,58	93,93	89,23	90,38
23/05/2018	101,69	103,01	100,10	95,04	103,00	99,76	92,62	96,86	95,58	94,94	90,05	91,35
24/05/2018	101,84	102,96	100,02	94,92	102,83	99,65	92,33	96,60	95,27	94,63	89,37	90,71
29/05/2018	101,71	102,50	99,44	94,28	101,69	98,77	91,54	95,92	93,75	92,81	87,56	88,90
30/05/2018	101,64	102,17	99,04	93,83	101,03	98,48	91,08	95,27	92,66	91,25	86,65	88,01
31/05/2018	101,39	101,53	98,16	93,07	99,58	97,12	89,86	94,10	91,23	89,79	84,91	86,56
01/06/2018	101,46	101,72	98,30	93,22	99,74	97,24	90,21	94,15	91,28	89,84	85,23	87,03
04/06/2018	102,20	102,76	99,41	94,41	101,42	99,05	92,12	96,09	93,51	92,47	87,98	89,53
05/06/2018	102,25	103,28	100,13	95,03	102,04	99,60	92,66	96,81	94,32	93,82	89,23	90,41
06/06/2018	102,13	103,29	100,22	95,14	102,16	99,69	92,69	96,86	94,66	94,35	89,51	90,60
07/06/2018	102,17	102,99	99,97	94,92	101,65	99,13	92,25	96,25	94,16	93,63	88,49	90,00
08/06/2018	102,32	103,45	100,47	95,39	101,91	99,42	92,70	96,81	94,40	93,81	88,56	89,91
11/06/2018	102,23	103,07	100,05	94,97	101,00	98,44	91,45	95,75	93,30	92,53	87,32	88,37
12/06/2018	102,18	102,84	99,67	94,29	99,80	97,32	90,14	94,55	91,76	90,90	85,61	86,83
13/06/2018	102,21	102,92	99,65	94,38	99,42	96,80	89,74	94,05	91,11	90,04	84,68	86,17
14/06/2018	101,88	102,07	98,66	92,83	97,79	94,82	87,57	92,11	88,70	87,07	82,20	84,04
15/06/2018	101,79	101,66	97,80	92,48	96,79	94,00	87,11	91,24	87,74	86,28	82,00	83,67
18/06/2018	101,66	100,96	97,12	92,07	95,69	92,94	86,11	90,34	86,92	85,09	81,20	82,81
19/06/2018	101,74	100,97	97,10	91,94	96,46	93,46	87,06	90,68	87,15	86,00	82,71	84,14
21/06/2018	102,03	101,67	97,91	92,76	97,62	94,81	88,19	91,87	88,45	87,34	83,63	85,18
22/06/2018	102,22	102,13	98,40	93,17	98,74	95,86	88,76	92,84	89,21	87,96	83,70	85,32
25/06/2018	102,17	102,08	98,14	92,81	98,02	95,35	88,12	92,09	88,23	87,09	82,63	84,25
26/06/2018	102,04	101,85	97,80	92,18	97,21	94,67	87,15	91,58	87,52	86,37	81,48	83,18
27/06/2018	102,01	101,35	97,30	91,76	95,95	93,29	86,11	90,70	85,89	84,59	79,92	81,80
28/06/2018	101,97	101,00	96,95	91,43	95,38	92,72	85,47	89,67	85,26	83,75	79,57	77,75
29/06/2018	101,96	100,54	96,44	90,74	94,29	91,65	84,74	88,70	84,36	82,85	78,75	76,90
02/07/2018	101,83	100,06	96,11	90,60	94,53	91,69	85,12	88,78	84,46	83,00	79,48	77,50
03/07/2018	102,12	100,55	96,63	91,24	95,50	92,67	85,96	89,67	85,85	84,56	81,27	79,22
05/07/2018	102,35	100,97	97,07	91,83	96,16	93,41	86,78	90,21	86,67	85,71	82,45	80,27
06/07/2018	102,42	101,36	97,50	92,36	96,96	94,10	87,26	88,05	84,48	83,25	80,07	81,95
10/07/2018	102,43	101,25	97,39	92,12	96,96	94,14	86,92	87,94	84,08	86,88	83,10	80,78
11/07/2018	102,43	100,78	96,90	89,47	96,56	93,51	83,52	87,37	83,36	86,00	79,00	80,21
12/07/2018	102,34	100,81	96,99	89,49	96,90	93,83	83,84	87,77	83,63	86,60	79,11	80,23
13/07/2018	102,35	100,86	97,12	89,57	97,20	94,11	84,09	88,26	84,15	87,42	79,66	80,25
