



**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
ACATLÁN**

**APLICACIÓN DE METODOS NUMERICOS EN EL CALCULO
DE BONOS**

T E S I N A

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE :
LICENCIADO EN MATEMATICAS
APLICADAS Y COMPUTACION**

PRESENTA:

ALEJANDRO MONROY OSORIO

A S E S O R :

ACT. MARIA DEL CARMEN GONZALEZ VIDEGARAY

AGOSTO, 2005.

m. 347008



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.

Autorizo a la Comandante Alicia... UNAM a difundir... contenido de... NOMINADO: ALEXANDRO MONROY OSOLIO
FECHA: AGT. 16. 2005
FIRMA: P. C. [Signature]

A cynic is a man who knows the price of everything
but the value of nothing.

Oscar Wilde

Índice	2
Introducción	4
Capítulo I. Teoría del interés y su repercusión a través del tiempo	6
1.1 Introducción	7
1.2 Interés	9
1.3 Interés Simple	10
1.4 Interés Compuesto	10
1.5 Tipos de Tasas	12
1.5.1 Tasa efectiva	12
1.5.2 Tasa efectiva acumulada	12
1.5.3 Tasa efectiva promedio	13
1.5.4 Tasa efectiva anualizada	13
1.5.5 Tasa remanente	14
1.6 Anualidades	14
1.6.1 Valor Futuro de una anualidad Anticipada	14
1.6.2 Valor Presente de una anualidad Anticipada	17
1.6.3 Valor Futuro de una anualidad Vencida	22
1.6.4 Valor Presente de una anualidad Vencida	24
1.7 Métodos de Amortización	27
1.7.1 Esquema de pagos iguales	28
1.7.2 Esquema de pagos decrecientes	29
1.7.3 Esquema de pagos crecientes	29
1.7.4 Esquema de pago de interés	30
Capítulo II. Bonos	31
2.1 Introducción a los bonos	32
2.2 Mercado de bonos	32
2.3 Bonos cupón cero	33
2.4 Bonos cuponados a Tasa Fija	36
2.5 Bonos cuponados a Tasa Flotante	29
Capítulo III. Métodos Numéricos	41
3.1 Introducción a los métodos numéricos	42
3.2 Método de Bisección	43
3.3 Método de Newton – Raphson	45
3.4 Método de la Secante	47
Capítulo IV. Bonos del Mercado Mexicano	74
4.1 Introducción al mercado de dinero	75
4.2 Mercado de dinero internacional	76
4.3 El mercado de dinero en México	78
4.4 Mercado primario y secundario	79
4.5 Presentación de los bonos típicos del mercado mexicano	80

Capítulo V. Macros	100
5.1 Introducción a las macros	101
5.2 Aspectos de la programación orientada a objetos de VBA	102
5.3 Comandos comúnmente utilizados	105
5.4 Generación del método de la secante utilizando VBA	107
Conclusiones	116
Anexos incluidos en el CD – ROM: Calculadora de Tasas – Precio	

Introducción

La teoría del interés se utiliza en diversas áreas interdisciplinarias las cuales se diversifican de acuerdo al objetivo deseado, es así que podemos encontrar aplicaciones en finanzas, economía, e inclusive en las actividades que cualquier individuo común desarrolla día con día, siempre con el poder que sustenta y provee el mundo de las matemáticas.

Diariamente se realizan millones de operaciones las cuales de alguna u otra forma incluyen un interés por realizarlas, es así que cualquier individuo puede solicitar un préstamo, puede invertir sus ahorros, puede financiar instituciones, o puede apostar al futuro económico de alguna empresa.

Los mercados financieros mexicanos y mundiales se encuentran en constante expansión, debido a un creciente flujo de información con respecto a nuevas planes de inversión, lo cual permite que las personas tengan oportunidad de invertir sus ahorros y diversificar su cartera en diferentes mercados, los cuales de acuerdo a su solidez sustentarán el premio que se obtendrá, claro está que a mayor riesgo se podrá obtener una mayor ganancia de igual forma es directamente proporcional el riesgo a la pérdida.

Comúnmente oímos hablar de préstamos hipotecarios, préstamos para la compra de bienes, inversiones en certificados de la tesorería, inversiones de fondos de inversión, etc. Por falta de conocimiento de los cálculos desarrollados para estos tipos de financiamientos o inversiones, en muchas ocasiones las personas se ven envueltas en planes de financiamiento mismos que se convierten imposibles de

liquidar, o bien se realizan inversiones las cuales no proporcionan el rendimiento deseado, o bien que al final de vida no sobrepasan la inflación por lo que se obtiene una tasa real negativa.

El presente trabajo tiene como objetivo presentar los métodos utilizados para calcular el interés, enfocándose principalmente en instrumentos llamados bonos, que operan en el mercado de dinero tanto local como internacional. Se presentarán tres métodos numéricos los cuales servirán para encontrar la tasa de rendimiento a partir del precio, dado que la función del precio de un bono es continua se seleccionaron tres métodos numéricos los cuales son óptimos para este tipo de funciones, en principio el método de bisección por sus características genera intervalos los cuales siempre encontrarán la tasa asociada al precio aunque con un gran número de iteraciones, posteriormente el método de Newton – Raphson genera tangentes para encontrar la tasa, este método se caracteriza por generar un número menor de iteraciones, por último el método de la secante derivado del método de Newton – Raphson genera secantes a la función, mismo que en su número de iteraciones es eficiente. El trabajo finaliza mostrando la implementación de los modelos en Excel, sistema que es utilizado por un gran número de usuarios por su interfaz amigable, apoyándose en el uso de macros y Visual Basic para aplicaciones.

Capítulo I

Teoría del interés y su repercusión a través del tiempo

1.1 Introducción

Teoría del interés y su repercusión a través del tiempo

Para comenzar es necesario saber que representa el interés, es de esta forma que podemos entender como interés aquella remuneración o compensación que un ente o entidad está dispuesta a pagar por el uso del dinero en determinado tiempo. El valor del dinero a través del tiempo se ve afectado por diferentes factores económicos, entre los que podemos mencionar la inflación, misma que en su definición representa la pérdida del poder adquisitivo de compra del dinero, que se ve representada en el aumento de precios de bienes y servicios, esta es una de las muchas razones por las cuales el interés representa una compensación por el uso del dinero, ya que el dinero que se puede utilizar hoy para la compra de bienes no tendrá el mismo valor en el futuro.

Teorías del interés un enfoque económico

A nivel teoría económica existen diversas teorías del interés, las cuales nos servirán de ayuda para comprender un poco más a fondo la repercusión del valor del dinero en el tiempo, a continuación mencionaremos de forma breve dos de estas teorías.

Teoría de la preferencia temporal

Esta teoría menciona que los individuos tienen una tendencia natural a valorar en una forma diferente el valor de un bien en el presente y en el futuro. De esta forma podemos identificar que este valor dado por individuo en una forma diferente es la preferencia temporal, misma de la cual nace el nombre de esta teoría. Los

individuos que dan un mayor valor al bien en el presente que en el futuro tendrán una preferencia temporal positiva y aquellos que den un mayor valor al mismo bien en el futuro que en el presente tendrán una preferencia temporal negativa. Un empresario solicitará mayor número de recursos en préstamo en medida que la tasa de interés sea menor, con lo que tendrá una preferencia temporal positiva, de la misma forma podemos mencionar que un prestamista tendrá una preferencia temporal positiva cuando la tasa de interés sea superior a la tasa preferencial temporal personal.

Teoría de la preferencia por la liquidez

Esta teoría menciona que los individuos de igual forma que en la teoría de la preferencia temporal, tienen una tendencia natural a mantener sus ahorros en la medida más líquida posible, es decir en dinero en efectivo, depósitos a la vista, etc. Dicha preferencia es inducida por motivos de precaución, motivos de transacción o motivos de especulación.

