



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

Subastas de cupones segregados de principal e
intereses de udibonos

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
ACTUARIO

PRESENTA:
GABRIEL ANAYA GONZÁLEZ

DIRECTOR DE TESIS:
M.B.A. JUAN RAFAEL GARCÍA PADILLA



2013



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Hoja de Datos del Jurado

1. Datos del alumno

Apellido paterno
Apellido materno
Nombre(s)
Teléfono
Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Ciencias
Carrera
Número de cuenta

1. Datos del alumno

Anaya
González
Gabriel
57 56 54 28
Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Ciencias
Actuaría
403097973

2. Datos del tutor

Grado
Nombre(s)
Apellido paterno
Apellido materno

2. Datos del tutor

M.B.A.
Juan Rafael
García
Padilla

3. Datos del sinodal 1

Grado
Nombre(s)
Apellido paterno
Apellido materno

3. Datos del sinodal 1

Act.
Jaime
Vázquez
Alamilla

4. Datos del sinodal 2

Grado
Nombre(s)
Apellido paterno
Apellido materno

4. Datos del sinodal 2

Act.
Gloria
Roa
Béjar

5. Datos del sinodal 3

Grado
Nombre(s)
Apellido paterno
Apellido materno

5. Datos del sinodal 3

M.B.A.
Jaime José
Cortina
Morfín

6. Datos del sinodal 4

Grado
Nombre(s)
Apellido paterno
Apellido materno

6. Datos del sinodal 4

M. en I.
Ramiro Albero
Domínguez
Ameneyro

7. Datos del trabajo escrito.

Título

Número de páginas

Año

7. Datos del trabajo escrito.

Subastas de cupones segregados de principal e intereses de udibonos

71 p

2013

A mis padres (Ale y Chavo):

Por todo su amor, apoyo, esfuerzo, cariño, comprensión, consejos, ayuda en los momentos más difíciles. Quiero que sepan que cada preocupación, cada lágrima cada palabra de aliento me ha ayudado a lo largo de esta vida y ha forjado la persona que ahora soy. Valió la pena. Porque sin ellos no existiría y nunca hubiera llegado a este punto de mi carrera profesional.

Espero algún día ser la mitad de buenos padres de lo que ustedes han sido

Este trabajo es por y para ustedes.

Los quiero desde el fondo de mi corazón.

A mi hermana (Mon)

Porque siempre estuvo, está y espero esté ahí para apoyarme.

Por ser la mejor hermana del mundo y no imagino mi vida sin su compañía.

Porque compartir cada alegría, tristeza y concierto conmigo.

A Rulo, Leo y Daff

Por ser mis mejores amigos y ofrecerme su amistad.

Por todos los ratos buenos y malos que hemos pasado juntos.

Por empujarme y creer en mí para terminar este trabajo.

A Juanito y Rebe

Por todos sus consejos, revisiones, ideas y apoyo para la realización de este trabajo.

Por darme la oportunidad de trabajar con ustedes y enseñarme todo lo que me han enseñado en esta institución.

A mis sinodales Gloria Roa, Jaime Cortina, Jaime Vázquez y Ramiro Domínguez

Por su valioso tiempo para la revisión de este trabajo así como sus valiosos comentarios que enriquecieron esta tesis.

A Dany y Rod

Por darme la oportunidad de trabajar en la gran institución que es el Banco de México, así como apoyarme y enseñarme.

Y a todas las personas que han influido tanto en el ámbito personal y profesional

MUCHAS GRACIAS

Subastas de cupones segregados de principal e intereses de udibonos

Resumen	1
Introducción	2
1. Cupones segregados de principal e intereses de udibonos.....	4
1.1. Antecedentes	4
1.2. Definición	5
1.3. Características generales.....	6
1.4. Proceso de segregación.....	7
1.5. Monto en circulación de cupones segregados de principal e intereses de udibonos y porcentaje correspondiente del total colocado de udibonos	12
1.6. Distribución de cupones segregados de principal e intereses de udibonos por sectores	15
2. Subasta de cupones segregados de principal e intereses de udibonos	16
2.1. Características generales de la subasta.....	16
2.2. Proceso de las actividades de la subasta.....	18
2.3. Características de los precios a presentar en la subasta.....	19
2.4. Fases de una subasta de cupones segregados de principal e intereses de udibonos	22
3. Valuación de cupones segregados de principal e intereses de udibonos	29
3.1. Obtención de tasas de rendimiento cupón cero a partir de tasas de rendimiento al vencimiento.....	30
3.2. Metodología de “Bootstrap” o “Bootstrapping”	30
3.3. “Bootstrap” con Excel para la obtención de tasas de rendimiento cupón cero.....	36
3.4. “Bootstrap” con Matlab para la obtención de tasas de rendimiento cupón cero.....	37
3.5. Construcción de una estructura temporal de tasas de rendimiento cupón cero	40
4. Ejemplo práctico de segregación, subasta y valuación de cupones segregados de principal e intereses de udibonos	42
4.1. Ejemplo de lote y segregación	42
4.2. Ejemplo de una subasta de cupones segregados de principal e intereses de udibonos	47
4.3. Ejemplo de obtención de tasas cupón cero a partir de tasas de rendimiento al vencimiento.....	50
4.4. Resultados obtenidos aplicados a la primer subasta de cupones segregados de principal e intereses de udibonos	57

5. Conclusiones	59
Anexo 1. Tabla de interpolación a través de splines cúbicos.	60
Bibliografía.....	66

Resumen

El objetivo del presente trabajo es explicar de manera profunda las características tanto de los cupones segregados del principal y de los intereses de los udibonos como de las subastas primarias creadas mediante el trabajo conjunto entre la Secretaría de Hacienda y Crédito Público y el Banco de México, actuando como agente colocador del gobierno federal. Cabe destacar que la primera de ellas fue realizada el pasado mes de noviembre del 2012.

Además del objetivo anterior, la parte medular de este trabajo consiste en proponer una metodología para valorar esta clase de instrumentos. Para esto, la presente tesis revisa la metodología conocido como "Bootstrap", la cual sirve para convertir tasas de rendimiento al vencimiento generadas por el mercado en tasas cupón cero para los plazos en los cuales exista referencia (udibono). Una vez obtenidas estas tasas cupón cero, se estima una estructura temporal de tasas a través de la cual es posible obtener tasas cupón cero para cada uno de los plazos intermedios entre las referencias. Finalizando la metodología únicamente resta calcular los precios correspondientes para este tipo de instrumentos. Por último para comprobar y dar validez a la metodología desarrollada, esta es aplicada a una fecha específica (fecha de la primera subasta) con el fin de ejemplificar todo el proceso desde el inicio.

Al obtener los resultados y compararlos con los resultados de la subasta se puede concluir que la metodología propuesta es adecuada para la operación de estos instrumentos.

Introducción

El 18 de Octubre de 2004 la Secretaría de Hacienda y Crédito Público emitió el oficio número 305.-186/2004 donde expide las “Reglas para la segregación y reconstitución de títulos”. A su vez acatando las disposiciones de la Secretaría, el 3 de Noviembre de 2004 el Banco de México en su carácter de agente financiero del gobierno federal decide emitir la circular número 2/2004 mediante la cual hace referencia al oficio. Es así como es creado el mecanismo para que las instituciones financieras puedan transformar bonos de desarrollo del gobierno federal con tasa de interés fija (Bonos) y bonos de desarrollo del gobierno federal denominados en unidades de inversión (Udibonos) en instrumentos cupón cero mejor conocidos como cupones segregados del principal y de los intereses.

El principal objetivo de estas reglas era permitir al público inversionista separar el principal de un título y sus intereses, proporcionando instrumentos financieros acorde a las necesidades del mercado. Así, al generar estos nuevos instrumentos el público inversionista obtenía una serie de flujos futuros que servirían para inmunizar el riesgo en las tasas de interés asociado con sus obligaciones de largo plazo, adquirir una mayor duración para sus portafolios y calzar sus pasivos a lo largo del tiempo.

Los principales clientes con interés en estos nuevos instrumentos serían las aseguradoras de rentas vitalicias (pensiones privadas), aseguradoras y fondos de pensión además de los participantes del mercado que comúnmente son más activos en el mercado de renta fija, los bancos y casas de bolsa.

Sin embargo por diversas causas, estos instrumentos no pudieron alcanzar el éxito que alguna vez se deseó por parte tanto de las autoridades como del público inversionista que a su vez no obtuvo los incentivos suficientes para transformar un bono o un udibono en instrumentos cupón cero.

En un afán por dar auge a este tipo de instrumentos nuevamente la Secretaría de Hacienda y Crédito Público y el Banco de México decidieron unir esfuerzos enfocando su atención en los instrumentos segregados sin embargo en una primera etapa iban a fortalecer los cupones segregados de udibonos que son los instrumentos con cobertura inflacionaria ayudando así al público inversionista a tener una mayor gama de opciones para adquirir un instrumento financiero con protección contra la inflación.

Por tal motivo el 5 de noviembre del 2012 la Secretaría de Hacienda y Crédito Público emitió el oficio número 305.-137/2012 donde instruye al Banco de México a

realizar subastas de cupones segregados de udibonos. A su vez el Banco de México en su carácter de agente financiero del gobierno federal expidió la circular 16-2012 donde detalla el procedimiento a llevar a cabo en las subastas para la colocación de cupones segregados de udibonos.

El presente trabajo intenta explicar las características principales de los cupones segregados de udibonos así como de sus subastas. El principal objetivo es generar un documento el cual resulte de gran utilidad en la descripción y manejo de estos instrumentos.

Por otro lado además de las características de dichos instrumentos se realizará un ejemplo práctico acerca de la valuación de este tipo de instrumentos con la información del día anterior a la realización de la primera subasta de cupones segregados de udibonos en México para ejemplificar la formación de precios y su comparación con los resultados de la primera subasta.

Cabe aclarar que las mismas características tanto de los instrumentos como de las subastas que aquí son explicadas pueden aplicarse en lugar de udibonos al caso de los bonos, sin embargo por ser un trabajo enfocado a la primera subasta de cupones segregados de udibonos, únicamente se tratará estos instrumentos.

1. Cupones segregados de principal e intereses de udibonos.

1.1. Antecedentes

A partir de la década de los 90, el gobierno mexicano estableció como objetivo prioritario el desarrollo de un mercado de valores gubernamentales a tasa fija de largo plazo, a través de diferentes etapas donde las autoridades financieras han impulsado diversas iniciativas con el fin de establecer las bases para el desarrollo de dicho mercado. En este sentido, el gobierno federal ha establecido a lo largo del tiempo varias actividades encaminadas al desarrollo de dicho mercado.

En un principio, la curva de rendimientos de valores gubernamentales a tasa fija nominal pasó de un plazo máximo de tan solo un año en 1999 a treinta años hacia finales de 2006. Esta extensión ha sido el logro más visible en lo que se refiere al desarrollo del mercado de deuda gubernamental.

Prosiguiendo con estas actividades, se ha enfocado en la evolución del mercado secundario, donde es efectuada la compraventa de los valores gubernamentales emitidos pero que las operaciones son realizadas por inversionistas y ya no directamente con el emisor (mercado primario).

Al respecto el gobierno federal ha impulsado reformas estructurales importantes para permitir el desarrollo de un mercado secundario eficiente y líquido. Entre estas reformas destacan la reforma al sistema de pensiones impulsada en 1996, la cual permitió construir una base muy sólida de inversionistas institucionales locales (Afores) que al mes de mayo del 2013 alcanzó los 1,994.3 miles de millones de pesos en activos bajo la administración¹.

Por otro lado, la creación de la figura de Formadores de Mercado que son las instituciones que tienen la obligación de operar continuamente títulos, de tal forma que los inversionistas puedan encontrar fácilmente contrapartes para comprarlos o venderlos a precios determinados por el propio mercado, sentó las bases para el desarrollo de un mercado interbancario líquido.

También fue parte fundamental en esta transformación la mayor disciplina con la que el gobierno federal administra su deuda, a través de la publicación de calendarios trimestrales de emisión, la adopción de una política de reapertura de emisiones para que

¹ Fuente: Comisión Nacional del Sistema de Ahorro para el Retiro
http://www.consar.gob.mx/principal/estadisticas_sar.shtml

éstas puedan convertirse rápidamente en referencias para el mercado, la incorporación de las colocaciones sindicadas y los programas de permutas de bonos.

Además, el desarrollo del mercado de reportos y préstamo de valores ha sido fundamental para otorgarle profundidad y liquidez al mercado.

Y finalmente pero no menos importante fue el cambio introducido en 2004 donde fue establecida una regulación que permite la segregación de bonos y udibonos (operación de los cupones y el principal de manera independiente). Además en el año 2012 con el objeto de proporcionar una mayor penetración de este tipo de instrumentos fueron creadas las subastas de cupones segregados del principal y los intereses de udibonos donde el radica el estudio del presente trabajo.

1.2. Definición.

Los cupones segregados de principal e intereses de udibonos son instrumentos financieros que nacen a partir de los bonos de desarrollo del gobierno federal denominados en unidades de inversión (Udibonos). Más específico, un udibono segregado, es el resultado de la operación que consiste en separar los intereses por pagar y el principal de un udibono emitido por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público. La operación anterior comúnmente es conocida como segregación. En la circular 2/2004 emitida por el Banco de México los nombres definidos para este tipo de instrumentos son *cupones segregados del principal* para la parte principal por pagar del udibono y *cupones segregados de los intereses* para la parte de los intereses por pagar del udibono. En adelante, será utilizado el nombre de cupones segregados de principal e intereses de udibonos cuando se hablé del conjunto de ambas partes tanto de cupones segregados del principal como de los intereses. Cuando sea necesario se especificará el nombre de cada uno de ellos.

1.3. Características generales².

Al realizar la operación de segregación de un udibono, los instrumentos representativos del principal e intereses que resultan, son llamados cupones segregados y otorgan al tenedor el derecho a recibir un pago único a su vencimiento. Estos cupones segregados, tienen las siguientes características:

- Valor Nominal: Los cupones segregados provenientes de los intereses y del principal tendrán un valor nominal unitario de 10.00 UDIs (Diez unidades de inversión).
- Clave de identificación del principal: Al segregarse el título, el cupón segregado proveniente del principal se le asignará la clave de identificación "SP" seguida por la fecha de pago del principal en el formato *AAMMDD* (año, mes, día).
- Clave de identificación de los intereses: Al segregarse el título, a cada uno de los cupones segregados provenientes de los intereses se les asignará la clave de identificación "SC" seguida por la fecha de pago de los intereses en el formato *AAMMDD* (año, mes, día).

Además de las características anteriores es necesaria la introducción de una importante característica debido a discrepancias entre la tasa cupón de los distintos udibonos emitidos en el mercado y a que un título es indivisible y únicamente deben ser operados múltiplos de títulos. Es así como se introduce la característica de lote que a continuación será explicada con mayor detalle.

- Lote: El número de títulos (udibonos) necesarios para realizar la segregación de un título. El tamaño del lote forzosamente dependerá de la tasa de interés fija anual que pague dicho título (udibono).

² Las presentes características se encuentran especificadas en la Circular 2/2004 Reglas para la segregación y reconstitución de títulos con fecha 3 de noviembre de 2004 expedida por el Banco de México dirigida a las instituciones de crédito, casas de bolsa, sociedades de inversión y sociedades de inversión especializadas para el retiro.

1.4. Proceso de segregación

Con el objeto de realizar una analogía entre un udibono y sus respectivos cupones segregados incluyendo el concepto de lote, en los siguientes diagramas son mostrados tanto los pagos a valor nominal realizados a lo largo del tiempo para un udibono como aquellos realizados en el caso de sus cupones segregados.

Consideremos un udibono S con fecha de vencimiento “ DD ” para el día, “ MM ” para el mes y “ AA ” para el año del vencimiento de dicho título. Así, el tipo valor de este udibono será $S AAMMDD$. Este udibono tiene una tasa cupón de C . Para efectos de unidades, todas las cifras presentadas son en unidades de Inversión (Udis), a su vez los plazos son en días y la tasa cupón es un porcentaje.