16/07/2018	102,27	100,63	96,84	89,12	96,71	93,64	83,53	87,56	83,56	87,01	79,06	80,21
17/07/2018	102,17	100,30	96,43	88,77	96,21	93,03	83,24	87,21	82,95	86,26	78,67	79,88
18/07/2018	102,24	100,58	96,67	89,15	96,68	93,50	84,02	87,88	83,31	86,79	79,06	80,02
19/07/2018	102,26	100,55	96,70	89,30	96,58	93,54	84,12	88,17	83,37	86,70	79,16	80,17
20/07/2018	102,31	100,94	97,03	89,51	96,90	93,97	84,36	88,48	83,83	87,09	79,28	80,59
23/07/2018	102,29	100,93	96,98	89,27	96,20	93,52	84,12	88,21	83,46	86,18	78,85	80,19
24/07/2018	102,20	100,91	96,91	89,14	95,91	93,21	83,56	87,88	83,13	85,41	77,98	78,75
25/07/2018	102,26	101,35	97,31	89,61	96,25	93,57	83,81	88,19	83,41	85,75	78,24	79,42
26/07/2018	102,49	101,90	95,10	90,29	97,30	91,23	84,79	89,11	84,88	87,10	79,35	80,13
27/07/2018	102,51	102,23	95,52	90,43	97,79	91,79	85,05	89,44	85,36	87,56	79,89	80,48
30/07/2018	102,55	102,32	95,58	90,52	97,80	91,78	85,03	89,35	85,27	87,47	79,47	80,63
31/07/2018	102,46	102,22	95,37	90,39	97,35	91,30	84,36	88,98	84,96	87,21	79,34	80,46
01/08/2018	102,50	102,09	95,22	90,26	96,88	90,83	83,90	88,41	84,43	86,66	78,71	79,91
02/08/2018	102,56	101,81	94,94	90,02	96,31	90,32	83,64	88,18	83,85	85,99	78,10	79,55
03/08/2018	102,67	101,88	95,07	90,34	96,48	90,48	83,91	88,28	84,01	86,13	78,27	79,69
06/08/2018	102,59	101,68	94,85	89,95	95,85	89,91	83,31	87,36	83,28	85,16	77,29	79,10
07/08/2018	102,53	101,29	94,44	89,36	94,80	88,69	82,00	86,40	82,25	84,12	76,45	79,12
08/08/2018	102,41	100,82	93,83	88,54	93,83	87,38	80,97	85,35	80,96	82,94	75,85	77,04
09/08/2018	102,36	99,76	92,78	87,16	92,38	85,54	79,68	83,93	79,48	81,50	74,61	76,41
10/08/2018	101,82	97,37	90,34	84,70	88,08	81,84	76,54	80,16	76,15	78,34	71,59	76,43
13/08/2018	100,94	95,19	87,77	82,41	86,23	80,24	74,34	78,07	73,89	75,71	69,78	79,89
14/08/2018	101,54	96,66	89,52	84,71	88,70	82,68	77,01	80,44	76,04	78,13	72,77	73,24
15/08/2018	101,41	96,56	89,50	84,92	88,82	82,79	77,18	80,72	76,39	79,31	73,75	73,93
16/08/2018	101,98	97,79	90,57	85,48	90,54	84,35	78,29	81,98	78,63	81,28	74,74	73,95
17/08/2018	101,90	97,68	90,57	85,29	90,60	84,25	78,15	81,56	78,19	81,16	74,39	73,72
21/08/2018	101,96	97,31	90,24	84,58	90,16	83,81	77,45	81,06	77,62	80,35	73,72	74,55
22/08/2018	101,97	96,97	89,99	84,43	89,85	83,47	77,19	80,76	77,36	80,26	73,67	74,82
23/08/2018	101,99	96,47	89,69	84,05	89,57	82,88	77,01	80,36	77,27	79,99	73,59	74,24
24/08/2018	102,06	96,50	89,72	84,04	89,63	82,82	76,96	80,35	77,35	80,06	73,42	75,11
27/08/2018	102,18	96,82	89,97	84,37	90,22	83,43	77,58	81,04	77,81	80,56	74,04	74,92
28/08/2018	102,13	96,48	89,65	83,93	89,81	83,14	77,12	80,61	77,51	80,18	73,63	74,69
29/08/2018	101,60	95,24	88,24	82,31	88,39	81,63	75,33	78,65	75,60	78,24	71,42	73,71
30/08/2018	100,12	92,37	85,13	79,64	85,12	78,83	73,15	76,18	73,39	76,05	70,53	72,35
31/08/2018	100,10	92,06	85,07	79,82	85,33	78,89	73,51	76,60	73,62	76,25	70,97	72,85