Estos motivos pueden referirse a la necesidad de realizar pagos que las empresas o individuos deben realizar periódicamente en efectivo, a la necesidad de prever cualquier pago imprevisto, y a la necesidad de tener liquidez en caso de tener una oportunidad de inversión la cual podrá dar según las expectativas del individuo o empresa una ganancia mayor a la que se podrá obtener en el mercado.

1.2 Interés

Como se comentó anteriormente el dinero tendrá un costo a través del tiempo, es por esto que un inversionista tendrá derecho a cobrar intereses y un prestatario de igual forma tendrá la obligación de pagar intereses.

El monto inicial de dinero invertido (Capital) es llamado principal y el monto total recibido después del periodo de tiempo es llamado valor acumulado. La diferencia entre el valor acumulado y el principal se llama interés.

Si consideramos un monto al que llamaremos C , mismo que tendrá un valor mayor a cero, después de un periodo podemos determinar una función de acumulación que llamaremos $i(t)$ la cual generará el valor acumulado para un periodo de tiempo $t \geq 0$. Considerando la unidad para la variable C se pueden observar las siguientes características en la función:

- En $t = 0$ el valor de acumulación $i(t) = 1$.
- $i(t)$ es una función creciente en el tiempo. Un decremento en esta función indicará un interés negativo, esto es posible matemáticamente sin embargo esto no es una consideración relevante en la mayoría de las inversiones, aunque existan casos que en la práctica se obtengan pérdidas.
- Si el interés se acumula continuamente la función será continua, sin embargo existen situaciones en las cuales la acumulación no es continua y se presentan discontinuidades.

Por último es claro que el monto de inversión no corresponderá necesariamente a la unidad, pero será siempre un valor $C > 0$.

1.3 Interés Simple

Como se comentó anteriormente la diferencia entre el valor presente del dinero y el valor futuro del mismo son los intereses, a este rendimiento obtenido le llamaremos interés simple (*I*).

$$I = CiN$$

Donde:

I	=	Interés generado por el principal
C	=	Principal
i	=	Tasa
N	=	Plazo de la inversión expresada en años

El Monto Simple (*MS*), es aquel que nos da el monto al final de la inversión es decir el principal más los intereses generados en el periodo.

$$MS = C (1 + iN)$$

Donde:

MS	=	Principal más interés generado en el periodo
C	=	Principal
i	=	Tasa
N	=	Plazo de la inversión expresada en años

1.4 Interés compuesto

El interés compuesto a diferencia del interés simple acumulará los intereses generados en el periodo de la inversión al principal y se reinvertirán al final de cada periodo.

Supongamos que decidimos invertir 100,000 pesos al 12% anual por un periodo de 30 días, mismos que al final del periodo reinvertiremos por 3 periodos más de 30

días, solamente que ahora incluiremos los intereses generados en el periodo anterior. Utilizando la fórmula de Monto simple obtendremos:

$$\begin{aligned} MS_1 &= 100,000 (1 + (.12 \times (30 / 360))) = 101,000.00 \\ MS_2 &= 101,000 (1 + (.12 \times (30 / 360))) = 102,010.00 \text{ (Reinversión)} \\ MS_3 &= 102,010 (1 + (.12 \times (30 / 360))) = 103,030.10 \text{ (Reinversión)} \\ MS_4 &= 103,030 (1 + (.12 \times (30 / 360))) = 104,060.40 \text{ (Reinversión)} \end{aligned}$$

Con lo que al final de los cuatro periodos obtendremos 4,060.40 pesos de intereses ganados.

Ahora matemáticamente desarrollemos la fórmula que nos lleva al interés compuesto.

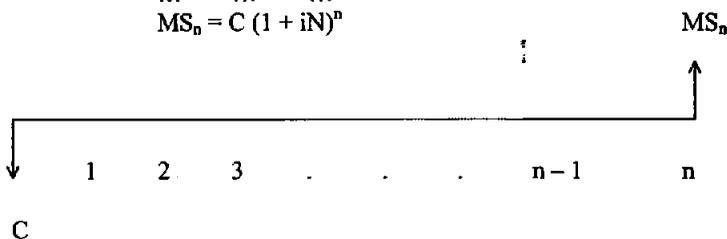
$$\begin{aligned} MS_1 &= C (1 + iN) \\ MS_2 &= MS_1 (1 + iN) \\ MS_3 &= MS_2 (1 + iN) \\ \dots & \dots \dots \\ MS_n &= MS_{n-1} (1 + iN) \end{aligned}$$

Sustituyendo:

$$\begin{aligned} MS_1 &= C (1 + iN) \\ MS_2 &= C (1 + iN) (1 + iN) \\ MS_3 &= C (1 + iN) (1 + iN) (1 + iN) \\ \dots & \dots \dots \\ MS_n &= C (1 + iN) (1 + iN) (1 + iN) \dots (1 + iN) \end{aligned}$$

Factorizando:

$$\begin{aligned} MS_1 &= C (1 + iN) \\ MS_2 &= C (1 + iN)^2 \\ MS_3 &= C (1 + iN)^3 \\ \dots & \dots \dots \\ MS_n &= C (1 + iN)^n \end{aligned}$$



Es así que llegamos a la fórmula del interés compuesto, en la cual hemos acumulado el principal más los intereses generados en el periodo y hemos reinvertido por n periodos.

$$MC = C (1 + iN)^n$$

1.5 Tipos de Tasas

Existen diferentes tipos de tasas las cuales servirán para realizar los cálculos del interés deseado, las fórmula anteriores presuponen que las tasas de interés se mantienen constantes durante todos los periodos en el tiempo de vida de la inversión sin embargo existen inversiones que no se ajustan a este tipo de tasas. A continuación se presentan variaciones en el cálculo de la tasa de interés.

1.5.1 Tasa Efectiva

Como se había mostrado la tasa efectiva de una inversión se identifica con la letra “*i*” misma que se calcula con la siguiente fórmula:

$$T_e = \frac{ip}{d}$$

Donde:

T_e	=	Tasa efectiva en el periodo
i	=	Tasa nominal de la inversión
p	=	Plazo de la inversión
d	=	Número de días en un año

1.5.2 Tasa efectiva acumulada

Es aquella tasa que capitaliza capital e intereses en tiempos y tasas diferentes, su fórmula es presentada a continuación:

$$T_{ea} = (((1 + i_{e1})(1 + i_{e2})(1 + i_{e3}) \cdots (1 + i_{en})) - 1) 100$$

Donde:

$$\begin{aligned} T_{ea} &= \text{Tasa efectiva acumulada} \\ i_{en} &= \text{Tasa efectiva en el periodo} \end{aligned}$$

La tasa efectiva en el periodo (i_e) la expresamos anteriormente con la nomenclatura (iN) en el caso de las fórmulas de interés, de igual forma podremos encontrarla con la nomenclatura (i_e). Esta diversidad se utiliza para una comprensión más sencilla en las fórmulas expuestas.