Udibono $S AAMMDD$; Valor Nominal= VN ; Tasa Cupón= C ; Plazo del cupón= d

Ahora es presentada la fórmula para obtener el valor del cupón conociendo la tasa cupón y el plazo del cupón. La fórmula³ queda de la siguiente manera:

$$\text{Valor del cupón} = \text{Valor Nominal} * \text{tasa cupón} * \frac{\text{plazo del cupón}}{360}$$

Fórmula 1.1

Utilizando la fórmula anterior y sustituyendo con los elementos del udibono definido previamente es obtenida la siguiente fórmula:

$$\text{Valor del cupón} = VN * C * \frac{d}{360}$$

Fórmula 1.2

Un diagrama de flujos correspondiente al udibono definido sería de la siguiente manera.

³ Fórmula obtenida en la descripción técnica de los udibonos de desarrollo del gobierno federal denominados en unidades de inversión

Diagrama de flujos futuros para el Udibono *S AAMMDD*:

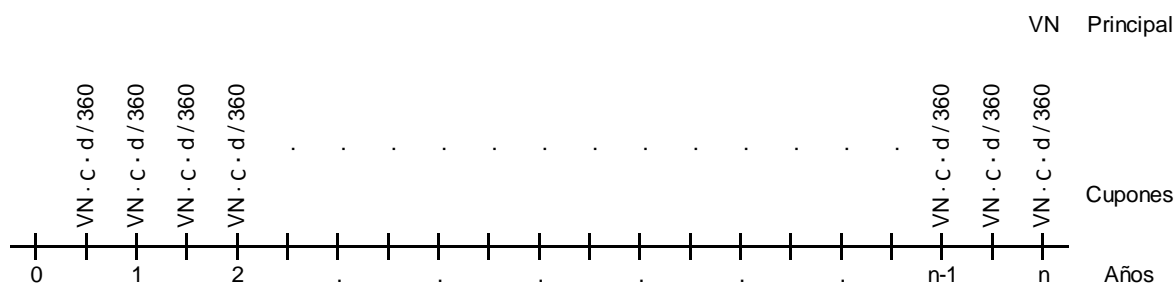


Figura 1.1

El diagrama anterior muestra los pagos realizados por el udibono previamente definido a lo largo del tiempo, cada plazo del cupón d puede tomar valores entre el siguiente conjunto, $d \in \{180, 181, 182, 183, 184\}$ debido a los días inhábiles bancarios, por lo tanto cada plazo d de días, es pagado un valor nominal de $VN * C * \frac{d}{360}$ udis, únicamente aplicando la fórmula 1.2. Asimismo en el año n son pagadas VN udis correspondiente al pago del principal y $VN * C * \frac{d}{360}$ udis correspondiente al pago del último cupón. Nótese que el año n debe coincidir exactamente con la fecha de vencimiento. En este caso sería la fecha *DD-MM-AA*. Hasta este momento solo han sido especificados los flujos futuros virtualmente obtenidos al tener la posesión de un udibono con las características especificadas. Ahora separando los flujos en sus correspondientes diagramas con el fin de lograr una segregación correcta. Los dos siguientes diagramas corresponden a la antes mencionada segregación (separación) de estos flujos.

Diagrama de flujos futuros para el principal del Udibono *S AAMMDD*:

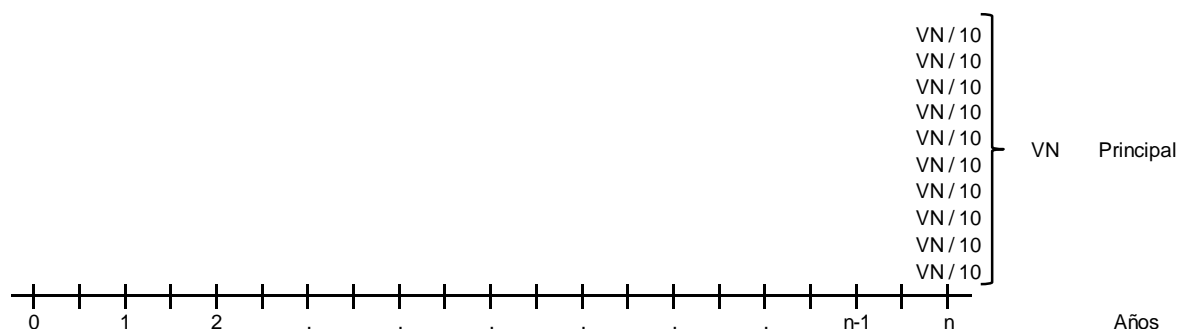


Figura 1.2

Nótese que en el anterior diagrama es elegida una forma particular de la división del pago principal con el objeto de realizar la analogía entre el valor obtenido por los cupones segregados.

Diagrama de flujos futuros de los intereses del Udibono S AAMMDD:

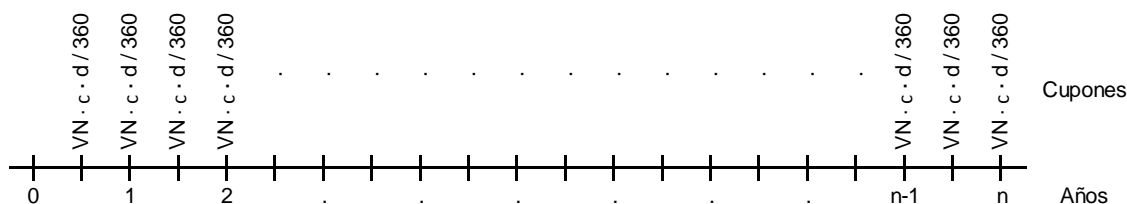


Figura 1.3

En las figuras 1.2 y 1.3 están expresados los pagos de los flujos únicamente al ser separados los flujos en principal e intereses por pagar. Sin embargo al haber diferentes referencias de udibonos con diferentes tasas cupón, y para una mejor contabilidad financiera, cada cupón tendrá el valor nominal de 10 udis, así todos los cupones segregados del principal (SP) y los cupones segregados de los intereses por pagar (SC) tendrán el mismo valor. En este punto es necesario el concepto de lote antes definido, el cual se refiere al número de títulos mínimo necesario para realizar la segregación.

Como fue mencionado anteriormente el tamaño del lote estará en función tanto de la tasa de interés fija anual que pague dicho udibono (C), como de los diferentes plazos de los cupones que se pueden presentar a lo largo del tiempo tomando en cuenta los días inhábiles bancarios (d). Ahora tomando en cuenta todas variables necesarias, el único concepto que falta por definir apropiadamente es el lote (L).

Para poder presentar el concepto de lote y su formación de acuerdo a las variables es necesario tomar en cuenta que los plazos de los cupones a lo largo del tiempo pertenecen al conjunto especificado, es decir $d \in \{180, 181, 182, 183, 184\}$ ya que d únicamente puede tomar esos valores.

Esto hace necesaria la formación de una matriz donde el pago a recibir por los cupones sea multiplicado por un número de títulos necesarios para hacer la segregación. En busca de la ausencia de arbitraje, que los flujos cuadren de manera correcta y como un udibono es indivisible, el número obtenido al realizar la multiplicación debe resultar un número entero para todos los escenarios de d . Lo anterior también basado en la lógica

que no se pueden entregar pedazos de instrumentos para el pago del cupón correspondiente.

Sea la figura 1.4, nombrada como $[Títulos, Plazo]$. El objetivo de la formación de esta matriz es encontrar el número menor de títulos donde todas las entradas del plazo sean números enteros. Al encontrar este número los números subsecuentes a dicho número con la característica del primero necesariamente serán múltiplos de ese primer número entonces únicamente hace falta encontrar el número mínimo de títulos.

Títulos	Plazo del cupón (días)				
	180	181	182	183	184
1	$1 * C * \frac{180}{360}$	$1 * C * \frac{181}{360}$	$1 * C * \frac{182}{360}$	$1 * C * \frac{183}{360}$	$1 * C * \frac{184}{360}$
2	$2 * C * \frac{180}{360}$	$2 * C * \frac{181}{360}$	$2 * C * \frac{182}{360}$	$2 * C * \frac{183}{360}$	$2 * C * \frac{184}{360}$
3	$3 * C * \frac{180}{360}$	$3 * C * \frac{181}{360}$	$3 * C * \frac{182}{360}$	$3 * C * \frac{183}{360}$	$3 * C * \frac{184}{360}$
.
.
.
$(n - 1)$	$(n - 1) * C * \frac{180}{360}$	$(n - 1) * C * \frac{181}{360}$	$(n - 1) * C * \frac{182}{360}$	$(n - 1) * C * \frac{183}{360}$	$(n - 1) * C * \frac{184}{360}$
n	$n * C * \frac{180}{360}$	$n * C * \frac{181}{360}$	$n * C * \frac{182}{360}$	$n * C * \frac{183}{360}$	$n * C * \frac{184}{360}$
$(n + 1)$	$(n + 1) * C * \frac{180}{360}$	$(n + 1) * C * \frac{181}{360}$	$(n + 1) * C * \frac{182}{360}$	$(n + 1) * C * \frac{183}{360}$	$(n + 1) * C * \frac{184}{360}$
.
.

Figura 1.4

Observando el renglón n de la matriz $\left[n, n * C * \frac{d}{360} \right]$ que en cada uno de sus elementos es presentado de la siguiente manera:

$$\left\{ n * C * \frac{180}{360}, n * C * \frac{181}{360}, n * C * \frac{182}{360}, n * C * \frac{183}{360}, n * C * \frac{184}{360} \right\}$$

Ahora supóngase que todos los elementos del renglón de esta matriz son números enteros y que n es el número mínimo donde todos los elementos del renglón son enteros.

Entonces n será el número total de udibonos necesarios para poder segregarse y constituir udibonos. Por lo tanto n es igual al número de lote que anteriormente mencionamos (l).

Realizando este cálculo, podemos generar el anexo de las reglas para la segregación y reconstitución de títulos, emitidas por la SHCP y el Banco de México a través de la circular 2/2004, llamado Tamaño de lotes requerido para realizar operaciones de segregación y reconstitución de títulos para cada tasa cupón que exista.

Existe un capítulo subsecuente donde un ejemplo de segregación es presentado y ahí podrá observarse de manera más específica y con mayor detalle los flujos de cada uno de los elementos además de la forma en que son construidos los lotes para cierta tasa cupón tomando en cuenta todos los diferentes plazos de los cupones que pueden presentarse.

1.5. Monto en circulación de cupones segregados de principal e intereses de udibonos y porcentaje correspondiente del total colocado.

En esta parte del capítulo (en las figuras 1.5 y 1.6) es mostrado un breve resumen de la situación actual que representa el monto segregado tanto en cupones segregados provenientes del principal como en el de provenientes de los intereses. También es mostrado (en la figura 1.7) el monto total en circulación de udibonos con el objetivo de realizar una breve comparación acerca de estos títulos con respecto a los instrumentos normales. Todas las cifras se encuentran al 20 de junio de 2013.

Cupones segregados provenientes del principal (SP en miles de Udis)⁴

Fecha de Vencimiento	Monto en circulación
dic-13	19,440
dic-14	521,120
jun-16	5,976
dic-17	128,880
jun-19	27,540
dic-25	965,920
nov-35	2,654,160
nov-40	801,540
Total	5,124,576

Figura 1.5

⁴ Información proveniente de la página del Banco de México de la siguiente ruta:
<http://www.banxico.org.mx/stdview.html?url=/portal-mercado-valores/informacion-oportuna/valores-en-circulacion/titulos-segregados/SPInternet.html>

Cupones Segregados provenientes de los intereses (SC) en miles de Udis⁵

Fecha de Vencimiento	Monto en circulación	Fecha de Vencimiento	Monto en circulación	Fecha de Vencimiento	Monto en circulación
dic-13	104,742.82	jun-23	89,554.92	nov-32	67,580.24
jun-14	104,398.84	dic-23	89,554.92	may-33	67,580.24
dic-14	104,398.84	jun-24	89,554.92	nov-33	67,580.24
jun-15	92,543.36	dic-24	89,554.92	may-34	67,580.24
dic-15	92,543.36	jun-25	89,554.92	nov-34	67,580.24
jun-16	92,543.36	dic-25	89,554.92	may-35	67,580.24
dic-16	92,392.30	jun-26	67,580.24	nov-35	67,580.24
jun-17	92,392.30	dic-26	67,580.24	may-36	7,198.10
dic-17	92,392.30	jun-27	67,580.24	nov-36	7,198.10
jun-18	90,111.84	dic-27	67,580.24	may-37	7,198.10
dic-18	90,111.84	jun-28	67,580.24	nov-37	7,198.10
jun-19	90,111.84	nov-28	67,580.24	may-38	7,198.10
dic-19	89,062.86	may-29	67,580.24	nov-38	7,198.10
jun-20	90,046.98	nov-29	67,580.24	may-39	7,198.10
dic-20	89,554.92	may-30	67,580.24	nov-39	7,198.10
jun-21	89,554.92	nov-30	67,580.24	may-40	7,198.10
dic-21	89,554.92	may-31	67,580.24	nov-40	7,198.10
jun-22	89,554.92	nov-31	67,580.24		
dic-22	89,554.92	may-32	67,580.24		
		Total	3,726,482.76		

Figura 1.6

Udibonos totales en circulación en miles de udis (Colocación primaria + Préstamo a formadores)⁶

Fecha de Vencimiento	Monto en circulación
dic-13	11,453,900
dic-14	22,989,400
jun-16	16,648,700
dic-17	12,438,900
jun-19	11,045,400
dic-20	17,092,300
jun-22	12,189,400
dic-25	7,423,400
nov-35	24,140,200
nov-40	35,261,700
Total	170,683,300

Figura 1.7

⁵ Información proveniente de la página del Banco de México de la siguiente ruta:
<http://www.banxico.org.mx/stdview.html?url=/portal-mercado-valores/informacion-oportuna/valores-en-circulacion/titulos-segregados/SCInternet.html>

⁶ Información proveniente de la página del Banco de México de la siguiente ruta:
http://www.banxico.org.mx/valores/PresentaDetallePosicionGub.faces?BMXC_instrumento=5

El monto nominal total de los cupones segregados de principal e intereses de udibonos a la fecha calculada es de 8,851,058.76 miles de udis mientras que el monto total de los udibonos es de 170,683,300.00 miles de udis. Por lo que los cupones segregados de principal e intereses de udibonos corresponden únicamente al 5.19% del total en circulación de los udibonos.

Una primera aseveración encontrada es que el porcentaje correspondiente a cupones segregados de principal e intereses de udibonos es relativamente bajo en comparación con el monto total en circulación, por lo que sería deseable que existiera una oferta mayor de este tipo de productos ya que los participantes del mercado no han podido satisfacer el interés de los clientes por este tipo de instrumentos. Esta última razón juega un papel importante en la realización de las subastas de cupones segregados de principal e intereses de udibonos.

1.6. Distribución de cupones segregados de principal e intereses de udibonos por sectores

Distribución de udibonos segregados por sectores⁷

Cifras en miles de udis

Bancos y casas de bolsa	130,010
Siefores	4,001,670
Sociedades de inversión	397,800
Aseguradoras y afianzadoras	472,400
Otros	122,696
<hr/>	
Residentes en el país	5,124,576
Residentes en el extranjero	0
<hr/>	
Total	5,124,576

Figura 1.8

El cuadro anterior muestra una breve distribución para los cupones segregados provenientes del principal con respecto a los sectores poseedores de estos instrumentos. El dato principal a resaltar es el de la cifra correspondiente a las siefores las cuales aparecen como las principales tenedoras de este tipo de títulos. Del total de cupones segregados de principal e intereses de udibonos, estas tiene un 88.3%. Los sectores que le siguen son las aseguradoras y afianzadoras y las sociedades de inversión con 4.63% y 4.27% respectivamente. Nuevamente son estos dos últimos sectores a los cuales se busca beneficiar con este tipo nuevo de subastas.

Las subastas fueron conceptualizadas con el fin de que estos sectores pudieran acceder a ellos de una manera más directa sin que un intermediario financiero tuviera que solicitar al custodio de valores la segregación de los instrumentos. En la subasta podrá pujar por cupones segregados del principal o cupones segregados de los intereses por separado. A su vez las subastas pueden ayudar a que una institución financiera dé el servicio de venta de estos instrumentos sin que tenga que quedarse con cualquiera de las dos partes (cupones segregados del principal y de los intereses).