04/09/2018	100,02	90,97	83,99	78,54	84,50	78,73	72,82	75,78	72,96	75,59	70,24	81,81
05/09/2018	101,22	91,89	84,83	79,92	86,01	80,55	75,18	77,76	75,26	77,86	72,55	73,83
06/09/2018	101,61	93,01	86,09	81,45	87,53	81,55	76,49	79,21	76,74	79,31	73,66	74,85
07/09/2018	101,76	93,28	86,33	81,53	87,53	81,41	76,07	78,84	76,73	79,33	72,70	74,83
10/09/2018	101,37	92,64	85,64	80,71	86,57	80,41	74,85	77,51	75,46	78,22	71,51	72,18
11/09/2018	101,54	92,74	85,65	80,99	86,37	80,32	74,88	77,61	75,33	77,87	71,59	72,69
12/09/2018	102,02	94,64	87,65	83,93	88,68	82,58	77,26	79,89	77,96	80,71	74,17	75,71
13/09/2018	102,16	95,29	88,32	83,51	88,95	82,86	77,26	80,23	78,21	81,16	74,62	75,98
14/09/2018	102,42	96,33	89,35	84,68	90,25	84,23	79,01	81,79	79,72	82,57	76,51	77,75
17												

FECHA	AA19	AA21	A2E2	A2E3	AA26	A2E7	A2E8	AL28	AL36	AA46	AE48	AC17
24/09/2018	103,01	98,69	91,56	85,69	93,10	87,18	80,91	84,15	82,34	85,38	78,26	79,83
25/09/2018	102,84	98,92	91,79	86,03	93,24	87,11	81,15	84,35	82,54	85,71	79,19	80,79
26/09/2018	102,80	98,83	91,76	85,89	93,08	87,00	81,06	84,03	82,11	85,48	78,75	79,98
27/09/2018	103,29	100,35	92,92	87,06	94,33	88,21	82,33	85,57	83,50	86,68	80,18	80,84
28/09/2018	102,91	98,91	91,65	85,75	92,81	86,72	80,82	84,05	81,94	85,16	78,40	80,74
01/10/2018	102,96	98,88	91,27	85,25	92,47	86,19	80,24	83,50	81,41	84,30	77,52	80,80
02/10/2018	103,01	99,08	91,27	85,40	92,46	86,04	80,20	83,50	81,28	84,06	77,79	80,82
03/10/2018	103,10	99,40	91,43	85,47	92,46	85,49	79,88	83,02	80,72	83,23	77,04	80,03
04/10/2018	102,96	98,60	90,46	84,24	90,63	83,58	78,04	80,95	78,91	81,39	74,93	78,08
05/10/2018	102,95	98,08	89,77	83,59	89,84	82,80	77,13	80,31	78,03	80,74	74,34	76,91
09/10/2018	103,15	98,46	90,23	84,19	90,34	83,38	77,75	80,72	78,51	81,31	75,34	76,38
10/10/2018	103,05	97,74	89,57	82,85	89,09	82,07	76,42	79,15	77,00	79,98	73,37	76,47
11/10/2018	103,14	98,23	89,79	83,53	89,38	82,50	77,21	79,73	77,46	80,09	74,37	76,19
12/10/2018	103,36	99,18	90,59	84,44	90,81	83,77	78,57	81,14	79,20	82,00	76,00	77,58
15/10/2018	103,47	100,03	91,54	85,53	91,82	84,91	79,85	82,47	80,32	83,56	77,62	78,24
16/10/2018	103,50	100,29	91,95	85,71	92,11	85,31	80,02	82,67	80,79	84,40	77,93	78,74
17/10/2018	103,46	99,48	91,18	84,70	90,74	84,06	78,54	81,26	79,23	82,66	75,96	77,09
18/10/2018	103,48	99,26	90,92	84,67	90,51	83,71	78,37	81,13	78,55	82,30	75,43	76,76
19/10/2018	103,51	99,31	90,98	84,56	90,76	83,95	78,49	81,13	78,98	82,55	75,56	76,93
22/10/2018	100,42	95,76	90,91	84,64	86,96	83,91	78,28	81,05	78,91	78,65	75,31	76,78
23/10/2018	100,50	95,78	90,89	84,80	86,84	83,84	78,36	81,01	78,81	78,41	75,52	76,92
24/10/2018	100,50	95,67	90,79	84,60	86,36	83,21	77,52	80,39	78,28	77,69	74,74	76,55
25/10/2018	100,58	96,14	91,34	85,31	86,71	84,08	78,23	80,96	78,80	78,53	75,38	77,04
26/10/2018	100,71	96,11	91,51	85,53	86,64	84,24	78,12	81,00	78,64	78,25	75,20	76,45