1.5.3 Tasa efectiva promedio

Es aquella tasa que convierte el plazo de la tasa en un plazo diferente

$$T_{ep} = ((1 + i_e)^{\frac{N}{ND}} - 1) 100$$

Donde:

$$\begin{aligned} T_{ep} &= \text{Tasa efectiva promedio} \\ i_e &= \text{Tasa efectiva en el periodo} \\ N &= \text{Plazo deseado} \\ ND &= \text{Número de días en el periodo} \end{aligned}$$

1.5.4 Tasa efectiva anualizada

Es aquella que capitaliza capital e intereses por un tiempo meta de 360 días

$$\begin{aligned} T_{en} &= ((1 + i_e)^{\frac{360}{ND}} - 1) 100 \quad \text{ó bien} \\ T_{en} &= ((1 + i_e)^{NP} - 1) 100 \end{aligned}$$

Donde:

$$\begin{aligned} T_{en} &= \text{Tasa efectiva anualizada} \\ i_e &= \text{Tasa efectiva en el periodo} \\ ND &= \text{Número de días en el periodo} \end{aligned}$$

NP = Número de periodos en un año

1.5.5 Tasa remanente

Es la tasa faltante para cumplir una meta u objetivo

$$T_r = \left(\frac{1 + i_{eM}}{1 + i_e} - 1 \right) 100$$

Donde:

i_{eM} = Tasa efectiva meta
 i_e = Tasa efectiva en el periodo

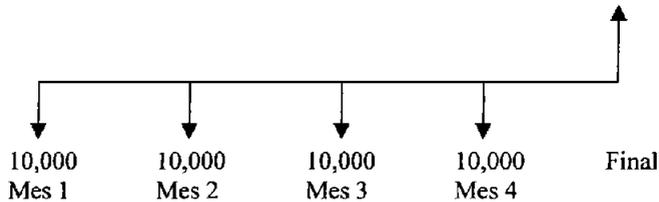
1.6 Anualidades

Las anualidades las encontramos en muchas de las inversiones y préstamos que se realizan día a día, las anualidades como tal son un conjunto de pagos o depósitos que llevan implícita la misma tasa y el mismo plazo. También son conocidas como series uniformes de flujos de efectivo.

Entre las anualidades podemos encontrar las anticipadas y las vencidas. Las anualidades anticipadas son aquellas que se realizan al inicio del periodo y las vencidas son aquellas que se realizan al final del periodo.

1.6.1 Valor Futuro de una anualidad Anticipada

Supongamos que hemos decidido invertir 10,000 pesos cada 30 días durante los siguientes 120 días al inicio del mes. Se invierte a tasa del 18% a 30 días. ¿Con qué cantidad contaremos al final de los 120 días?



Mes 1 Inversión: 10,000.00

$$MS = 10000 (1 + (.18(30/360))) = 10,150.00$$

Mes 2 Inversión: 10,000.00 Inversión anterior + intereses: 10,150.00

$$MS = (10000 + 10150) (1 + (.18(30/360))) = 20,452.25$$

Mes 3 Inversión: 10,000.00 Inversión anterior + intereses: 20,452.25

$$MS = (10000 + 20,452.25) (1 + (.18(30/360))) = 30,909.09$$

Mes 4 Inversión: 10,000.00 Inversión anterior + intereses: 30,909.09

$$MS = (10000 + 30,909.09) (1 + (.18(30/360))) = 41,522.66$$

Ahora matemáticamente desarrollemos la fórmula que nos lleva al interés compuesto.

$$\begin{aligned} MS_1 &= C (1 + iN) \\ MS_2 &= (C + MS_1) (1 + iN) \\ MS_3 &= (C + MS_2) (1 + iN) \\ &\dots \dots \dots \\ MS_n &= (C + MS_{n-1}) (1 + iN) \end{aligned}$$

Sustituyendo y factorizando:

$$\begin{aligned} MS_1 &= C (1 + iN) \\ MS_2 &= (C + C (1 + iN)) (1 + iN) \\ &= C (1 + iN) + C (1 + iN)^2 \\ &= C ((1 + iN) + (1 + iN)^2) \\ MS_3 &= (C + C ((1 + iN) + (1 + iN)^2)) (1 + iN) \\ &= C (1 + iN) + C (1 + iN)^2 + C (1 + iN)^3 \\ &= C ((1 + iN) + (1 + iN)^2 + (1 + iN)^3) \\ &\dots \dots \dots \end{aligned}$$

$$MS_n = C ((1 + iN) + (1 + iN)^2 + (1 + iN)^3 + \dots + (1 + iN)^n)$$

Sustituyendo (1 + iN) por x:

$$MS_n = C ((1 + iN) + (1 + iN)^2 + (1 + iN)^3 + \dots + (1 + iN)^n)$$

$$\frac{MS_n}{C} \frac{1}{x} = (x + x^2 + \dots + x^n) \frac{1}{x} \dots (1)$$

Algebraicamente sabemos que:

$$1 + x + x^2 + \dots + x^{n-1} = \frac{x^n - 1}{x - 1} \text{ si } x \neq 1.$$

Sustituyendo en (1)

$$\frac{MS_n}{Cx} = \frac{x^n - 1}{x - 1}$$

Reemplazando nuevamente x por (1 + iN) y desarrollando obtenemos:

$$\frac{MS_n}{Cx} = \frac{(1 + iN)^n - 1}{(1 + iN) - 1}$$

$$\frac{MS_n}{C(1 + iN)} = \frac{(1 + iN)^n - 1}{iN}$$

$$MS_n = C \frac{(1 + iN)^n - 1}{iN} (1 + iN)$$

Cambiando la nomenclatura obtenemos:

$$VF = A \left[\frac{(1 + i_e)^n - 1}{i_e} (1 + i_e) \right]$$

Donde:

VF = Valor Futuro
A = Anualidad

n = Número de periodos
 i_e = Tasa efectiva

Como es notorio se ha cambiado la nomenclatura al final del desarrollo, esto es con fines prácticos.

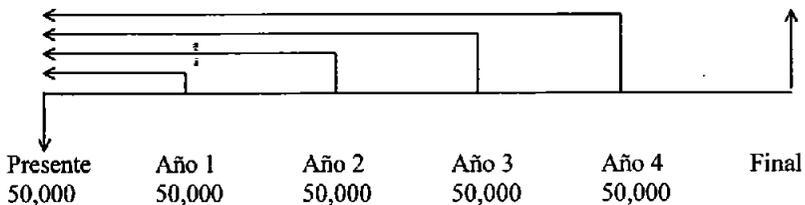
Ahora bien sustituiremos el supuesto de inversión que se presentó anteriormente donde A será igual al monto a invertir: 10,000.00 pesos, n igual al número de periodos que se invertirá: 4, y la tasa del 18% anual.

$$VF = 10,000 \left[\frac{\left(1 + .18 \left(\frac{30}{360}\right)\right)^4 - 1}{.18 \left(\frac{30}{360}\right)} \left(1 + .18 \left(\frac{30}{360}\right)\right) \right] = 41522.66$$

1.6.2 Valor Presente de una anualidad Anticipada

El valor presente de una anualidad anticipada, nos indica qué flujo se obtendría si la inversión es retirada el día presente, como ya se había mencionado el término anticipado significa que los flujos se entregan al principio del periodo.

Ahora supongamos que se ha obtenido un premio de 50,000 pesos anuales durante 5 años al inicio de cada periodo, los primeros 50,000 pesos son entregados el día de hoy.



¿Cuál es el importe del premio obtenido si el dinero está invertido a una tasa del 12% anual?