El siguiente capítulo intentará explicar el proceso de subasta de cupones segregados de principal e intereses de udibonos así como sus beneficios y características.

⁷ Información proveniente de la página del Banco de México de la siguiente ruta:
<http://www.banxico.org.mx/portal-mercado-valores/informacion-oportuna/valores-en-circulacion/por-sector/valores-gubernamentales/ResumenTenencia.html>

2. Subasta de cupones segregados de principal e intereses de udibonos.

Una vez conocidas las características de los cupones segregados de principal e intereses de udibonos así como el proceso de segregación y reconstitución de los mismos, el presente capítulo muestra las características correspondientes de la subasta primarias de estos instrumentos que lanzó el gobierno federal durante el año pasado. Además muestra las distintas fases del proceso a llevarse cabo durante los días de la subasta, así como los días previos y posteriores a través de un diagrama gráfico con las fechas en las que cada fase del proceso es llevada a cabo, teniendo como fin la presentación al lector de dicho proceso de manera completa.

2.1. Características generales de la subasta.

Las características principales de las subastas de cupones segregados de principal e intereses de udibonos⁸ son las siguientes:

Participantes: Únicamente pueden participar en estas subastas las instituciones de crédito autorizadas por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público para actuar como formadores de mercado. Estos formadores de mercado son publicados por la misma secretaría de acuerdo a las reglas y circulares correspondientes a la figura de formadores de mercado⁹. Existen dos tipos de formadores de mercado, los formadores de mercado de bonos y los formadores de mercado de udibonos. Al 3 de junio de 2013 los formadores de mercado de bonos son: BBVA Bancomer S.A., Banco Nacional de México, S.A., HSBC, México, S.A., Banco Santander (México), Deutsche Bank México, S.A., Banco JP Morgan, S.A., Bank of America México, S.A., , Barclays Bank México, S.A. Mientras que los formadores de mercado de udibonos son un subconjunto de los anteriores. Estos son BBVA Bancomer S.A., Banco Nacional de México, S.A., Bank of America México, S.A., Banco Santander (México), S.A. El paso natural con respecto a la subasta de este tipo de instrumentos sería que los formadores de mercado de udibonos fueran los participantes en estas subastas, sin embargo al ser una menor cantidad de formadores de udibonos que de bonos la Secretaría de Hacienda decidió abrir a los formadores de bonos la

⁸ Las características se encuentran especificadas en la Circular 16/2012 Subastas para la colocación de cupones segregados de principal e intereses de udibonos dirigida a las instituciones de crédito con fecha de 6 de noviembre de 2012.

⁹ Las reglas para la actuación como formador de mercado están plasmadas en el Oficio número 305.-027/2011 con fecha de 27 de enero de 2011

participación a estas subastas. Así, estos participantes son los únicos que pueden actuar como postores en estas subastas. La razón principal por la que estos participantes son los únicos acreditados como postores obedece principalmente a un beneficio por ser parte del conjunto de formadores de mercado de los instrumentos susceptibles al proceso de segregación, en específico de los udibonos. Además el conjunto de instituciones de crédito que actúan como formadores posee la fuerza de ventas con mayor especialización para la compra y venta de estos valores, por lo que cualquier inversionista que requiera comprar este tipo de títulos puede hacerlo, únicamente debe de solicitar el servicio a los formadores de mercado.

Convocatoria: El Banco de México da a conocer todas las características tanto de los cupones segregados como de la subasta el último día hábil bancario de la semana anterior a aquella en que se efectuarán las subastas. En estas se especificarán la fecha y hora de la presentación de las posturas, la fecha de liquidación, las claves de los cupones segregados a subastar, el monto máximo de lotes a colocar de cada cupón segregado y el valor nominal equivalente.

Posturas: Las posturas deben ser competitivas, es decir, posturas que vayan acorde al comportamiento del mercado, además de presentar los lotes que los postores están dispuestos a adquirir y el precio al cuál están dispuestos a comprar. Este precio tiene características particulares que en seguida detallaremos.

Además de las anteriores existen algunas propiedades importantes de este tipo de subastas las cuales aparecen en los siguientes párrafos.

Este tipo de subastas son a precio único, es decir, las posturas son ordenadas por precio de mayor a menor y al momento en que los lotes solicitados alcancen los lotes subastados o que la Secretaría de Hacienda decidiera una asignación con una cantidad menor de lotes a los ofrecidos, el precio que pagaran todos los postores en ambas subastas será el precio menor de entre todas las posturas que hayan recibido asignación.

Otra característica es que serán subastados al mismo tiempo los cupones segregados tanto del principal como de los intereses. La recepción de posturas es el mismo día y en el mismo intervalo de tiempo. Esta característica es implementada en las subastas primarias de valores gubernamentales las cuales actualmente subastan varios tipos de instrumentos (Cetes, Bonos, Udibonos y Bondes D) en la misma fecha y a la misma hora.

Y por último existe una restricción legal la cual impide asignar una cantidad mayor de lotes de cupones segregados de los intereses que de cupones segregados del principal. Lo anterior debido a que legalmente no pueden existir cupones segregados de los intereses los cuales no hayan nacido con los cupones segregados del principal. En otras palabras, en un principio deben emitirse los udibonos por parte de la Secretaría de Hacienda, para después segregarlos y sacarlos al mercado. Como el proceso de segregación en estas subastas lo realiza Banco de México antes de sacar al mercado los udibonos, la legislación impide que sean colocados una mayor cantidad de cupones segregados de los intereses que de cupones segregados del principal.

2.2. Proceso de las actividades de la subasta.

En esta parte del trabajo será presentada una línea de tiempo auxiliar en el mejor entendimiento de todas y cada una de las actividades de la subasta a lo largo del tiempo para cualquier día hábil bancario.

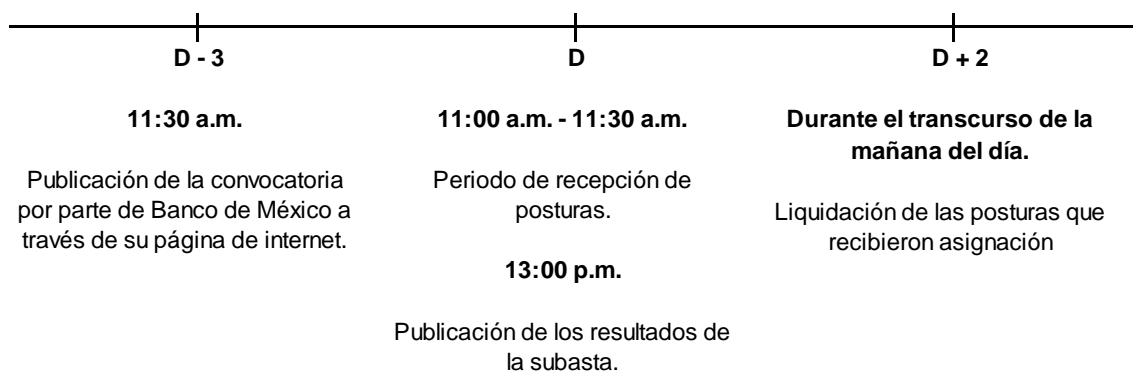


Figura 2.1

El diagrama anterior ejemplifica las principales actividades de la subasta de cupones segregados de principal e intereses de udibonos. La variable "D" esta expresada en días y corresponde al día hábil en que la subasta de cupones segregados de principal e intereses de udibonos se lleva a cabo. Cabe aclarar que para este diagrama no se toman en cuenta los días inhábiles (fines de semana y días feriados). A continuación es explicada cada una de las fases del proceso mencionadas en el diagrama anterior.

- Día “ $D - 3$ ”: Día que representará el último día hábil de la semana anterior. A las 11:30 a.m. será publicada la convocatoria a la subasta, a llevarse a cabo el día “ D ”, a través de la página de internet del Banco de México o de otro medio que se considere pertinente.
- Día “ D ”: Día de la subasta. De las 11:00 a.m. a las 11:30 a.m. Será el periodo especificado para la recepción de posturas por parte de los formadores de mercado. A las 13:00 p.m. el Banco de México dará a conocer los resultados de la subasta, asimismo informará a los formadores de mercado que hayan recibido asignación de títulos en la subasta.
- Día “ $D + 2$ ”: Día a través del cual será llevada a cabo la liquidación de los títulos que hayan sido asignados a los formadores de mercado. Es decir, a través del custodio de valores (que en este momento se trata de S.D. Indeval) y de todas las áreas operativas de los bancos se realizará el intercambio de dinero por títulos.

En general este es el proceso a seguir tanto el día de la subasta de cupones segregados de principal e intereses de udibonos como en los días anteriores y posteriores a ella.

2.3. Características de los precios a presentar en la subasta

Como ha sido mencionado, una de las características de la segregación y reconstitución de los títulos es la necesaria creación del concepto definido como lote para poder realizar el proceso de unión o separación. Con este motivo la Secretaría de Hacienda y el Banco de México hicieron del conocimiento del público inversionista la forma en que los precios debían ser presentados en la subasta para evitar confusiones y presentación de posturas erróneas.

En las siguientes líneas es explicada la forma en que deben ser presentados los precios tanto para los cupones segregados del principal como para los cupones segregados de los intereses. Nuevamente el uso de los diagramas proporciona una gran ayuda para poder entender de la mejor manera la presentación de precios.

Primero es mostrada la forma en que deben presentarse los precios para la subasta de cupones segregados del principal con un diagrama seguido de una explicación de la forma en que deben conformarse los precios a presentar.

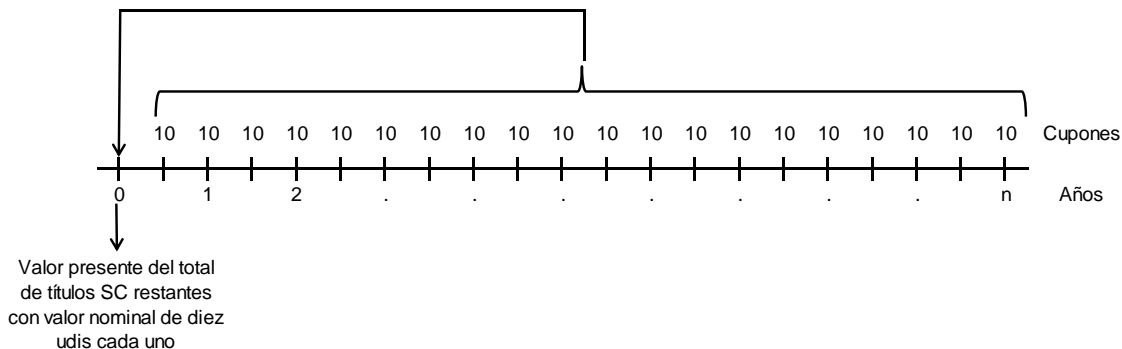


Figura 2.3

Al igual que los cupones segregados del principal, el diagrama anterior muestra la forma de presentar los precios correspondientes para los cupones segregados de los intereses de un udibono. Aquí el precio requerido es aquel que represente la suma del valor presente de cada cupón segregado de los intereses generados de un udibono. Entonces los formadores de mercado deberán pujar con precios competitivos que expresen la suma del valor presente de cada cupón con la tasa de rendimiento que en ese momento represente las condiciones del mercado.

Ahora para los precios requeridos en la subasta de cupones segregados de principal e intereses de udibonos son presentadas dos fórmulas aplicables para la presentación de dichos precios.

Para los cupones segregados del principal:

$$Precio_{SP} = 10 * \frac{10}{1 + i_n \left(\frac{k}{360} \right)}$$

Fórmula 2.1

donde:

$Precio_{SP}$: Precio a presentar en la subasta de cupones segregados del principal.

i_n : Tasa cupón cero que establezca el mercado para los días por vencer del instrumento.

k : Días por vencer al udibono el cual sea segregado y subastados sus cupones.

Para los cupones segregados de los intereses:

$$Precio_{SC} = \sum_{j=1}^n \frac{10}{1 + i_j \left(\frac{k_j}{360} \right)}$$

Fórmula 2.2

Donde:

$Precio_{SC}$: Precio a presentar en la subasta de cupones segregados de los intereses.

n : Número de periodos en que el udibono original paga cupón.

i_j : Tasa cupón cero que establezca el mercado para los días por vencer de cada cupón.

k_j : Días por vencer de cada uno de los cupones segregados de los intereses.

Cabe aclarar que las tasas de rendimiento cupón cero (i_j, i_n) deben ser tasas de rendimiento simple. Más adelante serán especificados con mayor detalle cada una de las tasas.

2.4. Fases de una subasta de cupones segregados de principal e intereses de udibonos

En esta parte del capítulo son mostradas las fases correspondientes de una subasta de cupones segregados de principal e intereses de udibonos con el fin de que establecer el marco teórico de ellas.

Siguiendo el guión del proceso de las actividades de la subasta supóngase una subasta de cupones segregados de principal e intereses de udibonos a realizarse el día D . Las fases de la subasta especificadas por día serán las siguientes:

Día “ $D - 3$ ”

Banco de México por instrucciones de la Secretaría de Hacienda hace del conocimiento del público inversionista las convocatorias¹⁰ para las subasta de cupones segregados de principal e intereses de udibonos donde establece las características de

¹⁰ La correspondiente convocatoria será dada a conocer en la siguiente liga electrónica: <http://www.banxico.org.mx/stdview.html?url=/portal-mercado-valores/informacion-oportuna/subasta-y-colocacion-de-valores/convocatorias/otras-convocatorias/convsegrepubnew-1.html>

dichas subastas. Estas características son enumeradas a continuación y en términos prácticos entre paréntesis son mostradas las variables entre paréntesis.

- Fecha de la convocatoria: día del mes del año ($D - 3$).
- Fecha de la subasta: día del mes del año (D).
- Fecha de la liquidación de los títulos: día del mes del año ($D + 2$).
- Títulos a subastar $UBPrincipal NA, MMM - AA$ donde N representa el número de años de referencia, MMM el mes de vencimiento del udibono y AA el año de vencimiento del mismo.
- Títulos a subastar $UBIntereses NA, MMM - AA$ donde N representa el número de años de referencia, MMM el mes de vencimiento del udibono y AA el año de vencimiento del mismo.
- Convocatorias: 1.- Cupones segregados del principal; 2.- Cupones segregados de los intereses.
- Tipo de subasta (U : Única).
- Número de lotes a subastar (Nl).
- Títulos por lote (l).
- Monto en millones de udis (M).
- Clave de la emisión (SPAAMMDD, SCAAMMDD).
- Plazo de los instrumentos en la fecha de liquidación (p).
- Tasa cupón del udibono a segregar (C).
- Días transcurridos del cupón vigente (d).
- Horario de la subasta.

Una vez conocida toda la información anterior el proceso para este día se encuentra completo.

Día “D”

El sistema desarrollado por Banco de México en el cual los formadores de mercado ingresarán las posturas comienza la recepción de éstas en el horario establecido para tal propósito. Así los formadores de mercado ingresan sus posturas en la forma en que ha sido descrita anteriormente (sección 2.1 del presente capítulo) para ambas

convocatorias (cupones segregados del principal y cupones segregados de los intereses). Las siguientes dos tablas detallan las posturas para ambas convocatorias.

Formador	Número de lotes solicitado del UBPRINCIPAL (SP)	Precio solicitado
FM_1	NSP_1	PSP_1
FM_2	NSP_2	PSP_2
FM_3	NSP_3	PSP_3
.	.	.
.	.	.
.	.	.
FM_n	NSP_n	PSP_n

Figura 2.4

Formador	Número de lotes solicitado del UBINTERESES (SC)	Precio solicitado
FM_1	NSC_1	PSC_1
FM_2	NSC_2	PSC_2
FM_3	NSC_3	PSC_3
.	.	.
.	.	.
.	.	.
FM_n	NSC_n	PSC_n

Figura 2.5

Cabe destacar que un formador puede ingresar más de una postura ya sea con el mismo precio o con diferente precio. El proceso de asignación será por postura, es decir, serán asignados la totalidad o la mayor parte de lotes con respecto al precio más alto. Por lo que si un formador decide ingresar dos o más posturas con diferente precio, el proceso de asignación no cambiará. Para efectos de esta caracterización supóngase que cada formador únicamente ingresa una postura al sistema con su respectivo precio. La asignación de posturas será explicada con mayor detalle.