29/10/2018	100,73	96,20	91,70	85,76	86,75	84,34	78,24	81,11	78,82	78,34	75,28	76,48
30/10/2018	100,79	96,17	91,64	86,03	87,27	84,91	78,90	81,64	79,06	78,68	75,72	76,80
31/10/2018	100,90	96,31	91,81	86,24	87,80	85,49	79,47	82,01	79,36	79,12	76,10	77,03
01/11/2018	101,09	96,93	92,42	87,09	89,15	86,77	80,54	83,37	80,37	80,21	76,95	77,51
02/11/2018	101,16	97,28	92,75	87,55	89,94	87,49	81,27	84,29	81,40	81,19	77,81	77,90
05/11/2018	101,24	97,53	93,25	88,10	90,45	87,99	82,05	85,07	82,13	81,90	78,52	78,59
06/11/2018	101,26	97,53	93,35	88,32	90,75	88,30	82,26	85,15	82,73	82,68	78,57	79,97
07/11/2018	101,27	97,59	93,48	88,70	90,77	88,38	82,48	85,38	82,89	82,95	78,63	80,22
08/11/2018	101,24	97,36	93,20	88,21	90,07	87,69	81,66	84,71	82,24	82,31	77,83	79,22
09/11/2018	101,22	97,28	93,14	88,05	89,90	87,48	81,60	84,53	82,06	82,10	77,67	78,32
13/11/2018	101,23	96,74	92,50	87,18	89,06	86,72	80,59	83,60	81,04	80,92	76,29	77,46
14/11/2018	101,25	96,65	92,44	87,14	88,98	86,62	80,62	83,57	80,91	80,77	76,68	77,78
15/11/2018	101,21	96,35	92,13	86,80	88,49	86,17	80,17	83,13	80,44	80,33	76,29	77,67
16/11/2018	101,26	96,29	92,05	86,70	88,14	85,68	79,84	82,73	80,06	80,04	76,19	77,34
19/11/2018	101,31	96,16	91,83	86,34	87,61	85,10	79,20	82,07	79,42	79,40	75,45	76,88
20/11/2018	101,27	95,58	90,88	85,41	86,55	83,95	78,02	81,16	78,26	78,14	74,56	76,10
21/11/2018	101,36	95,82	91,12	85,71	87,15	84,48	78,38	81,47	78,88	78,85	75,03	76,59
23/11/2018	101,38	95,71	91,08	85,70	86,97	84,34	78,31	81,31	78,67	78,65	74,89	76,22
26/11/2018	101,38	95,57	90,77	85,37	86,25	83,57	77,55	80,74	77,94	77,91	74,29	75,72
27/11/2018	101,46	95,18	90,30	85,02	85,36	82,74	76,98	80,04	76,57	76,39	73,70	74,90
28/11/2018	101,52	95,52	90,66	85,54	85,87	83,23	77,61	80,50	77,22	77,14	74,58	75,87
29/11/2018	101,54	95,49	90,55	85,41	85,72	83,17	77,40	80,27	77,15	77,05	74,46	75,69
30/11/2018	101,60	95,52	90,54	85,47	85,77	83,17	77,40	80,41	77,40	77,20	74,74	75,95
03/12/2018	101,70	95,87	90,89	85,74	86,51	83,86	78,07	81,22	78,37	78,11	75,32	76,68
04/12/2018	101,57	95,35	89,90	84,78	85,46	82,58	76,86	80,04	77,32	77,08	74,43	75,91
06/12/2018	101,66	95,30	89,74	84,71	85,68	82,68	77,15	80,19	77,52	77,05	74,81	76,23
07/12/2018	101,70	95,28	89,81	84,47	85,72	82,81	77,14	80,34	78,04	77,32	74,99	76,37
10/12/2018	101,73	94,71	88,83	83,64	84,50	81,77	75,83	78,99	76,84	76,05	73,80	75,51
11/12/2018	101,72	94,50	88,71	83,33	84,23	81,30	75,63	78,75	76,59	75,77	73,39	75,36
12/12/2018	101,77	94,63	88,98	83,71	84,73	81,76	76,38	79,12	77,35	76,75	74,30	76,28
13/12/2018	101,74	94,38	88,86	83,62	84,56	81,63	76,12	78,93	77,23	76,63	74,11	76,07
14/12/2018	101,74	93,54	88,11	83,13	83,86	81,05	75,96	78,38	76,65	75,99	73,73	75,72
17/12/2018	101,82	92,80	87,56	82,48	82,95	80,41	75,45	77,88	76,08	75,33	72,98	75,27
18/12/2018	101,88	92,63	87,50	82,29	83,04	80,57	75,55	77,93	76,18	75,36	72,94	74,98