Utilizando la fórmula del interés compuesto, buscamos cuánto capital recibiremos en cada periodo, ya que la tasa es anual y el premio es recibido anualmente. Debido a esto no hay que realizar ningún cálculo adicional con la tasa de interés, cabe mencionar que esta fórmula corresponde al valor presente de una inversión, anteriormente hemos notado que $1 + iN$ corresponde a un valor el cuál es un factor de acumulación, desde que acumula el valor de una inversión al principio del periodo hasta el valor que obtiene al final del mismo. En otras palabras esta fórmula nos muestra cuánto habría que invertir el día de hoy a cierta tasa de interés en un periodo para lograr una meta.

$$C = \frac{MC}{(1 + iN)^n}$$

Pago 1 = 50,000 pesos

$$\text{Pago 2} = C = \frac{50000}{(1 + .12)^1} = 44642.85 \text{ a valor presente}$$

$$\text{Pago 3} = C = \frac{50000}{(1 + .12)^2} = 39859.69 \text{ a valor presente}$$

$$\text{Pago 4} = C = \frac{50000}{(1 + .12)^3} = 35589.01 \text{ a valor presente}$$

$$\text{Pago 5} = C = \frac{50000}{(1 + .12)^4} = 31775.90 \text{ a valor presente}$$

Pago Total = Σ pagos = 201867.47 a valor presente

Ahora matemáticamente desarrollamos:

$$\text{Pago 1} = \frac{MC}{(1+iN)^0}$$

$$\text{Pago 1} = \frac{MC}{(1+iN)^1}$$

$$\text{Pago 2} = \frac{MC}{(1+iN)^2}$$

$$\text{Pago 3} = \frac{MC}{(1+iN)^3}$$

... ..

$$\text{Pago n} = \frac{MC}{(1+iN)^{n-1}}$$

$$P. \text{ Total} = MC + \frac{MC}{(1+iN)^1} + \frac{MC}{(1+iN)^2} + \frac{MC}{(1+iN)^3} + \dots + \frac{MC}{(1+iN)^{n-1}}$$

Factorizando:

$$VP = MC \left(1 + \frac{1}{(1+iN)} + \frac{1}{(1+iN)^2} + \frac{1}{(1+iN)^3} + \dots + \frac{1}{(1+iN)^{n-1}} \right)$$

$$\frac{VP}{MC} = \left(1 + \frac{1}{(1+iN)} + \frac{1}{(1+iN)^2} + \frac{1}{(1+iN)^3} + \dots + \frac{1}{(1+iN)^{n-1}} \right)$$

$$\frac{VP}{MC} = \frac{(1+iN)^{n-1} + \dots + (1+iN)^3 + (1+iN)^2 + (1+iN)^1 + 1}{(1+iN)^{n-1}}$$

Sustituyendo $(1+iN)$ por x obtenemos:

$$\frac{VP}{MC} = \frac{x^{n-1} + x^{n-2} + \dots + x^3 + x^2 + x^1 + 1}{x^{n-1}}$$

$$x^{n-1} \frac{VP}{MC} = x^{n-1} + x^{n-1} + \dots + x^3 + x^2 + x^1 + 1$$

Algebraicamente sabemos que:

$$1 + x + x^2 + \dots + x^{n-1} = \frac{x^n - 1}{x - 1} \quad \text{si } x \neq 1.$$

Por lo tanto:

$$x^{n-1} \frac{VP}{MC} = \frac{x^n - 1}{x - 1}$$

Sustituyendo nuevamente x obtenemos:

$$(1 + iN)^{n-1} \frac{VP}{MC} = \frac{(1 + iN)^n - 1}{(1 + iN) - 1}$$

$$(1 + iN)^{n-1} \frac{VP}{MC} = \frac{(1 + iN)^n - 1}{iN}$$

$$\frac{VP}{MC} = \frac{(1 + iN)^n - 1}{iN(1 + iN)^{n-1}}$$

$$VP = MC \frac{(1 + iN)^n - 1}{iN(1 + iN)^{n-1}}$$

Modificando la nomenclatura:

$$VP = A \frac{(1 + i_e)^n - 1}{i_e(1 + i_e)^{n-1}}$$

Donde:

VP	=	Valor Presente de la anualidad
A	=	Anualidad
n	=	Número de periodos
i_e	=	Tasa efectiva

Nuevamente al final del desarrollo se ha cambiado la nomenclatura para simpleza y comodidad, de igual forma se muestra a continuación una fórmula igual a la desarrollada pero en diferente estructura, ambas fórmulas llevan al mismo resultado y se muestra para dar alternativas de cálculo.

$$VP = A \frac{1 - (1 + i_e)^{-n}}{i_e} (1 + i_e)$$

Fácilmente se puede demostrar:

$$A \frac{(1 + i_e)^n - 1}{i_e (1 + i_e)^{n-1}} = A \frac{1 - (1 + i_e)^{-n}}{i_e} (1 + i_e)$$

Nuevamente substituiremos $(1 + i_e)$ por x con lo que obtenemos:

$$A \frac{x^n - 1}{i_e x^{n-1}} = A \frac{1 - x^{-n}}{i_e} x$$

Eliminando las constantes i_e y A obtenemos:

$$\frac{x^n - 1}{x^{n-1}} = (1 - x^{-n})x$$

Factorizando x con x^{n-1} obtenemos:

$$\frac{x^n - 1}{x^n} = 1 - x^{-n}$$

Despejando $x^n - 1$ obtenemos:

$$x^n - 1 = x^n - \frac{x^n}{x^{-n}}$$

Y por último resolviendo tendremos:

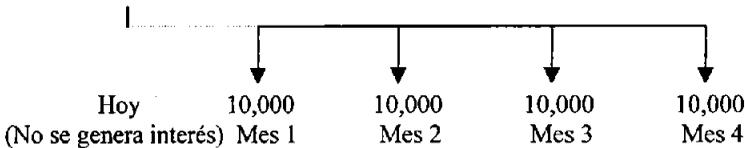
$$x^n - 1 = x^n - 1$$

$$0 = 0$$

Por lo tanto queda demostrado que ambas son igualdades.

1.6.3 Valor Futuro de una Anualidad Vencida

A diferencia de las anualidades anticipadas, las anualidades vencidas no generan interés en el primer periodo ya que el dinero es depositado al final del mismo. Supongamos ahora que se invierten 10,000 pesos mensuales durante 4 meses al final de cada mes a una tasa del 18% a 30 días. ¿Con qué cantidad se contará al final de los 4 meses?.



La fórmula a utilizar será la misma que la del valor futuro de una anualidad anticipada, solamente eliminaremos el interés generado en el primer periodo, que corresponde al último término de la ecuación (interés generado en el primer periodo $(1 + i_e)$).

$$VF = A \left[\frac{(1 + i_e)^n - 1}{i_e} \cdot (1 + i_e) \right]$$

$$VF = A \left[\frac{(1 + i_e)^n - 1}{i_e} \right]$$

Donde:

- VF = Valor Futuro
- A = Anualidad
- n = Número de periodos

i_e = Tasa efectiva

El desarrollo para llegar a esta fórmula se puede seguir a partir de los pasos que se realizaron para el cálculo de la fórmula para el valor futuro de la anualidad anticipada, considerando el siguiente juego de ecuaciones:

$$\begin{aligned} MS_1 &= C (1 + iN) \\ MS_2 &= (C + MS_1) (1 + iN) \\ MS_3 &= (C + MS_2) (1 + iN) \\ \dots & \dots \dots \\ MS_n &= C + MS_{n-1} \end{aligned}$$

Sustituyendo $(1 + iN)$ por x y desarrollando las ecuaciones obtenemos:

$$\begin{aligned} MS_1 &= Cx \\ MS_2 &= (C + Cx) x \\ &= C (x + x^2) \\ MS_3 &= (C + C(x + x^2)) x \\ &= C (x + x^2 + x^3) \\ \dots & \dots \dots \\ MS_3 &= C (x + x^2 + x^3 + \dots + x^{n-1}) \\ MS_n &= C + C (x + x^2 + x^3 + \dots + x^{n-1}) \\ &= C + Cx + Cx^2 + Cx^3 + \dots + Cx^{n-1} \\ &= C (1 + x + x^2 + x^3 + \dots + x^{n-1}) \\ \frac{MS_n}{C} &= 1 + x + x^2 + x^3 + \dots + x^{n-1} \end{aligned}$$

Algebraicamente sabemos que:

$$1 + x + x^2 + \dots + x^{n-1} = \frac{x^n - 1}{x - 1} \quad \text{si } x \neq 1.$$

Por lo tanto:

$$\frac{MS_n}{C} = \frac{x^n - 1}{x - 1}$$

Sustituyendo nuevamente por $(1 + iN)$ obtenemos:

$$\frac{MS_n}{C} = \frac{(1 + iN)^n - 1}{(i + iN) - 1}$$

Simplificando:

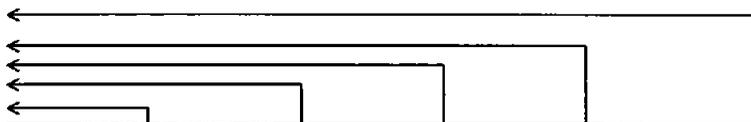
$$MS_n = C \frac{(1 + iN)^n - 1}{iN}$$

Y por último cambiando la nomenclatura como anteriormente se ha realizado:

$$VF = A \frac{(1 + i_e)^n - 1}{i_e}$$

1.6.4 Valor Presente de una Anualidad Vencida

El valor presente de una anualidad vencida tendrá el mismo tratamiento que se dio al valor futuro de la misma, de igual forma eliminaremos el último pago de interés correspondiente al primer periodo.