Una vez que el tiempo de la subasta termina, la Secretaría de Hacienda analiza las posturas y decide la asignación de la subasta a partir de la información correspondiente a los lotes y los precios. En primer lugar, las posturas son ordenadas de mayor a menor precio para ambas subastas obteniendo así una modificación de las figuras 2.4 y 2.5 donde las posturas son ordenadas por el precio solicitado.

Formador	Número de lotes solicitado del UBPRINCIPAL (SP)	Precio solicitado
FM_7	NSP_7	PSP_7
FM_5	NSP_5	PSP_5
FM_1	NSP_1	PSP_1
.	.	.
.	.	.
.	.	.
FM_n	NSP_n	PSP_n

Figura 2.6

En esta tabla destaca que $PSP_n \leq \dots \leq PSP_1 \leq PSP_5 \leq PSP_7$. Si dos posturas tienen el mismo precio, es decir $PSP_i = PSP_j$, el orden de cada una de las posturas será obtenido por la hora en que cada una de ellas fue ingresada al sistema, la postura que ingresó primero será la que vaya antes que la otra postura con el mismo precio.

Una vez ordenadas las posturas, el siguiente paso es determinar los lotes que recibieron asignación. Para lo anterior es tomado en cuenta tanto el número de lotes a subastar (Nl) y por el otro la suma de los lotes solicitados de las posturas. Para el segundo punto es necesario sumar los lotes solicitados empezando por la postura con precio mayor lo que nos llevaría a realizar la siguiente validación con el ejemplo anterior.

Definiendo el número total de lotes de títulos SP solicitados de la siguiente manera:

$$NSP_T = \sum_j NSP_j$$

Fórmula 2.3

Este nuevo número definido necesariamente debe estar sujeto a la condición $NSP_T \leq NI$ ya que no es posible asignar más lotes de títulos de los ofrecidos. Por lo que únicamente resta encontrar de la fórmula 2.3 la j tal que cumpla la condición anterior.

Hasta este punto existen tres casos posibles de suceder al número NSP_T :

Caso 1. $NSP_T = NI$, la asignación está completa por lo que el número de postura j encontrado y sus antecesores recibirán asignación.

Caso 2. $NSP_T < NI$, aquí la suma de las posturas para cierta postura j no alcanza el número total subastado por lo que todas las posturas recibirán asignación.

Caso 3. $NSP_T > NI$, el número de lotes solicitados para alguna j rebasa el número subastado. Es decir que para la postura j , el número subastado es sobrepasado y para la postura $j - 1$ restarían lotes por asignar. Entonces la postura j tendrá una asignación parcial ya que de obtener una asignación total sobrepasaría los lotes subastados. En otras palabras la postura j tendrá una asignación parcial por el remanente necesario para llegar al número NI .

En cualquiera de los casos al ser una subasta a precio único, el precio de asignación será PSP_j ya que será el precio mínimo que recibiría asignación.

Cabe aclarar que en todo momento es competencia de la Secretaría de Hacienda vigilar las correctas prácticas del mercado por lo que si a juicio de ella en alguna subasta no están reflejándose las condiciones de mercado, puede elegir desde posturas que recibirían asignación hasta declarar una subasta desierta.

Hasta este momento ha sido presentado un análisis de la convocatoria de cupones segregados del principal (SP), sin embargo este mismo análisis aplica para los cupones segregados de los intereses (SC) ya que las subastas son casi idénticas salvo el siguiente punto.

El punto importante es que no puede asignarse un número mayor de lotes de cupones segregados del principal que de lotes segregados de los intereses debido a que no puede existir intereses que provengan de deuda principal como ha sido mencionado anteriormente. En otras palabras al no ser colocados los lotes de SP , legalmente no pueden existir los lotes de SC .

Por lo que la única condición que liga a las dos convocatorias y básicamente expresa en términos generales lo explicado en el párrafo anterior es la siguiente:

$$NSP_T \geq NSC_T$$

Fórmula 2.4

Una vez concluida la subasta el Banco de México hace públicos los resultados de ambas convocatorias a través de su página de internet¹¹, para el público inversionista y a través del sistema en el que se realiza la subasta para los formadores de mercado.

La página de internet correspondiente a los resultados mostrará la siguiente información:

- Títulos subastados *UBPrincipal NA, MMM – AA* donde *N* representa el número de años de referencia, *MMM* el mes de vencimiento del udibono y *AA* el año de vencimiento del mismo.
- Títulos subastados *UBIntereses NA, MMM – AA* donde *N* representa el número de años de referencia, *MMM* el mes de vencimiento del udibono y *AA* el año de vencimiento del mismo.
- Plazo de los instrumentos en la fecha de liquidación (*p*)
- Lotes solicitados NSP_T y NSC_T
- Lotes asignados NSP_T y NSC_T
- Precio en udis mínimo solicitado $\min\{PSP_i\}$ y $\min\{PSC_i\}$ para toda *i*
- Precio en udis máximo solicitado $\max\{PSP_i\}$ y $\max\{PSC_i\}$ para toda *i*
- Precio en udis asignado $\min\{PSP_j\}$ y $\min\{PSC_j\}$ para toda *j* que haya recibido asignación.

La información anterior es mostrada para las dos convocatorias correspondientes (*SP* y *SC*). En cuanto los resultados de la subasta sean públicos, las actividades correspondientes a este día (día “*D*”) han finalizado.

Día “*D* + 2”

En este día como ha sido mencionado anteriormente los títulos son liquidados de acuerdo a la manera en que hayan sido asignados a los formadores de mercado. El

¹¹ La página de internet donde se muestran los resultados es la siguiente:
<http://www.banxico.org.mx/stdview.html?url=/portal-mercado-valores/informacion-oportuna/subasta-y-colocacion-de-valores/resultados/otros-resultados/udibonos-segregados/ResuSubaSegreNew-1.html>

Banco de México girará las órdenes para cobrar el importe correspondiente a cada formador de mercado y a su vez indicará al custodio de valores el traspaso de los títulos para que cada formador posea la tenencia de estos títulos. Una vez terminada esta liquidación el proceso de la subasta culmina.

Hasta este momento el proceso de la subasta ha quedado concluido sin embargo algo primordial en este tipo de instrumentos es la forma en que cada instrumento cupón cero obtiene su precio, en otras palabras, cuál precio debería de ser el adecuado para poder presentar en este tipo de subastas. El siguiente capítulo introduce una metodología con respecto a este tema y las herramientas usualmente necesarias en el proceso de la obtención de precios para estos instrumentos.

3. Valuación de cupones segregados de principal e intereses de udibonos

El presente capítulo trata acerca de la valuación del tipo de instrumentos objeto de este estudio. Los cupones segregados de principal e intereses de udibonos como ha sido mencionado anteriormente son bonos cupón cero con la particularidad de que están denominados en Unidades de Inversión (udis) por lo que presentan una indexación a la inflación. El tratamiento para la estimación de las tasas de rendimiento cupón cero y de una estructura temporal de tasas de rendimiento de este tipo de bonos converge de manera similar al tratamiento que sería dado a un tipo de bonos emitidos en moneda nacional (pesos). Por lo que es posible utilizar las mismas metodologías para los bonos que para los udibonos con el fin de obtener tasas de rendimiento.

En un principio es mostrado un método utilizado frecuentemente por los participantes del mercado en el cuál a través de tasas de rendimiento al vencimiento de instrumentos que poseen un cupón son generadas tasas de rendimiento de instrumentos que no pagan cupones (bonos cupón cero). Este método es llamado “Bootstrap” o “Bootstrapping” y como fue mencionado anteriormente genera las tasas de los instrumentos cupón cero a partir de instrumentos que pagan cupón. Obviamente para obtener tasas de cupones segregados de principal e intereses de udibonos, necesariamente debe partirse de udibonos, el mismo comentario aplica para los bonos.

Esta metodología puede ser desarrollada a través de diferentes herramientas computacionales, particularmente en este trabajo serán mostradas dos herramientas mediante las cuales puede realizarse la aplicación de la metodología. La primera de ellas es el paquete computacional Microsoft Excel 2010 la cual posee una hoja de cálculo funcional para estos propósitos. La segunda herramienta es el paquete computacional Matlab R2008a, en esta herramienta se propone una función que a su vez utiliza algunas funciones previamente definidas por el paquete. Ambas aplicaciones son utilizadas con el fin de la obtención de tasas de rendimiento cupón cero y son utilizadas con el fin de realizar una comparación entre ellas.

3.1. Obtención de tasas cupón cero a partir de tasas de rendimiento al vencimiento

Existen diferentes tipos de modelos para estimar u obtener tasas de rendimiento correspondientes a instrumentos cupón cero. El más importante o el mayormente utilizado en el mercado de dinero es el método denominado “Bootstrap” o “Bootstrapping”. En el presente capítulo se mostrará la comparación de la aplicación de dicho modelo utilizando como ya ha sido mencionado dos diferentes herramientas computacionales. Además es presentado el marco teórico de la metodología conteniendo los conceptos necesarios para la aplicación del modelo y la presentación de la funcionalidad de éste.

El método de “Bootstrap” o “Bootstrapping” es el procedimiento utilizado para calcular las tasas cupón cero a partir de tasas de rendimiento previamente conocidas o publicadas. Este método consiste en estimar de manera recursiva los niveles de tasas cero partiendo de las tasas de rendimiento al vencimiento de udibonos de más largo plazo de las cuales se posee información.

Debido a que en el mercado de dinero las tasas cupón cero generalmente no están disponibles ya que no existen instrumentos con esas características, el método “Bootstrap” resulta una excelente herramienta para el cálculo de dichas tasas.

El fundamento teórico de este método radica en que la valuación de los flujos de un udibono con tasa de rendimiento a vencimiento es equivalente a la valuación de los mismos flujos del udibono con la tasa cero obtenida por dicho modelo. En otras palabras, utiliza el concepto de que un udibono con pago de cupones puede ser visto como un portafolio de bonos cupón cero y su precio debe fijarse como tal.

3.2. Metodología de “Bootstrap” o “Bootstrapping”¹²

En esta sección es detallado el método conocido como “Bootstrap” o “Bootstrapping”.

Sea S un udibono con fecha de vencimiento exactamente el año n . Los flujos de efectivo de este udibonos aparecen en la siguiente figura:

¹² La metodología se encuentra detallada en la bibliografía especificada al final del presente trabajo.

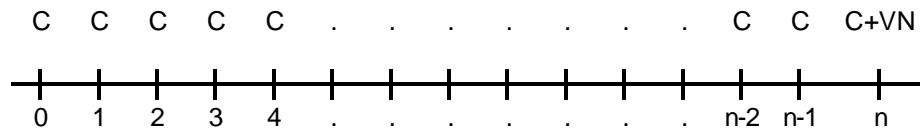


Figura 3.1

donde:

C : Flujo de efectivo del cupón correspondiente a cada fecha establecida en el udibono.

VN : Valor nominal del udibono.

n : Número total de años de plazo del udibono.

Este udibono poseerá una tasa de rendimiento al vencimiento i la cuál es una tasa de interés capitalizable cada cierto número de días (plazo del udibono). Con esta tasa de rendimiento al vencimiento es posible calcular un precio P_U . Utilizando el fundamento teórico mencionado al inicio de esta sección, el cual menciona que la valuación de los flujos de un udibono con tasa de rendimiento al vencimiento es equivalente a la valuación de los mismos flujos del udibono con la tasa cero obtenida por dicho modelo descontando cada uno de sus flujos. Entonces tenemos la siguiente igualdad.

$$P_U = VPF_{Conocidos} + VPF_{No\ conocidos}$$

Fórmula 3.1

donde:

P_U : Precio del udibono calculado con la tasa de rendimiento al vencimiento.

$VPF_{Conocidos}$: Valor presente de los flujos del udibono con las tasas simples conocidas.

$VPF_{No\ conocidos}$: Valor presente del flujo del udibono con la tasa simple no conocida.

Así, el objetivo del método radica en encontrar la tasa simple que hace que la fórmula 3.1 corresponda a una igualdad.

Para lo anterior las incógnitas que tendríamos son la fecha del flujo, el valor de dicho flujo y la tasa de interés simple a la cual se descontará ese flujo. Sin embargo de estas tres incógnitas únicamente son conocidas las dos primeras (fecha y valor del flujo), la incógnita restante por calcular es la tasa de interés simple a la que se descontará el último flujo.

Comenzando por los plazos menores de los udibonos podemos conocer estas tasas simples. Partiendo de esta información es posible calcular recursivamente este tipo de tasas para los udibonos de plazos más largos y así crear una estructura temporal de tasas de udibonos con lo que podremos fijar precios a los cupones segregados de principal e intereses de udibonos.

A continuación es presentado el desarrollo de las fórmulas para la igualdad correspondiente a la fórmula 3.1 definiendo las variables necesarias para dicho desarrollo.

Sean:

P_U : Precio del udibono con la tasa de rendimiento al vencimiento del udibono.

n : Número total de años de plazo del udibono.

i_j : Tasa de rendimiento al vencimiento anualizada

d_j : Plazo del cupón (número de días entre flujos)

VN : Valor nominal del udibono

C : Tasa cupón del udibono

El flujo de efectivo para cada plazo es calculado de la siguiente manera:

$$f_j = VN * \frac{d_j * C}{360}$$

Fórmula 3.2

La anterior fórmula es válida para $j = 1, \dots, n - 1$

Por otro lado, el flujo de efectivo final será obtenido mediante la siguiente fórmula:

$$f_n = VN * \frac{d_j * C}{360} + VN$$

Fórmula 3.3

Por lo que el precio del udibono está dado por la siguiente fórmula

$$P_U = \sum_{j=1}^n \frac{f_j}{\left(1 + i_j * \frac{d_j}{360}\right)^j}$$

Fórmula 3.4

Ahora sea P_S , el precio calculado con las tasas de interés simple conocidas. Para este caso, cada flujo de efectivo j tiene una tasa simple cupón cero la cual será definida como r_i

$$P_S = \frac{f_1}{\left(1 + r_1 * \frac{1 * d_1}{360}\right)} + \frac{f_2}{\left(1 + r_2 * \frac{2 * d_2}{360}\right)} + \dots + \frac{f_n}{\left(1 + r_n * \frac{n * d_n}{360}\right)}$$

Fórmula 3.5

Con el objeto de la ausencia de arbitraje entre estos dos tipos de tasas, los precios obtenidos mediante cada uno de los cálculos necesariamente deben ser iguales. Entonces es definida la siguiente igualdad.

$$P_U = P_S$$

Fórmula 3.6

Ahora supóngase que existe información necesaria hasta el periodo de tiempo $n - 1$. Aplicando la fórmula 3.4 es obtenida la siguiente expresión:

$$P_U = \frac{f_1}{\left(1 + r_1 * \frac{1 * d_1}{360}\right)} + \frac{f_2}{\left(1 + r_2 * \frac{2 * d_2}{360}\right)} + \dots + \frac{f_n}{\left(1 + r_n * \frac{n * d_n}{360}\right)}$$

Fórmula 3.7

Análogamente despejando la fórmula 3.5 es obtenida la siguiente expresión:

$$\frac{f_n}{\left(1 + r_n * \frac{n * d_n}{360}\right)} = P_U - \frac{f_1}{\left(1 + r_1 * \frac{1 * d_1}{360}\right)} - \frac{f_2}{\left(1 + r_2 * \frac{2 * d_2}{360}\right)} - \dots - \frac{f_{n-1}}{\left(1 + r_{n-1} * \frac{(n-1) * d_{n-1}}{360}\right)}$$

Fórmula 3.8

Así, toda la información es conocida a excepción de la tasa r_n . Por lo que es posible la transformación de la fórmula 3.6 para obtener la anterior variable.

$$r_n = \left[\frac{f_n}{P_U - \frac{f_1}{\left(1 + r_1 * \frac{1 * d_1}{360}\right)} - \frac{f_2}{\left(1 + r_2 * \frac{2 * d_2}{360}\right)} - \dots - \frac{f_{n-1}}{\left(1 + r_{n-1} * \frac{(n-1) * d_{n-1}}{360}\right)}} - 1 \right] * \frac{360}{n * d_n}$$

Fórmula 3.9

A través de este procedimiento es obtenida la tasa simple cupón cero a la cual será descontado el último flujo (r_n). Aplicando el presente procedimiento de manera recursiva es posible encontrar tasas de interés simples para plazos de mayor duración.