19/12/2018	101,91	92,77	87,54	82,26	83,05	80,63	75,59	77,94	76,23	75,36	73,09	75,72
20/12/2018	101,92	92,52	87,25	81,74	82,36	79,92	74,96	77,12	75,61	74,63	72,29	75,65
21/12/2018	101,86	91,94	86,79	81,20	81,33	78,95	74,37	76,63	74,72	73,80	72,24	75,67
24/12/2018	101,92	91,93	86,79	81,10	81,36	78,99	74,24	76,48	74,58	73,78	72,18	75,73
26/12/2018	101,96	91,82	86,68	80,97	81,17	78,70	74,33	76,45	74,30	73,61	72,01	75,77
27/12/2018	101,97	91,54	86,57	80,90	81,04	78,54	74,24	76,39	74,36	73,62	71,95	75,28
28/12/2018	102,05	91,69	86,75	81,27	81,44	78,91	74,52	76,93	74,92	73,85	72,81	71,84
31/12/2018	102,11	91,96	87,09	81,39	81,90	79,48	74,73	77,25	75,46	74,50	73,10	71,88
02/01/2019	102,12	92,58	87,79	82,31	82,80	80,44	76,08	78,61	77,20	76,59	74,56	72,55
03/01/2019	102,12	93,52	89,33	83,82	84,92	82,49	78,15	80,81	79,53	79,12	76,72	73,57
04/01/2019	102,14	94,50	90,51	84,95	86,53	83,69	79,39	82,14	80,51	80,15	77,47	75,81
07/01/2019	102,17	95,26	91,26	85,56	87,33	84,59	80,24	79,60	77,56	80,91	78,01	75,98
08/01/2019	102,09	95,06	91,03	85,22	86,77	84,06	79,20	78,76	76,55	79,83	76,87	75,82
09/01/2019	102,08	95,85	91,85	85,97	87,89	85,18	79,93	79,66	77,57	80,45	77,56	76,27
10/01/2019	102,05	96,26	92,10	86,31	88,16	85,43	80,22	80,00	77,55	80,60	77,65	75,43
11/01/2019	102,01	96,91	92,66	84,51	88,66	86,08	77,63	80,31	77,69	80,76	74,28	76,08
14/01/2019	102,09	97,09	92,99	84,81	89,16	86,53	77,88	80,71	78,01	81,19	74,59	76,09
15/01/2019	102,13	97,18	93,13	84,76	89,41	86,80	78,10	80,97	78,30	81,53	74,77	76,22
16/01/2019	102,16	97,26	93,35	84,88	89,77	87,15	78,14	81,20	78,67	81,92	74,83	75,64
17/01/2019	102,13	97,13	93,12	84,86	89,67	87,04	78,26	81,31	78,27	81,54	75,03	75,84
18/01/2019	102,17	97,40	93,62	85,54	90,42	87,88	79,01	82,00	79,13	82,56	75,87	76,93
22/01/2019	102,22	97,14	93,29	85,27	90,10	87,63	78,59	81,56	78,32	81,55	74,62	76,79
23/01/2019	102,24	97,38	93,80	85,99	90,99	88,50	79,49	82,44	79,08	82,20	75,55	76,45
24/01/2019	102,27	97,53	94,15	86,52	91,44	88,89	80,02	83,01	79,74	82,86	76,33	77,02
25/01/2019	102,30	97,38	93,96	86,30	90,99	88,47	79,60	82,66	79,61	82,70	76,32	77,13
28/01/2019	102,35	97,00	90,57	85,55	89,72	83,90	78,67	81,74	78,60	81,78	75,25	77,18
29/01/2019	102,36	96,83	90,18	85,36	89,31	83,24	78,38	81,23	78,27	81,45	74,94	76,51
30/01/2019	102,38	97,02	90,31	85,61	89,58	83,55	78,94	81,72	78,51	81,76	75,39	76,50
31/01/2019	102,38	97,61	91,04	86,32	90,84	84,94	80,01</					

FECHA	AA19	AA21	A2E2	A2E3	AA26	A2E7	A2E8	AL28	AL36	AA46	AE48	AC17
07/02/2019	102,39	97,94	91,57	86,97	91,25	85,26	80,44	83,76	80,85	84,45	77,90	78,01
08/02/2019	102,40	97,94	91,40	86,66	91,05	84,91	80,04	83,43	80,54	84,14	77,38	78,03
11/02/2019	102,41	97,89	91,11	86,25	90,56	84,44	79,55	82,89	79,98	83,59	76,84	78,09
12/02/2019	102,46	98,25	91,52	86,77	91,11	85,01	80,26	83,62	80,62	84,47	77,73	78,11