Presente Periodo 1 Periodo 2 Periodo 3 ... Periodo n

$$P_1 = MC \frac{1}{(1 + iN)}$$

$$P_2 = MC \frac{1}{(1 + iN)^2}$$

...

$$P_n = MC \frac{1}{(1+iN)^n}$$

$$P_{total} = MC \frac{1}{(1+iN)} + MC \frac{1}{(1+iN)^2} + \dots + MC \frac{1}{(1+iN)^n}$$

Factorizando y substituyendo (1 + iN) por x obtenemos:

$$\frac{P_{total}}{MC} = \frac{1}{x} + \frac{1}{x^2} + \dots + \frac{1}{x^n}$$

Substituyendo ahora v por (1 / x), dado que:

$$v = \left(\frac{1}{x} \right)^1 = \frac{1}{x}$$

$$v^2 = \left(\frac{1}{x} \right)^2 = \frac{1}{x^2}$$

... ..

$$v^n = \left(\frac{1}{x} \right)^n = \frac{1}{x^n}$$

Obtenemos:

$$\frac{P_{total}}{MC} = v + v^2 + \dots + v^n$$

Algebraicamente sabemos que:

$$v + v^2 + \dots + v^n = v \frac{1-v^n}{1-v}$$

Substituyendo obtendremos:

$$\frac{P_{total}}{MC} = v \frac{1-v^n}{1-v}$$

Ahora substituyendo parcialmente v obtenemos:

$$\frac{P_{total}}{MC} = v \frac{1 - v^n}{1 - \frac{1}{(1 + iN)}}$$

$$\frac{P_{total}}{MC} = v \frac{1 - v^n}{\frac{iN}{1 + iN}}$$

$$\frac{P_{total}}{MC} = v \frac{1 - v^n}{iN} (1 + iN)$$

$$\frac{P_{total}}{MC} = \frac{1}{(1 + iN)} \frac{1 - v^n}{iN} (1 + iN)$$

$$\frac{P_{total}}{MC} = \frac{1 - \left(\frac{1}{1 + iN}\right)^n}{iN}$$

$$\frac{P_{total}}{MC} = \frac{1 - \frac{1}{(1 + iN)^n}}{iN}$$

$$\frac{P_{total}}{MC} = \frac{1 - (1 + iN)^{-n}}{iN}$$

$$P_{total} = MC \frac{1 - (1 + iN)^{-n}}{iN}$$

•

Finalmente cambiando la nomenclatura obtenemos:

$$VP = A \frac{1 - (1 + i_e)^{-n}}{i_e}$$

Donde:

VP	=	Valor Presente
A	=	Anualidad
n	=	Número de periodos
i_e	=	Tasa efectiva

1.7 Métodos de Amortización

En la actualidad debido al alto costo de bienes y servicios las personas y empresas han tenido grandes problemas de liquidez, debido a los cambios económicos que sufre el país tales como devaluaciones y sobre todo problemas inflacionarios que directamente afectan el poder de ahorro de una economía. Es por esto que se han desarrollado diferentes opciones para que empresas y personas estén en la posibilidad de financiar un bien o un servicio. Hoy día se ofrecen préstamos para viviendas, préstamos para compra de autos, préstamos bancarios en efectivo y otros tipos de préstamos que el Gobierno Federal a través del Banco de México (Banco Central de la Nación Mexicana) ha implantado para dar liquidez a empresas.

A continuación se presentarán los métodos más significativos que en la actualidad son utilizados por las instituciones prestamistas.

1.7.1 Esquema de pagos iguales

Este esquema es utilizado cuando el prestatario posee poco capital y está dispuesto a pagar un gran número de intereses, a continuación se mostrará un ejemplo con el cual se presentarán las fórmulas a utilizar para este tipo de esquema:

Supongamos que se ha solicitado un crédito de 1,200,000.00 pesos a plazo de seis años al 18% anual y que de igual forma hemos solicitado que se realicen pagos iguales o nivelados.

$$\text{Pago} = \frac{\text{Capital inicial} (1 + i_e)^n}{\frac{(1 + i_e)^n - 1}{i_e}}$$

$$\text{Pago} = \frac{1200000 (1 + .18)^6}{\frac{(1 + .18)^6 - 1}{.18}} = 343092.16$$

Año	Capital	Interés	Pago	Abono	Saldo
m	Capital = Saldo _{m-1}	I = Capital(i _e)		Pago - Interés	Capital - Abono
1	1,200,000.00	216,000.00	343,092.16	127,092.16	1,072,907.84
2	1,072,907.84	193,123.41	343,092.16	149,968.74	922,939.10
3	922,939.10	166,129.04	343,092.16	176,963.12	745,975.99
4	745,975.99	134,275.68	343,092.16	208,816.48	537,159.51
5	537,159.51	96,688.71	343,092.16	246,403.44	290,756.06
6	290,756.06	52,336.09	343,092.16	290,756.06	0.00

1.7.2 Esquema de pagos decrecientes

En este esquema siempre se paga el mismo monto de capital más los intereses del saldo insoluto de la deuda.

Utilizando el mismo supuesto del esquema anterior tendremos:

Año	Capital	Interés	Pago	Abono	Saldo
m	Capital = Saldo _{m-1}	I = Capital(i)	Abono + Interés	Capital / n	Capital - Abono
1	1,200,000.00	216,000.00	236,000.00	200,000.00	1,000,000.00
2	1,000,000.00	180,000.00	200,000.00	200,000.00	800,000.00
3	800,000.00	144,000.00	168,000.00	200,000.00	600,000.00
4	600,000.00	108,000.00	136,000.00	200,000.00	400,000.00
5	400,000.00	72,000.00	108,000.00	200,000.00	200,000.00
6	200,000.00	36,000.00	80,000.00	200,000.00	-

1.7.3 Esquema de pagos crecientes

En este esquema los pagos siempre serán diferentes y se paga una parte proporcional del capital más los intereses generados por dicha parte. Los intereses que no se pagan serán acumulados a la deuda. Para este esquema deberemos utilizar la fórmula de monto compuesto.

$$MC = C (1 + i_e)^n$$

De igual forma dividimos el capital inicial entre el número de periodos a pagar con lo que obtenemos:

$$1,200,000.00 / 6 = 200,000.00$$

Al importe final le calcularemos el interés por periodo:

$$\begin{aligned} \text{Pago 1} &= 200,000 (1 + .18) = 236,000.00 \\ \text{Pago 2} &= 200,000 (1 + .18)^2 = 278,480.00 \\ \text{Pago 3} &= 200,000 (1 + .18)^3 = 328,606.40 \end{aligned}$$

$$\text{Pago 4} = 200,000 (1 + .18)^4 = 387,755.55$$

$$\text{Pago 5} = 200,000 (1 + .18)^5 = 457,551.55$$

$$\text{Pago 6} = 200,000 (1 + .18)^6 = 539,910.83$$

Año	Capital	Interés	Capital + Interés	Pago	Saldo
m	Capital = Saldo _{m-1}	I = Capital(i)	Capital + Interés	Capital + Interés	(Capital + Interés) - pago
1	1,200,000.00	216,000.00	1,416,000.00	200,000.00	1,180,000.00
2	1,180,000.00	212,400.00	1,392,400.00	200,000.00	1,113,920.00
3	1,113,920.00	200,505.60	1,314,425.60	200,000.00	985,819.20
4	985,819.20	177,447.46	1,163,266.66	200,000.00	775,511.10
5	775,511.10	139,592.00	915,103.10	200,000.00	457,551.55
6	457,551.55	82,359.28	539,910.83	539,910.83	-

1.7.4 Esquema de pago de interés

En este esquema únicamente se pagarán los intereses de la deuda y en el último pago se amortizan los intereses más el principal.