El límite natural de este procedimiento radica en el hecho de la dependencia de la última fecha de vencimiento del último udibono emitido, ya que al ser recursivo los términos no podrían obtenerse para una fecha posterior.

Para iniciar el método es necesario igualar los flujos finales teniendo así la siguiente igualdad.

$$\frac{f_n}{\left(1 + r_n * \frac{n * d_n}{360}\right)} = VN * \frac{d * C}{360} + VN$$

Fórmula 3.10

Nuevamente al realizar el despeje es posible la obtención de la tasa r_n

$$r_n = \left[\frac{360 * f_n}{VN(360 + d_n * C)} - 1 \right] * \left[\frac{360}{n * d_n} \right]$$

Fórmula 3.11

Aquí al conocer todos los elementos es posible calcular la tasa r_n prosiguiendo iterativamente en sentido inverso para generar las tasas de menores plazos a partir de las ya obtenidas.

Hasta el momento han sido encontrados dos conjuntos $\{r_1, r_2, \dots, r_n\}$, $\{d_1, d_2, \dots, d_n\}$ donde el primero corresponde a las tasas obtenidas a partir del método antes descrito y el segundo corresponde a los días por vencer asociados a cada una de las tasas.

El presente conjunto de tasas son tasas cupón cero correspondientes con interés compuesto debido a que las variables utilizadas para trabajar este método son tasas de interés compuestas. Únicamente restaría realizar la transformación a un conjunto de tasas cero con interés simple para poder aplicar las fórmulas 2.1 y 2.2 especificadas en el capítulo anterior.

Para la conversión antes mencionada es utilizada la fórmula de equivalencia entre tasas de interés.

$$\left(1 + i_s \cdot \frac{n}{360}\right) = (1 + i_C)^{\frac{n}{360}}$$

Fórmula 3.12

donde:

i_s : Tasa de interés cupón cero simple

i_C : Tasa de interés cupón cero compuesta

n : Plazo de días por vencer asociado a la tasa de interés compuesta i_C

Como ha sido mencionado anteriormente, el cálculo descrito donde las tasas de valuación para los cupones segregados de principal e intereses de udibonos son obtenidas, se puede realizar mediante diferentes herramientas computacionales, además de esto existen compañías privadas que ofrecen el servicio de valuación de precios donde además ofrecen este tipo de tasas.

En México existen dos compañías llamadas proveedores de precios¹³. La primera es Proveedor Integral de Precios (PIP) y la segunda es Valuación Operativa y Referencias de Mercado (VALMER).

Estas dos compañías proveen de información referente a mercados financieros a sus clientes y dentro de esta información se encuentra las tasas de rendimiento cupón cero y las estructuras temporales de tasas correspondientes al tipo de instrumentos que trata el presente trabajo.

¹³ Los proveedores de precios ofrecen servicios a través de las siguientes páginas de internet <http://www.precios.com.mx> para Proveedor Integral de Precios y <http://www.valmer.com.mx> para Valuación Operativa y Referencias de Mercado.

3.3. Bootstrap con Excel para la obtención de tasas de rendimiento cupón cero

A través de una hoja de cálculo perteneciente a la herramienta computacional Microsoft Excel es posible realizar la aplicación del método de “Bootstrap” con el objetivo de obtener las tasas cupón cero a partir de tasas de rendimiento al vencimiento.

El primer paso consiste en definir la matriz de datos necesaria para la aplicación del método.

Sea M la siguiente matriz de datos definida con el objeto de realizar el cálculo y $f_{inicial}$, la fecha a realizar el cálculo.

Fecha vencimiento Udibono	Tasa cupón udibono	Valor Nominal	Tasa rendimiento al vencimiento	Plazo	Tasas rendimiento cupón cero
FV_1	C_1	VN_1	i_1	d_1	r_1
FV_2	C_2	VN_2	i_2	d_2	r_2
.
.
.
FV_{n-1}	C_{n-1}	VN_{n-1}	i_{n-1}	d_{n-1}	r_{n-1}
FV_n	C_n	VN_n	i_n	d_n	r_n

Figura 3.2

La aplicación de la metodología se realiza a través de la hoja de cálculo. Una vez que son obtenidos todos los datos conocidos a través de la fórmula 3.7 es obtenida la columna de tasa rendimiento cupón cero.

Únicamente resta realizar la transformación de tasas correspondientes a través de la fórmula 3.10 para cada una de las tasas obtenidas r_n obteniendo así las tasas de interés cupón cero simples.

Así es la aplicación de la metodología a través de esta herramienta computacional. Los resultados son el vector correspondiente de tasas cupón cero simples correspondientes y el vector de plazos para cada una de las tasas.

3.4. Bootstrap con Matlab para la obtención de tasas de rendimiento cupón cero.

El paquete computacional Matlab incluye entre sus funciones previamente programadas una en la cuál a partir de tasas de rendimiento al vencimiento genera tasas cupón cero. En las próximas líneas es planteada una función necesaria para el cálculo de dichas tasas.

Inicialmente Matlab necesita para el cálculo de las tasas cupón cero la siguiente matriz M .

Fecha de Vencimiento	Tasa Cupón	Valor Nominal	Número de cupones por año	Convención días	Fin de mes
FV_1	C_1	VN_1	NC_1	D_1	M_1
FV_2	C_2	VN_2	NC_2	D_2	M_2
.
.
.
FV_{n-1}	C_{n-1}	VN_{n-1}	NC_{n-1}	D_{n-1}	M_{n-1}
FV_n	C_n	VN_n	NC_n	D_n	M_n

Figura 3.3

Sobre la anterior matriz, existen las siguientes especificaciones:

Para la fecha de vencimiento es necesario utilizar la función de Matlab que transforma las fechas en formato que el programa reconocería. Esta función se llama `datenum` y convierte la fecha con formato 'mm/dd/aaaa' donde 'mm' corresponde al mes expresado en términos del siguiente conjunto {1,2,...,11,12}, de la misma manera 'dd' corresponde al día expresado en términos del siguiente conjunto {1,2,...,30,31} y 'aaaa' corresponde al año sin ninguna especificación adicional. La sintaxis de esta función es `datenum('mm/dd/aaaa')`.

La tasa cupón de cada uno de los títulos debe expresarse en manera decimal.

El número de cupones por año, para el tipo de instrumentos objeto de este trabajo es únicamente el número 2.

La convención de días como lo dice la nota técnica de los udibonos es la convención $act/360$ que para términos en Matlab es el número 2.

Los elementos del último conjunto de parámetros que corresponden al fin de mes hacen referencia a la fecha de vencimiento de los títulos, quiere decir si existe algún título que vence a final de mes. Para los casos objeto de este trabajo ningún instrumento vence a final de mes hasta el momento, por lo que el valor a ingresar es el cero.

Ahora sea *Yields* el segundo conjunto que Matlab necesita para el cálculo de las tasas cupón cero. Este vector está compuesto por las tasas de rendimiento al vencimiento de los udibonos la cual es necesaria para la aplicación del modelo. El vector corresponde a la siguiente figura.

Yields
i_1
i_2
.
.
.
i_{n-1}
i_n

Figura 3.4

La única especificación para este vector es que las tasas a introducir al sistema deben de ser en forma decimal.

Procediendo con la aplicación, es necesario definir la fecha de valuación, esta será introducida al sistema de nuevamente utilizando la función datenum.

Supóngase la fecha de valuación es $mm/dd/aaaa$. El ingreso al sistema sería asignar a una variable la fecha de valuación de la siguiente manera

```
>>Valuacion=datenum('mm/dd/aaaa');
```

Fórmula 3.13

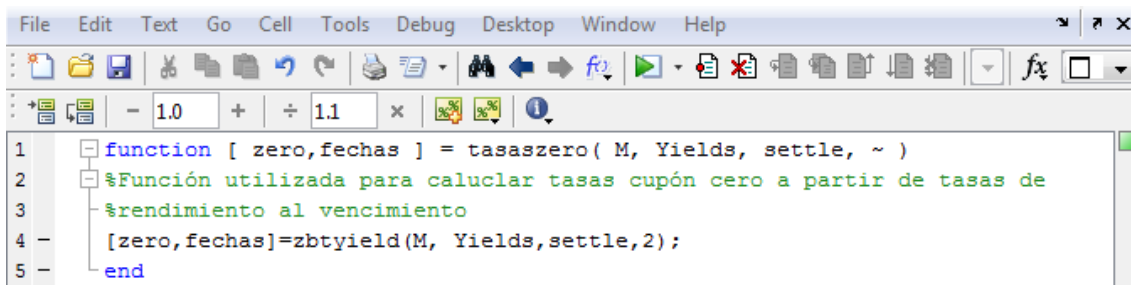
El siguiente dato de entrada a definir es el número que establece la frecuencia de composición por año para las tasa cupón cero. En el caso de los udibonos esa composición es semestral por lo que debe ingresarse un 2 que es la opción requerida por Matlab. El ingreso al sistema para asignar a esta variable sería de la siguiente manera:

```
>>Composición=2;
```

Fórmula 3.14

El siguiente paso es definir las matrices antes mencionadas (M y $Yields$).

Prosiguiendo, se presenta la función creada:



```

1 function [ zero,fechas ] = tasaszero( M, Yields, settle, ~ )
2 %Función utilizada para caluclar tasas cupón cero a partir de tasas de
3 %rendimiento al vencimiento
4 [zero,fechas]=zbtyield(M, Yields,settle,2);
5 end

```

Figura 3.5

El último paso consiste en llamar la función de acuerdo a los datos ingresados. Esto es realizado de la siguiente manera:

```
>> [Zero, fechas]=tasaszero(M,Yields,Settle,OutputCompounding)
```

Fórmula 3.15

El resultado serán los vectores llamados $Zero$ y $Fechas$ donde aparecen las tasas de rendimiento cupón cero compuestas ($Zero$) y las fechas correspondientes a estas tasas ($Fechas$).

Nuevamente como en el uso de la herramienta Excel resta obtener las tasas de interés cupón cero simples.

Hasta este momento han sido encontradas las tasas de rendimiento cupón cero por el mismo método pero por diferentes herramientas computacionales.

3.5. Construcción de una estructura temporal de tasas de rendimiento cupón cero

Una vez obtenidas las tasas de rendimiento cupón cero por ambos herramientas computacionales el siguiente paso es la construcción de una estructura temporal de tasas de rendimiento cupón cero con el objeto de obtener una tasa para cada plazo y así poder calcular el precio de un lote de cupones segregados de los intereses de udibonos. Cabe aclarar que con la metodología propuesta hasta este punto es posible calcular el precio de un lote de cupones segregados del principal.

Existen diferentes métodos a través de los cuáles dicha estructura temporal puede llegar a estimarse, sin embargo para este trabajo se ha decidido optar por una estimación conocida como método de interpolación a través de splines cúbicos.

De nueva cuenta la herramienta computacional Matlab resulta muy funcional para realizar dicha interpolación debido a que a través de las funciones que posee esta herramienta es posible estimar todos los plazos de la estructura temporal de tasas de rendimiento cupón cero con el objetivo de valorar los cupones segregados de los intereses de udibonos.

Comenzando con la estimación antes mencionada es necesario definir los datos de entrada.

Sean *Plazo* y *Tasas cupón cero* dos vectores que representan las tasas de rendimiento cupón cero previamente obtenidas así como su plazo correspondiente.

Plazo	Tasas cupón cero
d_1	i_1
d_2	i_2
d_3	i_3
.	.
.	.
.	.
d_n	i_n

Figura 3.6

El siguiente paso es la generación de un vector con los plazos requeridos, es decir todos los componentes del vector serán números naturales e irán incrementándose en una unidad. Así el vector $\{1, 2, \dots, d_n - 2, d_n - 1, d_n\}$ es generado.

Para la aplicación de la utilidad de Matlab sean los tres vectores que hasta el momento han sido definidos de la siguiente forma:

$$\begin{aligned} \textit{Plazo} &= \{d_1, d_2, \dots, d_{n-1}, d_n\}; \\ \textit{TasasZero} &= \{i_1, i_2, \dots, i_{n-1}, i_n\}; \\ y &= \{1, 2, \dots, d_n - 2, d_n - 1, d_n\}; \end{aligned}$$

La instrucción necesaria para que Matlab realice la interpolación a través de splines cúbicos corresponde a la siguiente fórmula.

```
>> sp=interp1(Plazo,Zero,y,'cubic');
```

Fórmula 3.16

Esta fórmula genera un vector del mismo tamaño que el vector y con la estructura temporal de tasas cupón cero para cada plazo del vector y .

El marco teórico para poder obtener precios representativos para la subasta de cupones segregados ha quedado debidamente construido por lo que ahora se procede a presentar un ejemplo de toda la teoría presentada para cierto día de valuación.

4. Ejemplo práctico de segregación, subasta y valuación de cupones segregados de principal e intereses de udibonos.

Una vez introducido y finalizado el marco teórico, el presente capítulo muestra un ejemplo práctico de todas las etapas explicadas en capítulos anteriores.

Este capítulo comienza por el proceso de segregación y ejemplo de lote, para después presentar las características de la primera subasta de cupones segregados de principal e intereses de udibonos y finalizar con la valuación de cupones segregados de principal e intereses de udibonos y la construcción de una estructura temporal de tasas para cierto día en específico.

4.1. Ejemplo de lote y segregación.

Para representar esta etapa es utilizado el udibono con fecha de vencimiento el 15 de noviembre de 2040, tasa cupón de 2.00% y nuevamente para efectos de unidades todas las cifras se encuentran en Udis mientras que los plazos se especifican en días. Las características generales especificadas para este udibono son las siguientes:

Udibono S 401115; Valor Nominal= 100; Tasa Cupón= 4%; Plazo del cupón=182.

Utilizando la fórmula 1.1 tenemos los siguientes diagramas:

Diagrama de flujos futuros para el Udibono S 401115:

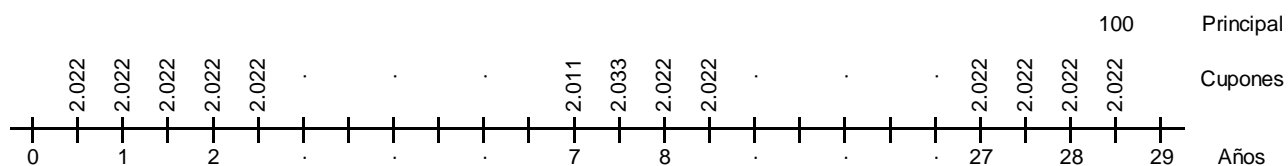


Figura 4.1

En el anterior diagrama puede ser visto como cada periodo de 182 días se paga un valor nominal de 2.022 udis, a excepción de los periodos cercanos a los años siete y ocho los cuales tienen un plazo menor o mayor según corresponda, producto de un día inhábil bancario en esas fechas. Estos flujos son obtenidos únicamente aplicando la fórmula 1.1. Asimismo entre el año veintiocho y veintinueve se pagan 100 Udis correspondiente al pago del principal y 2.022 udis correspondiente al pago del último

cupón. Este diagrama corresponde únicamente a los flujos futuros que obtenidos al tener la posesión de un udibono con las características especificadas.

Los siguientes diagramas presentan una separación previa de estos flujos.