13/02/2019	102,47	98,41	91,64	86,86	91,27	84,98	80,15	83,62	80,69	84,83	77,69	79,56
14/02/2019	102,46	98,27	91,45	86,56	90,87	84,65	79,72	83,26	80,28	84,32	77,25	78,98
15/02/2019	102,47	97,95	91,09	86,21	90,11	83,77	79,06	82,50	79,52	83,37	76,43	79,00
19/02/2019	102,46	97,67	90,60	85,67	89,43	83,31	78,37	81,70	78,84	82,69	75,70	77,14
20/02/2019	102,44	97,10	89,94	85,05	88,50	82,23	77,61	80,69	77,89	81,73	74,90	76,04
21/02/2019	102,46	97,29	90,11	85,18	88,86	82,70	77,97	81,08	78,29	82,19	75,61	76,33
22/02/2019	102,50	97,52	90,48	85,69	89,67	83,59	78,91	81,84	79,11	83,07	76,49	77,33
25/02/2019	102,55	97,71	90,68	85,86	90,08	84,02	79,14	82,35	79,67	83,72	76,98	78,29
26/02/2019	102,55	97,74	90,69	85,90	90,28	84,10	79,33	82,60	79,82	83,90	77,18	78,25
27/02/2019	102,54	97,72	90,71	85,89	90,45	84,31	79,49	82,64	80,00	84,09	77,11	78,25
28/02/2019	102,56	97,42	90,39	85,47	89,79	83,63	78,81	81,84	78,92	82,95	76,12	78,27
01/03/2019	102,55	96,95	89,60	84,57	88,56	82,36	77,58	80,66	77,64	81,55	74,77	78,29
04/03/2019	102,57	96,61	89,09	84,14	87,90	81,78	77,23	80,10	76,80	80,68	74,13	76,57
05/03/2019	102,52	96,36	88,57	83,66	87,34	81,22	76,54	79,53	76,29	80,13	73,52	76,62
06/03/2019	102,51	96,22	88,38	83,79	87,27	81,15	76,88	79,86	76,81	80,52	74,25	76,18
07/03/2019	102,49	94,48	86,43	82,06	86,00	79,91	75,74	78,89	76,16	80,05	73,62	76,32
08/03/2019	102,55	94,91	87,62	82,73	86,53	80,55	76,68	79,43	76,83	80,77	74,39	76,26
14/03/2019	102,63	96,15	88,42	83,82	88,43	82,33	78,55	80,84	78,81	82,39	75,66	77,00
15/03/2019	102,66	96,53	88,66	84,59	89,42	83,36	79,44	81,81	79,88	83,50	76,56	78,15
18/03/2019	102,69	96,37	88,48	84,45	89,60	83,50	79,53	81,87	79,88	83,55	76,44	78,14
19/03/2019	102,71	96,01	88,18	84,23	89,68	83,67	79,50	81,93	79,88	83,59	76,24	78,16
20/03/2019	102,72	95,67	88,26	84,15	89,57	83,47	79,49	81,81	79,90	83,52	76,39	78,18
21/03/2019	102,73	95,61	88,43	84,30	89,82	83,79	79,57	81,95	80,02	83,69	76,36	77,92
22/03/2019	102,74	94,83	87,46	83,37	88,45	82,48	78,20	80,75	78,69	82,14	74,87	77,41
25/03/2019	102,77	94,95	87,49	83,44	88,51	82,52	78,33	80,66	78,64	82,13	74,82	76,29
26/03/2019	102,79	95,18	87,72	83,75	88,75	82,80	78,66	81,01	79,10	82,55	75,30	76,74
27/03/2019	102,78	94,65	87,12	82,87	87,82	81,74	77,69	79,98	78,16	81,55	74,11	76,22
28/03/2019	102,77	94,30	86,85	82,80	87,50	81,57	77,52	79,73	77,87	81,42	74,19	76,24
29/03/2019	102,79	94,51	87,28	83,26	88,03	82,15	78,16	80,35	78,54	82,13	75,07	76,59
01/04/2019	102,84	94,58	87,58	83,49	88,43	82,49	78,47	80,69	78,88	82,53	75,44	77,40
02/04/2019	102,86	94,70	87,58	83,50	88,39	82,41	78,41	80,69	78,81	82,44	75,39	76,88
03/04/2019	102,87	95,03	87,79	83,69	88,74	82,74	78,68	80,91	79,13	82,85	75,80	77,17
04/04/2019	102,85	94,56	87,10	82,74	88,06	81,95	77,90	80,15	78,45	82,23	75,04	76,84
05/04/2019	102,85	94,28	86,35	82,06	87,28	81,39	77,41	79,66	77,91	81,67	74,56	76,86