Nuevamente utilizando nuestro ejemplo tendremos:

Año	Capital	Interés	Pago	Saldo	Abono
m	Capital = Saldo _{m-1}	I = Capital(i)	Abono = Interés		
1	1,200,000.00	216,000.00	216,000.00	1,200,000.00	-
2	1,200,000.00	216,000.00	216,000.00	1,200,000.00	-
3	1,200,000.00	216,000.00	216,000.00	1,200,000.00	-
4	1,200,000.00	216,000.00	216,000.00	1,200,000.00	-
5	1,200,000.00	216,000.00	216,000.00	1,200,000.00	-
6	1,200,000.00	216,000.00	416,000.00	-	1,200,000.00

Capítulo II

Bonos

2.1 Introducción a los bonos

Los bonos se pueden describir con cierta similitud a las cuentas de ahorro. Cuando se deposita dinero en una cuenta de ahorro el inversor está prestando el mismo a la institución bancaria. El banco se comprometerá a pagar una cierta cantidad de interés por el depósito. De manera similar el inversor que compra un bono le presta el dinero al emisor del mismo en correspondencia a un cierto interés. Cuando los bonos llegan a su fecha de vencimiento el emisor deberá pagar el interés más el principal invertido, cabe señalar que los bonos tienen un riesgo mayor asociado aquel que existe en un depósito bancario ya que los bonos tendrán diferentes fechas de vencimiento, por lo que existen muchas opciones de inversión.

Adicionalmente el bono se puede comercializar en el mercado secundario, de esta forma se podrá vender en un tiempo menor al de su vencimiento. Esto también es claramente una diferencia ya que por lo general una cuenta de ahorro tendrá un plazo asociado a la tasa ofrecida en el cual no se podrá disponer del dinero.

Existen dos tipos de bonos, aquellos que cotizan a descuento, es decir que se compran por debajo de su valor nominal y en su fecha de vencimiento pagarán el valor del mismo. Estos bonos son conocidos como bonos cupón cero o bonos a descuento.

El otro tipo de bono es aquel que paga interés periódico y en su fecha de vencimiento pagará el interés de periodo más su valor nominal. Para este tipo de bonos su operación se puede realizar por debajo de su valor nominal, en este caso se llamará bajo par, se podrá adquirir a su valor nominal, llamado a la par y por último a un precio mayor del nominal por lo que lo llamaremos por encima o arriba de par. Estos bonos son conocidos como bonos cuponados.

En este capítulo se observará que los bonos cupón cero utilizan la fórmula del monto simple, esto es debido a que se conoce el valor final de la inversión y se desea conocer el valor presente de la misma, ya que la prima o premio estará en la diferencia entre el precio de compra y el valor de redención.

Por otra parte se podrá observar que los bonos cuponados son una derivación del valor presente de una anualidad vencida.

2.2 Mercado de Bonos

Existen diferentes tipos de emisoras las cuales tendrán diferentes fechas de vencimiento. Los bonos se comercializan en el caso de México en su mayoría en el mercado de

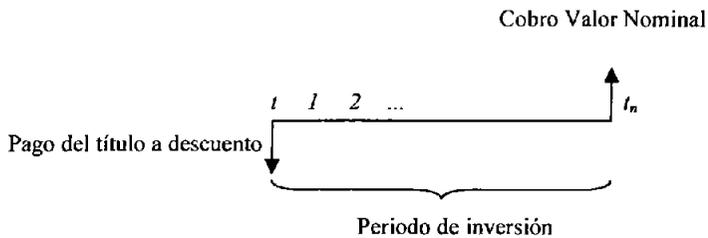
dinero, sin embargo existen bonos que se cotizan a través del mercado de capitales. Adicionalmente como ya se comentó existe un mercado secundario en el cual se podrán realizar operaciones de compra y venta de las emisoras. Los mercados se enfocan a inversores que tienen grandes cantidades de dinero, por lo que a su vez son excluyentes a los participantes con pequeñas cantidades, dado que no serán financieramente competentes ante bancos e instituciones financieras, para poder ofrecer un mercado al menudeo de bonos y acciones actualmente se cuentan con instituciones llamadas sociedades de inversión, mismas que ofrecen fondos de inversión que se encuentran respaldados tanto por títulos de mercado de dinero como de mercado de capitales, de esta forma se captan montos modestos de dinero de pequeños inversionistas, mismos que en conjunto son suficiente para que la sociedad de inversión tenga acceso al mercado de bonos y acciones. En México los bonos deberán de tener un custodio de los títulos comprados, que adicionalmente serán depositados en el Instituto de Depósito de Valores. Los custodios deberán de ser instituciones financieras avaladas por la Comisión Nacional Bancaria y de Valores, y el Banco de México, mismas que a su vez podrán realizar operaciones a cuenta propia o de terceros, por ejemplo grandes corporativos, personas físicas con una gran solvencia, etc.

Como ya se mencionó una de las ventajas de los bonos es que se puede contar con una variedad de tasas de interés y de plazos de vencimiento. A su vez se mencionó que existe un mayor riesgo que aquel asumido en una cuenta de ahorro, esto es debido a que las tasas de los bonos se ven afectadas por las fuerzas de la oferta y la demanda.

Adicionalmente recordemos que existe una gran variedad de tipos de bonos con diferentes características y emisores. Los vencimientos de los bonos varían de entre un año hasta 30 años.

2.3 Bonos cupón cero

Los bonos cupón cero son aquellos que se cotizan por debajo de su valor nominal, el valor nominal de un título es el precio de recompra que el emisor pagará en la fecha de vencimiento. En este tipo de bono el inversionista comprará el bono a un costo menor y al vencimiento el emisor del título pagará el valor nominal del mismo, obteniendo claramente de esta forma el interés ofrecido, gráficamente se puede observar lo siguiente:



Recordando la función del monto simple tenemos con el valor nominal la siguiente función:

$$MS = C (1 + iN)$$

Donde:

- MS = Principal más interés generado en el periodo
- C = Principal
- i = Tasa
- N = Plazo de la inversión expresada en años

En este caso conocemos el valor de retorno de la inversión, por lo que podemos reemplazar el monto simple por el valor nominal, y ahora al capital le llamaremos precio del título, por lo que obtenemos la siguiente ecuación:

$$VN = P (1 + iN)$$

Dado que sabemos el monto que se obtendrá al final de la inversión, es decir el valor nominal, lo que nos interesa conocer es el precio de compra en el día que se liquida la operación, por lo que despejamos P de la ecuación y obtenemos:

$$P = \frac{VN}{(1 + iN)}$$

Esta ecuación, no es más que el Valor Presente del Valor Nominal del título, esto es claro ya que el interés del inversionista en un papel a descuento, es el precio de compra relacionado a la tasa y los días al vencimiento del título.

Ejemplo:

Un inversionista desea conocer el precio de compra de un título a descuento con un Valor Nominal de 10 pesos, que le quedan 50 días por vencer y que ofrece pagar una tasa del 9.5% anual, ¿con qué precio liquidará la operación? .