Diagrama de flujos futuros para el principal del Udibono S 401115:

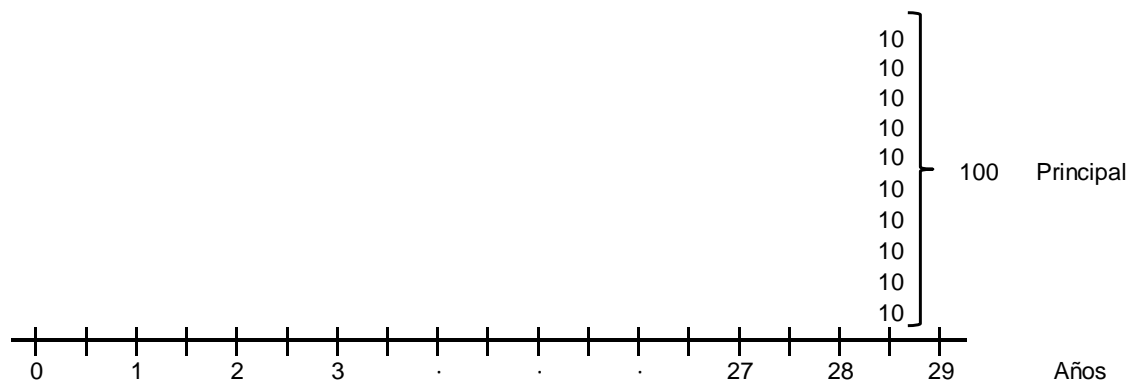


Figura 4.2

Diagrama de flujos futuros de los intereses del Udibono S 401115:

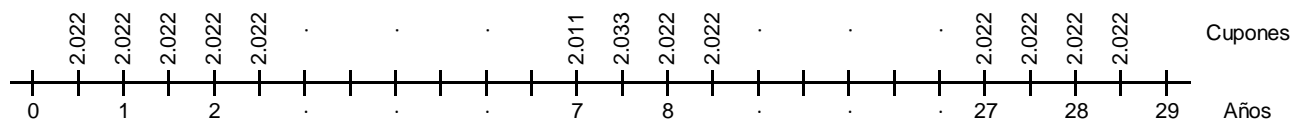


Figura 4.3

En este último par de diagramas puede apreciarse la forma en que sería el pago de los flujos si únicamente fueran separados. Recordemos que cada cupón tendrá el valor de 10 udis tanto el generado por el principal como los de los intereses.

Es en este momento es necesaria la introducción del concepto de lote, el cual como ya sido visto está definido como el número de títulos necesarios para realizar la segregación.

El siguiente ejemplo muestra de manera más específica la tabla de la figura 1.4 aplicada al udibono de utilizado como ejemplo. Aquí son construidas las fórmulas necesarias para encontrar el número tal que todas las entradas sean enteras. Utilizando la tasa cupón, los diferentes plazos del plazo del cupón y el valor nominal, es generada la tabla de la figura 1.4.

**Tabla de títulos requeridos para la formación de un lote dada la
tasa cupón**

Títulos	Tasa cupón 4.0%				
	Plazo del cupón (días)				
	180	181	182	183	184
1	2.00	2.01	2.02	2.03	2.04
2	4.00	4.02	4.04	4.07	4.09
3	6.00	6.03	6.07	6.10	6.13
4	8.00	8.04	8.09	8.13	8.18
5	10.00	10.06	10.11	10.17	10.22
6	12.00	12.07	12.13	12.20	12.27
7	14.00	14.08	14.16	14.23	14.31
8	16.00	16.09	16.18	16.27	16.36
9	18.00	18.10	18.20	18.30	18.40
10	20.00	20.11	20.22	20.33	20.44
.
.
.
895	1,790.00	1,799.94	1,809.89	1,819.83	1,829.78
896	1,792.00	1,801.96	1,811.91	1,821.87	1,831.82
897	1,794.00	1,803.97	1,813.93	1,823.90	1,833.87
898	1,796.00	1,805.98	1,815.96	1,825.93	1,835.91
899	1,798.00	1,807.99	1,817.98	1,827.97	1,837.96
900	1,800.00	1,810.00	1,820.00	1,830.00	1,840.00
901	1,802.00	1,812.01	1,822.02	1,832.03	1,842.04
902	1,804.00	1,814.02	1,824.04	1,834.07	1,844.09
903	1,806.00	1,816.03	1,826.07	1,836.10	1,846.13
904	1,808.00	1,818.04	1,828.09	1,838.13	1,848.18
905	1,810.00	1,820.06	1,830.11	1,840.17	1,850.22

Figura 4.4

Al realizar el cálculo de la tabla que por motivos de espacio no es presentada en su totalidad, es generado el pago a realizar por concepto de cupones únicamente multiplicado por el número de títulos. El primer número de títulos donde el pago de cupón a través de todos los escenarios sea exacto (sin decimales) resulta ser para el caso de una tasa cupón de 4%, 900 títulos necesarios para poder segregarlos y reconstituirlos. Nuevamente cualquier número mayor que cumpla las características antes mencionadas es en efecto un múltiplo de este 900 encontrado. Utilizando las reglas para la segregación y reconstitución de títulos Circular 2/2004 del Banco de México, la matriz construida incluye la misma información para la tasa cupón de 4% con lo obtenido en la figura 4.4.

Una vez explicado el ejemplo de la formación de un lote, a manera de esclarecer el pago a realizar, son mostrados los diagramas de los flujos futuros del udibono con fecha de vencimiento 15 de noviembre de 2040 sin embargo esta vez incluye el concepto de lote para describir los flujos futuros correspondientes a un lote de estos udibonos.

Diagrama de flujos futuros a valor nominal correspondientes a un lote segregado de Udibonos S 401115:

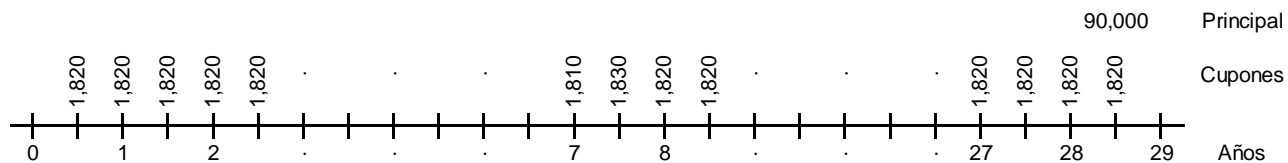


Figura 4.5

El diagrama anterior muestra los flujos futuros a valor nominal en el caso de la segregación de un lote. Por un lado obtendría 90,000 udis entre el año veintiocho y veintinueve o en la fecha de vencimiento del udibono (15 de noviembre de 2040) correspondientes a los cupones segregados del principal y por otro se generarían 1,820 udis con vencimiento en la primera fecha cupón y así sucesivamente para todas las fechas cupón los cuales corresponden a los cupones segregados de los intereses. Cabe destacar que entre el año siete y ocho el número de los títulos cambia. Como ha sido descrito este fenómeno es el resultado de que el plazo del cupón que vence entre el año siete y ocho tiene 181 días mientras que el siguiente cupón tendrá de plazo un día más, es decir 183. Es por eso que el valor nominal a recibir cambia en esas fechas. La fecha de vencimiento de un cupón cae en 12 de diciembre comúnmente día inhábil bancario por lo que la fecha de vencimiento de ese cupón será un día menos por lo que necesariamente el siguiente cupón tendrá un día más de plazo.

En la búsqueda de que este rubro quede completamente claro, ahora es presentado otro diagrama, sin embargo en esta ocasión contendrá los títulos que se entregarán cada fecha.

Diagrama de títulos a entregar correspondientes a un lote segregado de Udibonos S 401115:

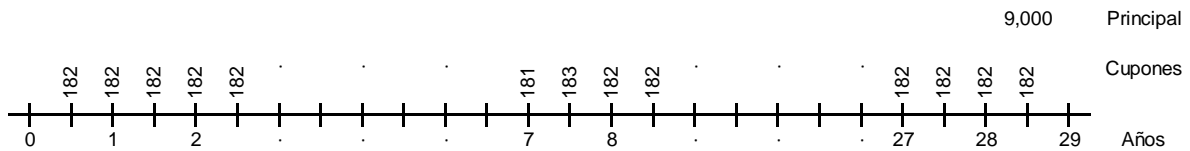


Figura 4.6

Ahora por cada lote, serán entregados 182 títulos con fecha de vencimiento en cada fecha que el udibono pagaba cupón, coincidentemente cada 182 días. El mismo caso sucede cuando la fecha del plazo cupón es menor en un día, se entregará un título menos o se entregará un título de más si el plazo del cupón es mayor a un día. Cada título tiene un valor nominal de 10 udis. Además de esto se entregarán 9,000 títulos con vencimiento en la fecha de vencimiento original del udibono. Para este ejemplo es el 15 de noviembre de 2040.

Como último paso son presentados los diagramas de cada una de las subastas de cupones segregados de principal e intereses de udibonos de esta referencia (S 401115) en el caso hipotético de realizar estas subastas.

Diagrama de flujos futuros a recibir en caso de obtener la asignación de un lote de cupones segregados del principal (SP) en la subasta de cupones segregados de principal e intereses de udibonos.

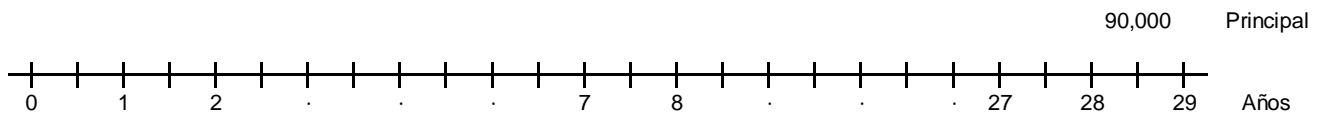


Figura 4.7

Diagrama de flujos futuros a recibir en caso de obtener la asignación de un lote de cupones segregados de los intereses (SC) en la subasta de cupones segregados de principal e intereses de udibonos.

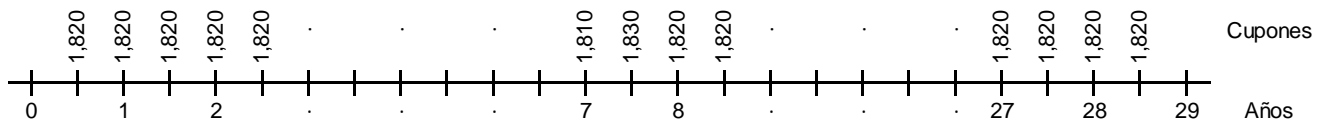


Figura 4.8

4.2. Ejemplo de una subasta de cupones segregados de principal e intereses de udibonos

La presente parte de este capítulo reúne las etapas especificadas en el capítulo 2 con respecto a la primer subasta de cupones segregados de principal e intereses de udibonos que fue llevada a cabo el pasado miércoles 14 de noviembre de 2012. El proceso de las actividades de la subasta fue establecido de la siguiente manera:

Viernes 9 de noviembre de 2012 (Día “D – 3”)

A las 11:30 a.m. es publicada la convocatoria de la subasta a llevarse a cabo. La siguiente figura es la convocatoria que apareció en la página de internet con todos los datos que fueron mencionados en el capítulo 2.



CONVOCATORIA A SUBASTA DE CUPONES SEGREGADOS DE UDIBONOS

9 de noviembre de 2012

La Secretaría de Hacienda y Crédito Público a través del Banco de México, en su carácter de agente financiero del gobierno federal, subastará cupones segregados de Bonos de Desarrollo del Gobierno Federal denominados en unidades de inversión (Udibonos) de conformidad con lo dispuesto en las Reglas emitidas para este efecto, y con las características siguientes:

Fecha de la Subasta: 14 de noviembre de 2012

Fecha de Liquidación: 16 de noviembre de 2012

Título	Conv.	Tipo	Lotes	Títulos por Lote	Monto (millones de uds)	Clave de la Emisión	Plazo (días) */
UBPRINCIPAL 30A Nov-40	1	U	2,500	9,000	225.00	SP401115	10,226
UBINTERESES 30A Nov-40	2	U	2,500	10,374	259.35	SCAAMMDD 1/	N/A

U: Precio Único

*/: En la fecha de liquidación

1/: La clave de la emisión correspondiente de acuerdo a la fecha de pago de intereses

N/A: No aplica

NOTA: La tasa de interés (cupón) es 4.00 %, los días transcurridos del cupón vigente serán 148 en la fecha de liquidación.

Subasta 14 de noviembre de 2012, de 11:00 a las 11:30 horas. La fecha de liquidación de los títulos será el viernes 16 de noviembre de 2012 en el horario establecido.

A continuación se detallan todas las características de ambas convocatorias de acuerdo al capítulo 2.

- Fecha de la convocatoria: 9 de noviembre de 2013 ($D - 3$).
- Fecha de la subasta: 14 de noviembre de 2013 (D).
- Fecha de la liquidación de los títulos: 16 de noviembre de 2013 ($D + 2$).
- Convocatoria 1.- Cupones segregados del principal.
 - Títulos a subastar *UBPrincipal 30 A, Nov - 40*.
 - Tipo de subasta: *U* (Única).
 - Número de lotes a subastar: 2,500.
 - Títulos por lote: 9,000.
 - Monto en millones de udis: 225.00.
 - Clave de la emisión: *SP401115*.
 - Plazo de los instrumentos en la fecha de liquidación: 10,226.
- Convocatoria 2.- Cupones segregados de los intereses.
 - Títulos a subastar *UBIntereses 30A, Nov - 40*.
 - Tipo de subasta: *U* (Única).
 - Número de lotes a subastar: 2,500.
 - Títulos por lote: 10,374.
 - Monto en millones de udis: 259.35.
 - Clave de la emisión: *SCAAMMD*.¹⁴
 - Plazo de los instrumentos en la fecha de liquidación: N/A.
- Tasa cupón del udibono a segregar 4%.
- Días transcurridos del cupón vigente 148.
- Horario de la subasta: de 11:00 a.m. a 11:30 a.m.

Miércoles 14 de noviembre de 2012 (Día "D")

Este día a las 11:00 a.m. el sistema provisto por el Banco de México comienza la subasta de ambas convocatorias. Debido al carácter confidencial de las posturas ingresadas en la subasta no es publicado este tipo de información a través de su página de internet. Sin embargo los resultados a esta subasta fueron publicados el mismo día y son detallados en la siguiente figura.

¹⁴ La clave de la emisión correspondiente de acuerdo a la fecha de pago de intereses.



Figura 4.10

Con respecto a estos resultados es posible enunciar ciertas características de ellos. A continuación son presentadas algunas de ellas.

El número de lotes de *SP* solicitados en la subasta ascendieron a 8,106 lotes y fueron colocados 2,500 lotes mismos que correspondían a la cantidad ofrecida. Estas cifras corresponden a una demanda de 3.24 veces la cantidad de lotes ofrecida en este tipo de instrumentos. El precio mínimo de instrumentos *SP* fue de 38.1682 udís mientras que el precio máximo fue de 43.88 udís. Al final el precio de asignación para este tipo de instrumentos fue de 43.2 udís.

Por otro lado el número de lotes *SC* solicitados fueron 3,041 lo que representa una demanda de 1.22 veces la cantidad de lotes ofrecida. En este caso únicamente fueron colocados 1,391 lotes por lo que en la subasta fue asignado un número menor de lotes a lo ofrecido no importando que existía demanda por los demás lotes. La razón por la que la subasta no fue asignada en su totalidad comúnmente tiene que ver con el precio de las posturas ingresadas ya que la Secretaría de Hacienda consideró que algunos precios presentaban un precio bajo y decidió únicamente asignar 56% de los lotes ofrecido. El precio mínimo de instrumentos *SC* fue de 410.5538 udís mientras que el precio máximo

fue de 420.5 udis. Al final el precio de asignación para este tipo de instrumentos fue de 418.33 udis.

En general la subasta fue catalogada como exitosa por ser la primera de este tipo de instrumentos en el mercado mexicano.

Viernes 16 de noviembre de 2012 (Día “D + 2”)

Durante el transcurso de este día, los títulos fueron liquidados a cada uno de los formadores de mercado que recibieron asignación en la subasta. De la misma manera, se cobrará el importe correspondiente. Este proceso como ya ha sido mencionado, es realizado por Banco de México y el custodio de valores que para este caso fue la compañía privada Indeval.

Con este último día, las etapas de la subasta quedan explicadas a través de cada uno de los días. Nuevamente es importante destacar que debido a la confidencialidad de la información no es posible realizar un análisis con mayor profundidad de los resultados. Sin embargo en la última parte de este capítulo es mostrada una forma para obtener el precio de cada uno de los cupones segregados del principal e intereses de los udibonos aplicando los métodos antes descritos.

4.3. Ejemplo de obtención de tasas cupón cero a partir de tasas de rendimiento al vencimiento.

Una vez presentada la ejemplificación de un cupón segregado del principal y de un cupón segregado de los intereses de un udibono así como las características de la primera subasta realizada, el último paso consiste en construir un precio estimado a presentar en cada una de las convocatorias por una parte para los cupones segregados del principal y por otra parte para los cupones segregados de los intereses, en estos instrumentos resulta de carácter fundamental la obtención de estos precios con el fin de poder llevar a cabo la liquidación individual de cada uno de los títulos.