08/04/2019	102,88	93,50	85,49	81,18	86,13	80,42	76,48	78,58	76,99	80,57	73,38	76,92
09/04/2019	102,89	93,18	85,20	80,64	85,35	80,08	76,07	78,28	76,73	80,30	73,48	76,94
10/04/2019	102,94	92,93	84,98	80,37	85,00	79,76	75,94	78,10	76,66	80,16	73,94	76,95
11/04/2019	102,98	93,16	85,19	80,55	85,15	79,89	76,13	78,24	76,87	80,32	73,87	76,97
12/04/2019	102,98	93,50	85,47	80,59	85,24	79,76	75,95	78,05	76,94	80,29	73,86	76,99
15/04/2019	103,02	94,12	85,90	81,03	85,15	79,83	76,03	78,05	76,96	80,32	74,21	74,28

Anexo 3. Flujo de Fondos

AA19		AA21		A2E2		A2E3		AA26		A2E7	
Fecha	Cupón	Fecha	Cupón	Fecha	Cupón	Fecha	Cupón	Fecha	Cupón	Fecha	Cupón
22/04/2016	0	22/04/2016	0	26/01/2017	0	11/01/2018	0	22/04/2016	0	26/01/2017	0
22/10/2016	3,1250	22/10/2017	3,4375	26/07/2017	2,8125	11/07/2018	2,3125	22/10/2016	3,7500	26/07/2017	3,4375
22/04/2017	3,1250	22/04/2018	3,4375	26/01/2018	2,8125	11/01/2019	2,3125	22/04/2017	3,7500	26/01/2018	3,4375
22/10/2017	3,1250	22/10/2018	3,4375	26/07/2018	2,8125	11/07/2019	2,3125	22/10/2017	3,7500	26/07/2018	3,4375
22/04/2018	3,1250	22/04/2019	3,4375	26/01/2019	2,8125	11/01/2020	2,3125	22/04/2018	3,7500	26/01/2019	3,4375
22/10/2018	3,1250	22/10/2019	3,4375	26/07/2019	2,8125	11/07/2020	2,3125	22/10/2018	3,7500	26/07/2019	3,4375
22/04/2019	103,1250	22/04/2020	3,4375	26/01/2020	2,8125	11/01/2021	2,3125	22/04/2019	3,7500	26/01/2020	3,4375
		22/10/2020	3,4375	26/07/2020	2,8125	11/07/2021	2,3125	22/10/2019	3,7500	26/07/2020	3,4375
		22/04/2021	103,438	26/01/2021	2,8125	11/01/2022	2,3125	22/04/2020	3,7500	26/01/2021	3,4375
				26/07/2021	2,8125	11/07/2022	2,3125	22/10/2020	3,7500	26/07/2021	3,4375
				26/01/2022	102,81	11/01/2023	102,3125	22/04/2021	3,7500	26/01/2022	3,4375
								22/10/2021	3,7500	26/07/2022	3,4375
								22/04/2022	3,7500	26/01/2023	3,4375
								22/10/2022	3,7500	26/07/2023	3,4375
								22/04/2023	3,7500	26/01/2024	3,4375
								22/10/2023	3,7500	26/07/2024	3,4375
								22/04/2024	3,7500	26/01/2025	3,4375
								22/10/2024	3,7500	26/07/2025	3,4375
								22/04/2025	3,7500	26/01/2026	3,4375
								22/10/2025	3,7500	26/07/2026	3,4375
								22/04/2026	103,7500	26/01/2027	103,438

A2E8		AL28		AL36		AA46		AE48		AC17	
Fecha	Cupón	Fecha	Cupón								
										28/06/2057	3,5625
										28/12/2057	3,5625
										28/06/2058	3,5625
										28/12/2058	3,5625
										28/06/2059	3,5625
										28/12/2059	3,5625
										28/06/2060	3,5625
										28/12/2060	3,5625
										28/06/2061	3,5625
										28/12/2061	3,5625
										28/06/2062	3,5625
										28/12/2062	3,5625
										28/06/2063	3,5625
										28/12/2063	3,5625
										28/06/2064	3,5625
										28/12/2064	3,5625
										28/06/2065	3,5625
										28/12/2065	3,5625
										28/06/2066	3,5625
										28/12/2066	3,5625
										28/06/2067	3,5625
										28/12/2067	3,5625