Valor Nominal: 10 pesos

Tasa: 9.5 %

Días al Vencimiento: 50

$$P = \frac{10}{\left(1 + \frac{.095 * 50}{360}\right)}$$

$$P = 9.86977382$$

En 50 días el inversionista recibiría 10 pesos por cada título comprado, es decir 0.13022618 centavos de interés, que corresponde al 9.5 % anual.

$$i = \frac{0.13022618}{9.86977382} * \frac{360}{50} = 9.5\%$$

Como ya se comentó existe un mercado secundario el cual brinda liquidez, esto con el fin de satisfacer necesidades y oportunidades por la oferta y demanda.

Supongamos que veinticinco días después de que el inversionista compró el título el mercado experimenta una baja en las tasas de interés y se ubica en el 9.0% anual, si el inversionista decide vender el título en el mercado secundario ¿qué precio de venta obtendrá?

Valor Nominal: 10 pesos

Tasa: 9.0 %

Días al Vencimiento: 25

$$P = \frac{10}{\left(1 + \frac{.090 * 25}{360}\right)}$$

$$P = 9.9378882$$

En 25 días el inversionista recibió $9.9378882 - 9.86977382 = 0.06811438$ centavos por cada título comprado, el interés que hubiera obtenido con la tasa original del 9.5% en 25 días hubiera sido:

$$i = 25 * \left(10 * \frac{.095}{360} \right) = 0.0659722$$

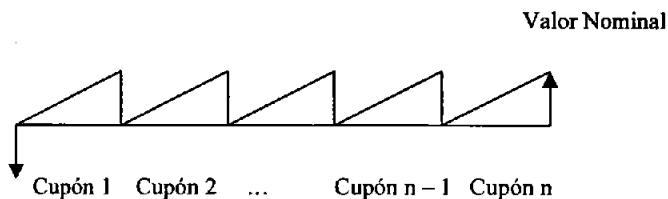
Como se puede observar, se obtiene un beneficio por encima del rendimiento original, esto es debido a la relación inversa entre la tasa y el precio, es decir si se vende una tasa menor de rendimiento el precio del título será mayor.

Por último es importante señalar que un movimiento a la alza en las tasas hubiera generado una pérdida con respecto al rendimiento original.

2.4 Bonos Cuponados a Tasa Fija

Los bonos cuponados a tasa fija son títulos que ofrecen un pago de interés periódico y que durante su vida pagarán siempre la misma tasa a la que fue emitido el título y que al vencimiento pagarán el valor nominal y el interés del último flujo.

Gráficamente tenemos:



Como se puede observar en la gráfica, en la fecha de compra del título se realiza el pago del bono, después de esta fecha el bono devengará interés diario de manera lineal por cada cupón que posea vigente, dada la periodicidad del flujo éste realizará sus pagos de acuerdo a la fecha de liquidación de cada cupón, para al final de la inversión pagar su valor nominal y el interés generado por el último cupón, el cálculo de interés de cada flujo se realiza con la tasa fija.

Por lo que la fórmula para obtener el precio es la sumatoria de cada uno de los flujos, con lo que obtenemos:

$$P = \frac{VN(iN)}{(1+R)} + \frac{VN(iN)}{(1+R)^2} + \dots + \frac{VN(1+iN)}{(1+R)^n}$$

Donde:

- VN = Valor Nominal
- N = Periodicidad del pago de cupón (Cupón teórico)
- i = Tasa Fija
- R = Tasa Relevante para descontar el flujo
- n = Número de flujo

$$R = rN$$

Donde:

- r = Tasa anual de la operación

Ejemplo:

Supongamos que un inversionista desea adquirir un bono que ofrece una tasa fija del 10.25% con pago de interés semestral (182 días) y con tres cupones restantes, si el día de hoy la tasa de dicho bono cotiza al 10.20%, ¿qué precio de compra pagará el inversionista?

	Días	Días	Pago	Factor	Valor	
VN	100					
Días por cupón	182					
Tasa Fija	10.25%					
Tasa Operación	10.20%					
	Flujo	Cupón	Flujo	Interés	Descuento	Presente
	1	182	182	5.181944444	1.051566667	4.927832546
	2	182	364	5.181944444	1.105792454	4.686181773
	3	182	546	105.1819444	1.162814485	90.45462176
	Precio (Σ)					100.0686361

$$\text{Pago Cupón} = 100 * \frac{.1025 * 182}{360} = 5.18194444$$

$$\text{Precio} = \frac{5.18194444}{\left(1 + \frac{.1020 * 182}{360}\right)^{\frac{182}{182}}} + \frac{5.18194444}{\left(1 + \frac{.1020 * 182}{360}\right)^{\frac{364}{182}}} + \frac{105.1819444}{\left(1 + \frac{.1020 * 182}{360}\right)^{\frac{546}{182}}} = 100.0686361$$

Este Bono se compró por arriba de su valor nominal, por lo que en el mercado se le denominará como una compra por arriba de par, si la tasa de la operación hubiera sido el 10.25% el precio resultante sería 100, que corresponde al valor nominal del título, en este caso se denomina una compra a la par, por último si la tasa de la operación es mayor a la del título el precio será menor del valor nominal, por lo que se llamará un operación por debajo de par.

Ahora supongamos que el inversionista 10 días después de la compra decide vender el título, ahora el precio de la operación es 10.30%, ¿Qué precio de venta se obtiene?

VN	100					
Días por cupón	182					
Tasa Fija	10.25%					
Tasa Operación	10.30%					
Transcurridos	10					

	Días Flujos	Días Cupón	Días Pago	Factor Interés	Factor Descuento	Valor Presente
1	182	172	5.181944444	1.049141968	4.939221387	
2	182	354	5.181944444	1.103773121	4.694755059	
3	182	536	105.1819444	1.16124904	90.57656091	

Precio (Σ) 100.2105374

$$\text{Pago Cupón} = 100 * \frac{.1025 * 182}{360} = 5.18194444$$

$$\text{Precio} = \frac{5.18194444}{\left(1 + \frac{.1030 * 182}{360}\right)^{\frac{172}{182}}} + \frac{5.18194444}{\left(1 + \frac{.1030 * 182}{360}\right)^{\frac{354}{182}}} + \frac{105.18194444}{\left(1 + \frac{.1030 * 182}{360}\right)^{\frac{536}{182}}} = 100.2105374$$

Nuevamente analizaremos que hubiese acontecido con el título a su precio y tasa

original:

Precio de compra: 100.0686361 @ 10.20%

Interés: $100 * 0.1025 * 10 / 360 = 0.284722$

Precio final: 100.3533583

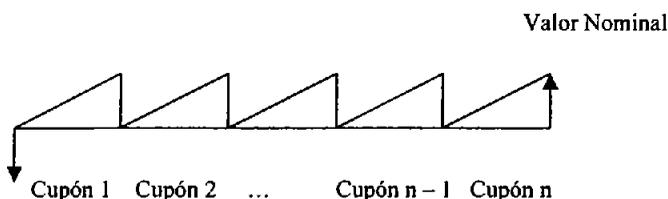
Precio venta: 100.2105374 @ 10.30%

Pérdida: $100.2105374 - 100.3533583 = -0.1428209$

2.5 Bonos Cuponados a Tasa Flotante

Los bonos cuponados a tasa flotante son títulos que ofrecen un pago de interés periódico y que durante su vida fijan el valor de sus cupones con tasas de referencia, el cupón corriente fija su tasa al comienzo del mismo y se mantiene fija, mientras que los cupones futuros se estiman con la tasa vigente del mercado, de igual forma al vencimiento pagarán el valor nominal y el interés del último flujo.