En un principio como ha sido establecido, serán estimadas las tasas cupón cero correspondientes a cada uno de los plazos a partir de las tasas de rendimiento al vencimiento de las cuales pueda obtenerse información. Después es necesario estimar una curva de rendimiento para este tipo de instrumentos. Esta última estimación será

realizada mediante dos diferentes modelos con el fin de realizar una comparación entre ambos.

Todas las estimaciones y aplicaciones presentes en esta parte del capítulo serán realizadas para el día previo a la subasta de cupones segregados del principal e intereses de los udibonos (13 de noviembre de 2012) con el fin de obtener precios comparables a los presentados por el mercado en la primera subasta de cupones segregados del principal e intereses de udibonos.

En un principio las tasas de rendimiento al vencimiento a utilizar serán las publicadas por parte de Banco de México. Estas tasas corresponden a una compilación realizada con la información que dicho banco recibe diariamente de las casas de corretaje y son el resultado de las operaciones de compra-venta en directo realizadas entre bancos y casas de bolsa a través de dichas casas de corretaje. Además son un promedio ponderado diario por monto de las operaciones antes descritas.

Tasa de rendimiento al vencimiento de Udibonos ponderada por monto operado diario, en por ciento anual.

Fecha de operación	Rangos de plazo a vencimiento en días										
	20 dic 2012	19 dic 2013	18 dic 2014	16 jun 2016	14 dic 2017	13 jun 2019	10 dic 2020	09 jun 2022	04 dic 2025	22 nov 2035	15 nov 2040
06/11/2012	-2.93	0.34	0.75	0.95	N/E	1.24	N/E	N/E	1.66	2.56	2.66
07/11/2012	N/E	0.36	0.79	0.98	1.03	N/E	1.46	1.55	1.68	2.59	2.66
08/11/2012	-2.38	0.40	0.81	1.00	1.06	1.28	1.43	1.55	1.69	2.65	2.69
09/11/2012	-2.40	0.34	0.76	0.96	1.01	1.22	1.39	1.49	1.62	2.59	2.64
12/11/2012	-2.50	N/E	N/E	N/E	N/E	N/E	N/E	N/E	N/E	N/E	N/E
13/11/2012	-2.58	0.35	N/E	0.97	N/E	N/E	1.35	1.48	1.57	2.57	2.65
14/11/2012	-3.30	N/E	0.75	N/E	1.00	N/E	1.35	1.47	1.58	2.58	2.66
15/11/2012	-3.95	0.31	0.76	N/E	N/E	N/E	1.33	1.48	1.58	2.56	2.63
16/11/2012	N/E	0.29	N/E	0.99	1.01	N/E	1.34	1.49	1.62	2.58	2.64
20/11/2012	-4.46	0.31	0.81	N/E	N/E	N/E	N/E	1.50	N/E	2.59	2.68
21/12/2012	-4.65	N/E	0.84	1.03	1.05	N/E	N/E	N/E	1.68	2.62	2.70
22/11/2012	-6.31	0.25	0.75	1.01	N/E	N/E	N/E	1.53	1.77	2.65	2.72
23/11/2012	-6.59	N/E	0.79	N/E	N/E	N/E	N/E	1.55	1.81	N/E	2.77
26/11/2012	N/E	0.28	0.81	1.03	N/E	N/E	1.47	1.56	1.82	2.73	2.79
27/11/2012	-5.90	0.35	N/E	1.07	1.11	1.26	1.47	1.57	1.80	2.76	2.81
13/11/2012	-2.58	0.35	0.76	0.97	1.01	1.24	1.35	1.48	1.57	2.57	2.65

Figura 4.11

La anterior figura presenta una tabla con las tasas obtenidas de la página de internet¹⁵ del Banco de México donde es mostrada la información para los días correspondientes al periodo comprendido entre el 6 de noviembre de 2013 y el 27 de noviembre de 2013. En el caso particular del día 13 de noviembre de 2012, no existió operación a través de casas de corretaje para ciertos udibonos por lo que es necesario obtener las tasas faltantes. En busca de obtener estas tasas, el proceso a seguir es

¹⁵ La página de internet es la siguiente: http://www.banxico.org.mx/mercsecd/inicia?tabla=N&locale=es_ES y ahí pueden ser consultadas las tasas a la que este trabajo hace referencia.

obtener un promedio simple entre la tasa anterior más próxima y la tasa posterior más próxima de estas tasas. Este promedio simple será tomado como una tasa representativa en estos udibonos.

Realizando el cálculo especificado y utilizando las tasas de rendimiento al vencimiento obtenidas, es posible ejemplificar un precio competitivo para la primera subasta de cupones segregados de principal e intereses de udibonos. Aplicando el método para el día previo a la primera subasta es obtenida la siguiente matriz de tasas cupón cero para cada una de las referencias existentes de udibonos. Como ha sido mencionado anteriormente al ser compuestas estas tasas, se pueden calcular las tasas cupón cero simples a partir de estas tasas cupón cero compuestas obtenidas.

Plazo	Vencimiento	Tasa Casas de Corretaje	Microsoft Excel %	
			Cupón Cero Compuesta	Cupón Cero Simple
37	20-dic-12	-2.58	-2.580	-2.610
401	19-dic-13	0.35	0.359	0.359
765	18-dic-14	0.76	0.772	0.775
1,311	16-jun-16	0.97	0.991	1.004
1,857	14-dic-17	1.01	1.022	1.044
2,403	13-jun-19	1.24	1.268	1.314
2,949	10-dic-20	1.35	1.375	1.445
3,495	09-jun-22	1.48	1.507	1.610
4,769	04-dic-25	1.57	1.612	1.781
8,409	22-nov-35	2.57	2.692	3.682
10,229	15-nov-40	2.65	2.763	4.116

Figura 4.12

Es así que para una tasa de rendimiento al vencimiento publicada por el Banco de México proveniente de casas de corretaje del udibono con vencimiento el 15 de noviembre de 2040 de 2.65% es obtenida una tasa cupón cero compuesta de 2.763% y una tasa cupón cero simple de 4.116%. De manera análoga en la Figura 4.3 son presentadas las tasas correspondientes para los demás udibonos así como sus respectivos plazos.

Con el objeto de realizar una comparación entre dos herramientas computacionales para el cálculo de las tasas cupón cero en seguida es presentado el cálculo con la otra herramienta computacional (Matlab) especificada en el capítulo 3 del presente trabajo. Utilizando las mismas tasas de rendimiento al vencimiento obtenidas a través de la página del Banco de México con la metodología explicada para el ejemplo del

día tratado durante este ejemplo práctico (13 de noviembre de 2012) tanto la matriz aplicada correspondiente a la figura 3.4 como el vector aplicado de la figura 3.5 quedarían de la siguiente manera.

Fecha de Vencimiento	Tasa Cupón	Valor Nominal	Número de cupones por año	Convención días	Fin de mes
datetime('12/20/2012')	0.055	100	2	2	0
datetime('12/19/2013')	0.035	100	2	2	0
datetime('12/18/2014')	0.045	100	2	2	0
datetime('6/16/2016')	0.05	100	2	2	0
datetime('12/14/2017')	0.035	100	2	2	0
datetime('6/13/2019')	0.04	100	2	2	0
datetime('12/10/2020')	0.025	100	2	2	0
datetime('6/9/2022')	0.02	100	2	2	0
datetime('12/4/2025')	0.045	100	2	2	0
datetime('11/22/2035')	0.045	100	2	2	0
datetime('11/15/2040')	0.04	100	2	2	0

Figura 4.13

Tasa de rendimiento al vencimiento
-0.0258
0.0035
0.00755
0.0097
0.01005
0.0124
0.0135
0.0148
0.0157
0.0257
0.0265

Figura 4.14

Estableciendo la fecha de valuación que para este ejemplo práctico será el 13 de noviembre de 2012, el conjunto de instrucciones a ingresar a la plataforma computacional Matlab quedaría de la siguiente manera:

```
>>Bonos=[datenum('12/20/2012') 0.055 100 2 2 0;
          datenum('12/19/2013') 0.035 100 2 2 0;
          datenum('12/18/2014') 0.045 100 2 2 0;
          datenum('6/16/2016') 0.05 100 2 2 0;
          datenum('12/14/2017') 0.035 100 2 2 0;
          datenum('6/13/2019') 0.04 100 2 2 0;
          datenum('12/10/2020') 0.025 100 2 2 0;
          datenum('6/9/2022') 0.02 100 2 2 0;
          datenum('12/4/2025') 0.045 100 2 2 0;
          datenum('11/22/2035') 0.045 100 2 2 0;
          datenum('11/15/2040') 0.04 100 2 2 0;];
```

```
>>Yields=[-0.0258
```

```
0.0035
0.00755
0.0097
0.01005
0.0124
0.0135
0.0148
0.0157
0.0257
0.0265];
```

```
>>Settle=datenum('12/13/2012');
```

```
>>OutputCompounding = 2;
```

```
>> [ZeroRates, CurveDates] = zbyield(Bonos, Yields, Settle,OutputCompounding);
```

La matriz es nombrada con el nombre de Bonos, el vector con el nombre de Yields, la fecha de valuación con el nombre de Settle y el número de la frecuencia de la composición es llamado OutputCompounding. La instrucción devuelve como resultado dos vectores, el primero es nombrado ZeroRates y contienen las tasas cupón cero compuestas mientras que segundo vector resultado es nombrado CurveDates y contiene

las fechas asociadas a las tasas obtenidas, las cuales corresponden a las fechas de vencimiento ingresadas en el campo de Fecha de vencimiento de la matriz de entrada de la figura 4.4. Análogamente como en el ejemplo del uso de la herramienta computacional Microsoft Excel, ahora son presentados los resultados obtenidos a través de la plataforma computacional Matlab en la siguiente tabla.

Plazo	Vencimiento	Tasa Casas de Corretaje	Matlab %	
			Cupón Cero Compuesta	Cupón Cero Simple
37	20-dic-12	-2.58	-2.5800	-2.610
401	19-dic-13	0.35	0.3637	0.364
765	18-dic-14	0.76	0.7738	0.777
1,311	16-jun-16	0.97	0.9929	1.006
1,857	14-dic-17	1.01	1.0179	1.040
2,403	13-jun-19	1.24	1.2751	1.322
2,949	10-dic-20	1.35	1.3768	1.447
3,495	09-jun-22	1.48	1.5090	1.612
4,769	04-dic-25	1.57	1.6357	1.810
8,409	22-nov-35	2.57	2.9849	4.229
10,229	15-nov-40	2.65	2.9822	4.592

Figura 4.15

Una vez utilizada la herramienta computacional Matlab para el cálculo de las tasas cupón cero ahora es usada esta misma herramienta para el cálculo de las tasas cupón cero para cada uno de los días por vencer posibles de acuerdo a la estructura temporal de tasas y al método descrito en el capítulo 3. Así, con la metodología para el día de ejemplo en cuestión, se tienen los siguientes vectores:

Plazo	Zero
37	-2.610358
401	0.363793
765	0.777209
1,311	1.006002
1,857	1.039726
2,403	1.322184
2,949	1.446979
3,495	1.612112
4,769	1.809964
8,409	4.228918
10,229	4.591922

Figura 4.16

Una vez cargado el vector en la herramienta computacional, el siguiente paso consiste en generar el vector y el cual contendrá números naturales comenzando por el uno y terminando con el número 10,230 (último día de información de la estructura temporal de tasas) incrementándose en un número natural. Este vector representa los días de la estructura temporal de tasas.

La instrucción para generar este vector es la siguiente:

```
>> y=1:1:10230;
```

Para finalizar, la instrucción para el cálculo de la interpolación para cada uno de los elementos del vector y es la siguiente:

```
>> sp=interp1(Plazo,Zero,y,'cubic');
```

Con este conjunto de instrucciones es obtenida la curva cupón cero para cada uno de los plazos correspondientes. La tabla resultado de esta interpolación (plazo e interpolación por plazo) es presentada en su totalidad en el Anexo 1 del presente trabajo.

Para finalizar el presente capítulo es presentado un breve resumen de los resultados obtenidos aplicados a la primera subasta de cupones segregados de principal e intereses de udibonos.

4.4. Resultados obtenidos aplicados a la primer subasta de cupones segregados de principal e intereses de udibonos

Ahora para finalizar el presente trabajo serán calculados los precios correspondientes al día 13 de noviembre de 2012, un día antes de la subasta de cupones segregados de principal e intereses de udibonos para ambas convocatorias (tanto de los intereses como del principal) y ambos precios serán comparados con los resultados oficiales de la subasta. Cabe aclarar nuevamente que la tasa de rendimiento a vencimiento utilizada es una muestra de las operaciones entre casas de corretaje publicada por el Banco de México.

Regresando a la parte del cálculo de los precios, serán utilizadas las fórmulas 2.1 y 2.2 previamente definidas en el capítulo 2 del presente trabajo.

En el caso de los cupones segregados del principal con las tasas cupón cero aplicando la fórmula 2.1 es obtenido un precio de 43.388775 udis, el cual se encuentra dentro del rango de los resultados de la primera subasta de cupones segregados de principal e intereses de udibonos la cual tuvo un máximo de 43.880000 udis y un mínimo de 43.200000 udis. Aunado a esto, la demanda por lotes de esta subasta fue de 8,106 lotes por 2,500 lotes subastados. Es decir una razón demanda entre oferta de 3.24 veces.

Por otro lado, para los cupones segregados de los intereses con estas tasas cero y la suma de cada uno de los precios de los cupones, es obtenido un precio de 421.622443. A diferencia del resultado anterior, este precio queda ligeramente por arriba del máximo precio presentado en la subasta antes citada. El rango de resultados para esta subasta fue de un máximo de 420.500000 a un mínimo de 418.330000. La demanda de este tipo de títulos no fue tan grande como la de los cupones segregados del principal. En específico fue de 3,041 lotes por 2,500 lotes subastados generando una razón de demanda entre oferta de 1.22 veces, sin embargo debido a las características y los precios de las posturas únicamente fueron asignados 1,391 lotes de los 2,500 lotes ofrecidos.

Por último con respecto a la obtención de estos precios se presenta una tabla con la información para cada uno de los cupones, fecha de pago de cupón, plazo remanente, tasa cero obtenida en a través de la metodología plasmada en este trabajo y el valor presente de cada uno de los cupones que es el precio al día de la valuación.

Con la siguiente tabla este trabajo presenta todos los resultados obtenidos y únicamente restan las conclusiones.