										28/06/2068	3,5625
										28/12/2068	3,5625
										28/06/2069	3,5625
										28/12/2069	3,5625
										28/06/2070	3,5625
										28/12/2070	3,5625
										28/06/2071	3,5625
										28/12/2071	3,5625
										28/06/2072	3,5625
										28/12/2072	3,5625
										28/06/2073	3,5625
										28/12/2073	3,5625
										28/06/2074	3,5625
										28/12/2074	3,5625
										28/06/2075	3,5625
										28/12/2075	3,5625
										28/06/2076	3,5625
										28/12/2076	3,5625
										28/06/2077	3,5625
										28/12/2077	3,5625
										28/06/2078	3,5625
										28/12/2078	3,5625
										28/06/2079	3,5625
										28/12/2079	3,5625
										28/06/2080	3,5625
										28/12/2080	3,5625
										28/06/2081	3,5625
										28/12/2081	3,5625
										28/06/2082	3,5625
										28/12/2082	3,5625
										28/06/2083	3,5625
										28/12/2083	3,5625
										28/06/2084	3,5625
										28/12/2084	3,5625
										28/06/2085	3,5625
										28/12/2085	3,5625
										28/06/2086	3,5625
										28/12/2086	3,5625
										28/06/2087	3,5625
										28/12/2087	3,5625
										28/06/2088	3,5625
										28/12/2088	3,5625
										28/06/2089	3,5625
										28/12/2089	3,5625
										28/06/2090	3,5625
										28/12/2090	3,5625
										28/06/2091	3,5625
										28/12/2091	3,5625
										28/06/2092	3,5625
										28/12/2092	3,5625
										28/06/2093	3,5625
										28/12/2093	3,5625
										28/06/2094	3,5625
										28/12/2094	3,5625
										28/06/2095	3,5625
										28/12/2095	3,5625
										28/06/2096	3,5625
										28/12/2096	3,5625

A2E8		AL28		AL36		AA46		AE48		AC17	
Fecha	Cupón	Fecha	Cupón								
										28/06/2097	3,5625
										28/12/2097	3,5625
										28/06/2098	3,5625
										28/12/2098	3,5625
										28/06/2099	3,5625
										28/12/2099	3,5625
										28/06/2100	3,5625
										28/12/2100	3,5625
										28/06/2101	3,5625
										28/12/2101	3,5625
										28/06/2102	3,5625
										28/12/2102	3,5625
										28/06/2103	3,5625
										28/12/2103	3,5625
										28/06/2104	3,5625
										28/12/2104	3,5625
										28/06/2105	3,5625
										28/12/2105	3,5625
										28/06/2106	3,5625
										28/12/2106	3,5625
										28/06/2107	3,5625
										28/12/2107	3,5625
										28/06/2108	3,5625
										28/12/2108	3,5625
										28/06/2109	3,5625
										28/12/2109	3,5625
										28/06/2110	3,5625
										28/12/2110	3,5625
										28/06/2111	3,5625
										28/12/2111	3,5625
										28/06/2112	3,5625
										28/12/2112	3,5625
										28/06/2113	3,5625
										28/12/2113	3,5625
										28/06/2114	3,5625
										28/12/2114	3,5625
										28/06/2115	3,5625
										28/12/2115	3,5625
										28/06/2116	3,5625
										28/12/2116	3,5625
										28/06/2117	103,5625