Fecha de valuación 13-nov-2012

Fecha pago cupón	Plazo	Tasa cero	Valor Presente
20-dic-2012	37	-2.610358	10.026901
20-jun-2013	219	-0.682208	10.041674
19-dic-2013	401	0.363793	9.959641
19-jun-2014	583	0.632503	9.898608
18-dic-2014	765	0.777209	9.837526
18-jun-2015	947	0.883261	9.772929
17-dic-2015	1,129	0.963522	9.706692
16-jun-2016	1,311	1.006002	9.646595
15-dic-2016	1,493	1.018991	9.594537
15-jun-2017	1,675	1.026411	9.544201
14-dic-2017	1,857	1.039726	9.490975
14-jun-2018	2,039	1.10906	9.408967
13-dic-2018	2,221	1.227772	9.295869
13-jun-2019	2,403	1.322184	9.189016
11-dic-2019	2,584	1.369436	9.105022
11-jun-2020	2,767	1.406387	9.024485
10-dic-2020	2,949	1.446979	8.940292
10-jun-2021	3,131	1.50218	8.844486
09-dic-2021	3,313	1.562487	8.742847
09-jun-2022	3,495	1.612112	8.646710
08-dic-2022	3,677	1.64664	8.560281
08-jun-2023	3,859	1.674149	8.478460
07-dic-2023	4,041	1.697598	8.399442
06-jun-2024	4,223	1.719945	8.321135
05-dic-2024	4,405	1.74415	8.241196
05-jun-2025	4,587	1.77317	8.157063
04-dic-2025	4,769	1.809964	8.066013
04-jun-2026	4,951	1.862603	7.960772
03-dic-2026	5,133	1.935711	7.836990
03-jun-2027	5,315	2.027075	7.696599
02-dic-2027	5,497	2.134482	7.541913
01-jun-2028	5,679	2.255718	7.375504
30-nov-2028	5,861	2.38857	7.200085
31-may-2029	6,043	2.530826	7.018394
29-nov-2029	6,225	2.680273	6.833103
30-may-2030	6,407	2.834697	6.646739
28-nov-2030	6,589	2.991885	6.461626
29-may-2031	6,771	3.149624	6.279862
27-nov-2031	6,953	3.305701	6.103294
27-may-2032	7,135	3.457903	5.933531
25-nov-2032	7,317	3.604017	5.771951
26-may-2033	7,499	3.74183	5.619733
24-nov-2033	7,681	3.869128	5.477887
25-may-2034	7,863	3.983699	5.347290
23-nov-2034	8,045	4.08333	5.228729
24-may-2035	8,227	4.165807	5.122944
22-nov-2035	8,409	4.228918	5.030675
22-may-2036	8,591	4.281033	4.946526
20-nov-2036	8,773	4.331526	4.864834
21-may-2037	8,955	4.379687	4.785955
19-nov-2037	9,137	4.424807	4.710225
20-may-2038	9,319	4.466176	4.637962
18-nov-2038	9,501	4.503085	4.569467
19-may-2039	9,683	4.534823	4.505029
17-nov-2039	9,865	4.560682	4.444931
17-may-2040	10,047	4.579951	4.389453
15-nov-2040	10,229	4.591922	4.338877
Suma total			421.622443

Figura 4.17

Conclusiones

A lo largo del presente trabajo fueron explicadas a detalle las características correspondientes a tres temas, el proceso de segregación, los cupones segregados de principal e intereses de udibonos y las subastas creadas en el año 2012 para vender este tipo de instrumentos al público inversionista. Una vez explicadas estas características se procedió a aplicar una metodología completa (“Bootstrap”) para la transformación de tasas de rendimiento al vencimiento establecidas por el mercado a tasas cupón cero necesarias para descontar los flujos de efectivo de cada uno de los cupones segregados. En este punto fue explicada la metodología y su aplicación utilizando dos herramientas computacionales diferentes para poder comparar y validar los resultados obtenidos al aplicar dicha metodología. Después fue establecida una metodología para obtener una estructura temporal de tasas cupón cero la cual fue necesaria para la valuación de los instrumentos objeto de este trabajo.

Una vez explicadas y generadas las metodologías necesarias fue realizado un ejemplo práctico para una fecha en particular sobre la cual pudieran obtenerse precios comparables con precios establecidos por el mercado.

Aplicando toda la metodología generada en este trabajo con el fin de compararla con precios establecidos por el mercado se concluye en base a los resultados que la metodología propuesta es adecuada además de validar los resultados presentados por el mercado en la primera subasta de cupones segregados de udibonos.

Resumiendo lo anterior, con el presente trabajo se consiguió proveer al público lector de una explicación detallada de los instrumentos y sus subastas así como una metodología comparada con datos reales para valorar estos instrumentos.

Es así como fue generada una herramienta bibliográfica completa y de gran ayuda para las todas las personas interesadas en la operación de los cupones segregados del principal y de los intereses de los udibonos, donde uno de los puntos importantes radican en la ejemplificación de un metodología específica generada para asignar un precio tanto a los cupones segregados del principal como al de los intereses de los udibonos.

Anexo 1. Tabla de interpolación a través de splines cúbicos.

Plazo	Spline Cúbico	Plazo	Spline Cúbico	Plazo	Spline Cúbico	Plazo	Spline Cúbico	Plazo	Spline Cúbico	Plazo	Spline Cúbico	Plazo	Spline Cúbico	Plazo	Spline Cúbico	Plazo	Spline Cúbico	Plazo	Spline Cúbico
1	-0.03255	151	0.45017	301	0.85017	451	0.95017	601	0.99017	751	0.99517	901	0.99817	1051	0.99917	1201	0.99967	1351	0.99987
2	-0.02145	152	0.45234	302	0.85234	452	0.95234	602	0.99234	752	0.99734	902	0.99834	1052	0.99934	1202	0.99984	1352	0.99994
3	-0.00906	153	0.45451	303	0.85451	453	0.95451	603	0.99451	753	0.99951	903	0.99951	1053	0.99951	1203	0.99951	1353	0.99951
4	-0.00917	154	0.45668	304	0.85668	454	0.95668	604	0.99668	754	0.99968	904	0.99968	1054	0.99968	1204	0.99968	1354	0.99968
5	-0.98139	155	0.45885	305	0.85885	455	0.95885	605	0.99885	755	0.99985	905	0.99985	1055	0.99985	1205	0.99985	1355	0.99985
6	-0.97432	156	0.46102	306	0.86102	456	0.96102	606	0.99902	756	0.99992	906	0.99992	1056	0.99992	1206	0.99992	1356	0.99992
7	-0.96726	157	0.46319	307	0.86319	457	0.96319	607	0.99919	757	0.99997	907	0.99997	1057	0.99997	1207	0.99997	1357	0.99997
8	-0.96020	158	0.46536	308	0.86536	458	0.96536	608	0.99928	758	0.99998	908	0.99998	1058	0.99998	1208	0.99998	1358	0.99998
9	-0.95314	159	0.46753	309	0.86753	459	0.96753	609	0.99937	759	0.99999	909	0.99999	1059	0.99999	1209	0.99999	1359	0.99999
10	-0.94608	160	0.46970	310	0.86970	460	0.96970	610	0.99946	760	0.99999	910	0.99999	1060	0.99999	1210	0.99999	1360	0.99999
11	-0.93902	161	0.47187	311	0.87187	461	0.97187	611	0.99955	761	0.99999	911	0.99999	1061	0.99999	1211	0.99999	1361	0.99999
12	-0.93196	162	0.47404	312	0.87404	462	0.97404	612	0.99964	762	0.99999	912	0.99999	1062	0.99999	1212	0.99999	1362	0.99999
13	-0.92490	163	0.47621	313	0.87621	463	0.97621	613	0.99973	763	0.99999	913	0.99999	1063	0.99999	1213	0.99999	1363	0.99999
14	-0.91784	164	0.47838	314	0.87838	464	0.97838	614	0.99982	764	0.99999	914	0.99999	1064	0.99999	1214	0.99999	1364	0.99999
15	-0.91078	165	0.48055	315	0.88055	465	0.98055	615	0.99991	765	0.99999	915	0.99999	1065	0.99999	1215	0.99999	1365	0.99999
16	-0.90372	166	0.48272	316	0.88272	466	0.98272	616	0.99999	766	0.99999	916	0.99999	1066	0.99999	1216	0.99999	1366	0.99999
17	-0.89666	167	0.48489	317	0.88489	467	0.98489	617	0.99999	767	0.99999	917	0.99999	1067	0.99999	1217	0.99999	1367	0.99999
18	-0.88960	168	0.48706	318	0.88706	468	0.98706	618	0.99999	768	0.99999	918	0.99999	1068	0.99999	1218	0.99999	1368	0.99999
19	-0.88254	169	0.48923	319	0.88923	469	0.98923	619	0.99999	769	0.99999	919	0.99999	1069	0.99999	1219	0.99999	1369	0.99999
20	-0.87548	170	0.49140	320	0.89140	470	0.99140	620	0.99999	770	0.99999	920	0.99999	1070	0.99999	1220	0.99999	1370	0.99999
21	-0.86842	171	0.49357	321	0.89357	471	0.99357	621	0.99999	771	0.99999	921	0.99999	1071	0.99999	1221	0.99999	1371	0.99999
22	-0.86136	172	0.49574	322	0.89574	472	0.99574	622	0.99999	772	0.99999	922	0.99999	1072	0.99999	1222	0.99999	1372	0.99999
23	-0.85430	173	0.49791	323	0.89791	473	0.99791	623	0.99999	773	0.99999	923	0.99999	1073	0.99999	1223	0.99999	1373	0.99999
24	-0.84724	174	0.50008	324	0.90008	474	0.99908	624	0.99999	774	0.99999	924	0.99999	1074	0.99999	1224	0.99999	1374	0.99999
25	-0.84018	175	0.50225	325	0.90225	475	0.99925	625	0.99999	775	0.99999	925	0.99999	1075	0.99999	1225	0.99999	1375	0.99999
26	-0.83312	176	0.50442	326	0.90442	476	0.99942	626	0.99999	776	0.99999	926	0.99999	1076	0.99999	1226	0.99999	1376	0.99999
27	-0.82606	177	0.50659	327	0.90659	477	0.99959	627	0.99999	777	0.99999	927	0.99999	1077	0.99999	1227	0.99999	1377	0.99999
28	-0.81900	178	0.50876	328	0.90876	478	0.99976	628	0.99999	778	0.99999	928	0.99999	1078	0.99999	1228	0.99999	1378	0.99999
29	-0.81194	179	0.51093	329	0.91093	479	0.99993	629	0.99999	779	0.99999	929	0.99999	1079	0.99999	1229	0.99999	1379	0.99999
30	-0.80488	180	0.51310	330	0.91310	480	0.99910	630	0.99999	780	0.99999	930	0.99999	1080	0.99999	1230	0.99999	1380	0.99999
31	-0.79782	181	0.51527	331	0.91527	481	0.99927	631	0.99999	781	0.99999	931	0.99999	1081	0.99999	1231	0.99999	1381	0.99999
32	-0.79076	182	0.51744	332	0.91744	482	0.99944	632	0.99999	782	0.99999	932	0.99999	1082	0.99999	1232	0.99999	1382	0.99999
33	-0.78370	183	0.51961	333	0.91961	483	0.99961	633	0.99999	783	0.99999	933	0.99999	1083	0.99999	1233	0.99999	1383	0.99999
34	-0.77664	184	0.52178	334	0.92178	484	0.99978	634	0.99999	784	0.99999	934	0.99999	1084	0.99999	1234	0.99999	1384	0.99999
35	-0.76958	185	0.52395	335	0.92395	485	0.99995	635	0.99999	785	0.99999	935	0.99999	1085	0.99999	1235	0.99999	1385	0.99999
36	-0.76252	186	0.52612	336	0.92612	486	0.99912	636	0.99999	786	0.99999	936	0.99999	1086	0.99999	1236	0.99999	1386	0.99999
37	-0.75546	187	0.52829	337	0.92829	487	0.99929	637	0.99999	787	0.99999	937	0.99999	1087	0.99999	1237	0.99999	1387	0.99999
38	-0.74840	188	0.53046	338	0.93046	488	0.99946	638	0.99999	788	0.99999	938	0.99999	1088	0.99999	1238	0.99999	1388	0.99999
39	-0.74134	189	0.53263	339	0.93263	489	0.99963	639	0.99999	789	0.99999	939	0.99999	1089	0.99999	1239	0.99999	1389	0.99999
40	-0.73428	190	0.53480	340	0.93480	490	0.99980	640	0.99999	790	0.99999	940	0.99999	1090	0.99999	1240	0.99999	1390	0.99999
41	-0.72722	191	0.53697	341	0.93697	491	0.99997	641	0.99999	791	0.99999	941	0.99999	1091	0.99999	1241	0.99999	1391	0.99999
42	-0.72016	192	0.53914	342	0.93914	492	0.99914	642	0.99999	792	0.99999	942	0.99999	1092	0.99999	1242	0.99999	1392	0.99999
43	-0.71310	193	0.54131	343	0.94131	493	0.99931	643	0.99999	793	0.99999	943	0.99999	1093	0.99999	1243	0.99999	1393	0.99999
44	-0.70604	194	0.54348	344	0.94348	494	0.99948	644	0.99999	794	0.99999	944	0.99999	1094	0.99999	1244	0.99999	1394	0.99999
45	-0.69898	195	0.54565	345	0.94565	495	0.99965	645	0.99999	795	0.99999	945	0.99999	1095	0.99999	1245	0.99999	1395	0.99999
46	-0.69192	196	0.54782	346	0.94782	496	0.99982	646	0.99999	796	0.99999	946	0.99999	1096	0.99999	1246	0.99999	1396	0.99999
47	-0.68486	197	0.55000	347	0.95000	497	0.99900	647	0.99999	797	0.99999	947	0.99999	1097	0.99999	1247	0.99999	1397	0.99999
48	-0.67780	198	0.55217	348	0.95217	498	0.99917	648	0.99999	798	0.99999	948	0.99999	1098	0.99999	1248	0.99999	1398	0.99999
49	-0.67074	199	0.55434	349	0.95434	499	0.99934	649	0.99999	799	0.99999	949	0.99999	1099	0.99999	1249	0.99999	1399	0.99999
50	-0.66368	200	0.55651	350	0.95651	500	0.99951	650	0.99999	800	0.99999	950	0.99999	1100	0.99999	1250	0.99999	1400	0.99999
51	-0.65662	201	0.55868	351	0.95868	501	0.99968	651	0.99999	801	0.99999	951	0.99999	1101	0.99999	1251	0.99999	1401	0.99999
52	-0.64956	202	0.56085	352	0.96085	502	0.99985	652	0.99999	802	0.99999	952	0.99999	1102	0.99999	1252	0.99999	1402	0.99999
53	-0.64250	203	0.56302	353	0.96302	503	0.99902	653	0.99999	803	0.99999	953	0.99999	1103	0.99999	1253	0.99999	1403	0.99999
54	-0.63544	204	0.56519	354	0.96519	504	0.99919	654	0.99999	804	0.99999	954	0.99999	1104	0.99999	1254	0.99999	1404	0.99999
55	-0.62838	205	0.56736	355	0.96736	505	0.99936	655	0.99999	805	0.99999	955	0.99999	1105	0.99999	1255	0.99999	1405	0.99999
56	-0.62132	206	0.56953	356	0.96953	506	0.99953	656	0.99999	806	0.99999	956	0.99999	1106	0.99999	1256	0.99999	1406	0.99999
57	-0.61426	207	0.57170	357	0.97170	507	0.99970	657	0.99999	807	0.99999	957	0.99999	1107	0.99999	1257	0.99999	1407	0.99999
58	-0.60720	208	0.57387	358	0.97387	508	0.99987	658	0.99999	808	0.99999	958	0.99999	1108	0.99999	1258	0.99999	1408	0.99999
59	-0.60014	209	0.57604	359	0.97604														

Bibliografía

- STEPHEN G. KELLISON, The Theory of Interest, tercera edición 2009, Ed. Mc Graw Hill, p. 320-320
- PLACE JOANNA, Basic Bond Analysis, Handbooks in Central Banking num. 20, Diciembre 2000, Centre for Central Banking Studies, Bank of England, p. 320-320
- RANGARAJAN K. SUNDARAM, SANJIV R. DAS. Derivatives: Principles and Practice, 2011, Ed. Mc Graw Hill p.320-320
- HULL JOHN C., Options Futures and other Derivatives, cuarta edición 2000, Ed. Prentice-Hall Inc. p. 320-320
- Banco de México, Circular 16/2012, Subastas para colocación de cupones segregados de Udibonos, 6 de noviembre de 2012, Disposiciones dirigidas a Formadores de Mercado.
- Banco de México, Circular 2/2004, Reglas para la segregación y reconstitución de títulos, 3 de noviembre de 2004, Disposiciones dirigidas a Instituciones de Crédito (Banca Múltiple y Banca de Desarrollo.
- Banco de México y Secretaría de Hacienda y Crédito Público, Presentación Subasta Sindicada de Segregados de Udibonos, noviembre 2012.
- FABOZZI FRANK J., MANN STEVEN V., Handbook of Fixed Income Securities, séptima edición 2005, Ed. Mc Graw Hill, p. 81-91
- HAGAN PATRICK S., WEST GRAEME, Methods for Constructing a Yield Curve, Wilmott Magazine.
- BANK OF INTERNATIONAL SETTLEMENTS, Zero coupon yield curves: Technical documentation, BIS Papers num. 5, Octubre 2005, Monetary and Economic Department.
- BOLDER DAVID J., JOHNSON GRAEME, MELTZER ADAM, An empirical analysis of the Canadian term structure of zero-coupon interest rates, working paper 2004.48, Bank of Canada.
- VALMER, Valuación Operativa y Referencias de Mercado, Proveedor de precios, Manual de Metodologías, Curvas Reales “Cero” de tasa neta y bruta, p.1-4, Anexo 1. Bootstrapping, Agosto 2007.