Gráficamente tenemos:



Como se puede observar en la gráfica, en la fecha de compra del título se realiza el pago del bono, después de esta fecha el bono devengará interés diario de manera lineal por cada cupón que posea vigente, dada la periodicidad del flujo éste realizará sus pagos de acuerdo a la fecha de liquidación de cada cupón, para al final de la inversión pagar su valor nominal y el interés generado por el último cupón, el cálculo de interés de cada flujo a diferencia del bono a tasa fija, se calcula para el primer cupón con la tasa fijada al inicio del mismo y para los subsecuentes con la tasa vigente de mercado.

Por lo que la fórmula para obtener el precio es la sumatoria de cada uno de los flujos, con lo que obtenemos:

$$P = \frac{VN(iN)}{(1+R)} + \frac{VN(qN)}{(1+R)^2} + \dots + \frac{VN(1+qN)}{(1+R)^n}$$

Donde:

VN	=	Valor nominal
N	=	Periodicidad del pago de cupón (Cupón teórico)
i	=	Tasa fijada del cupón corriente
q	=	Tasa de referencia vigente del mercado
R	=	Tasa Relevante para descontar el flujo

n = Número de flujo

$$R = rN$$

Donde:

r = Tasa anual de la operación

Es importante señalar que el día de corte de cupón se tendrá:

$$i = q$$

Ejemplo:

Supongamos que se tiene un bono con pago de cupón a 28 días y valor nominal de 100 pesos, el cual tiene 49 días al vencimiento, la tasa del cupón corriente es del 8.00% misma que fue publicada 7 días atrás, por otra parte la tasa primaria de referencia del mercado se encuentra el día de hoy en 7.95%, si la tasa de compra es del 7.97% ¿Qué precio se pagará por el título?

VN	100
Días por cupón	28
Tasa Cupón	8.00%
Tasa Vigente	7.95%
Tasa Operación	7.97%
Transcurridos	7

	Días Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor Descuento	Valor Presente
1	1	28	21	0.622222222	1.004645573	0.619345009
2	2	28	49	100.6183333	1.01087326	99.53605198
					Precio (Σ)	100.1553970

$$\text{Pago Cupón Corriente} = 100 * \frac{.08 * 28}{360} = .622222222$$

$$\text{Pago Cupón Futuro} = 100 * \frac{.0795 * 28}{360} = .618333333$$

$$\text{Precio} = \frac{.62222222}{\left(1 + \frac{.0797 * 28}{360}\right)^{\frac{21}{28}}} + \frac{100.6183333}{\left(1 + \frac{.0797 * 28}{360}\right)^{\frac{49}{28}}} = 100.1553970$$

Capítulo III

Métodos Numéricos

2
1

3.1 Introducción a los métodos numéricos

Como ya se ha observado los bonos cuponados tanto a tasa fija y a tasa variable asumen que por cada periodo de interés se realizará la reinversión del monto acumulado, en los ejemplos mostrados se realizaba el cálculo del precio, sin embargo si a partir de un precio se desea estimar la tasa de operación asociada tendrá un problema dado que la tasa no es un valor posible a despejar.

Dentro de las matemáticas existe un área la cual se encarga de la teoría en aproximación numérica, esta sección mostrará tres de las técnicas convenientes y de mayor uso para encontrar una correcta aplicación en la búsqueda de las tasas de interés (raíces).

Los métodos que se mostrarán consisten en obtener una raíz x de una ecuación de la forma $f(x) = 0$ para una función dada f . (Al número x se le llama también cero de f .)

Como se comentó en el capítulo anterior la fórmula para la obtención del precio de un bono es la siguiente:

$$P = \frac{VN(iN)}{(1+R)} + \frac{VN(iN)}{(1+R)^2} + \dots + \frac{VN(1+iN)}{(1+R)^n}$$

Se puede observar en un principio que si no existen flujos futuros, esta fórmula satisface la ecuación del bono cupón cero, de hecho el nombre es derivado de la carencia de flujos futuros.

En segundo lugar podemos observar que si se resta el precio (P) de ambos lados de la ecuación obtenemos el siguiente resultado:

$$0 = \frac{VN(iN)}{(1+R)} + \frac{VN(iN)}{(1+R)^2} + \dots + \frac{VN(1+iN)}{(1+R)^n} - P$$

Lo cual hace que se satisfaga la condición de la obtención de la raíz x de la ecuación de la forma $f(x) = 0$.

3.2 Bisección

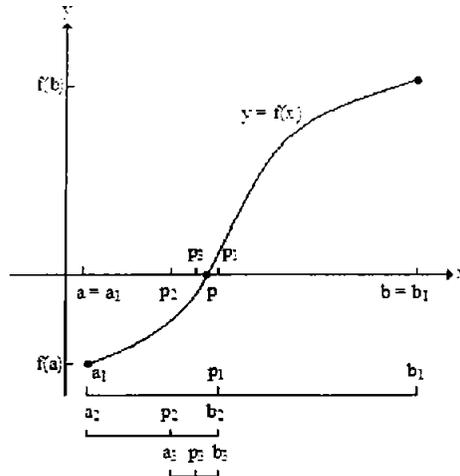
Esta técnica se basa en el teorema del valor intermedio, se conoce con el nombre de método de bisección o de búsqueda binaria. Supongamos que f es una función continua definida en el intervalo $[a, b]$ con $f(a)$ y $f(b)$ de signos diferentes. De acuerdo con el teorema del valor intermedio, existe un número p en (a, b) tal que $f(p) = 0$. Aunque el procedimiento se aplica en el caso en que $f(a)$ y $f(b)$ tengan signos diferentes y exista más de una raíz en el intervalo (a, b) , por razones de simplicidad suponemos que la raíz de este intervalo es única. El método requiere dividir varias veces a la mitad los subintervalos de $[a, b]$ y, en cada paso, localizar la mitad que contenga a p .

Para empezar, supongamos que $a_1 = a$ y $b_1 = b$, y sea p_1 el punto medio de $[a, b]$; es decir,

$$p_1 = \frac{1}{2}(a_1 + b_1).$$

Si $f(p_1) = 0$, entonces $p = p_1$; de no ser así, entonces $f(p_1)$ tiene el mismo signo que $f(a_1)$ o $f(b_1)$. Si $f(p_1)$ y $f(a_1)$ tienen el mismo signo, entonces $p \in (p_1, b_1)$, y tomamos $a_2 = p_1$ y $b_2 = b_1$. Si $f(p_1)$ y $f(a_1)$ tienen signos opuestos, entonces $p \in (a_1, p_1)$ y tomamos $a_2 = a_1$ y $b_2 = p_1$. Después volvemos a aplicar el proceso al intervalo $[a_2, b_2]$ y así sucesivamente, es necesario establecer un número de tolerancia (diferencial, es decir error aceptado) el cual se comparará con el valor esperado (en el caso de un bono el valor esperado será igual al precio al cual se le desea calcular la tasa, por lo que siempre se conoce dicho valor), de ser menor o igual a esta tolerancia se habrá encontrado la raíz deseada, de igual forma hay que establecer un número de iteraciones dado que si después de este número de iteraciones no se encuentra la raíz se entenderá que el método falló para el número de iteraciones y no fue posible satisfacer el valor de tolerancia, sin embargo es importante señalar que el método siempre converge en una solución.

Gráficamente tenemos:



El método de bisección, aunque claro desde el punto de vista conceptual, ofrece inconvenientes importantes, como el de converger lentamente (es decir, N puede volverse muy grande antes que $|p - p_N|$ sea bastante pequeño) e inadvertidamente podemos desechar una buena aproximación intermedia. Sin embargo, tiene la importante propiedad de que siempre converge en una solución y, por tal razón, a menudo sirve para iniciar los métodos más eficientes que se mostrarán posteriormente. Para el caso de la obtención del precio a partir de la tasa se evaluará el intervalo inicial $[a, b]$ en la función de precio:

$$0 = \frac{VN(iN)}{(1+R)} + \frac{VN(iN)}{(1+R)^2} + \dots + \frac{VN(1+iN)}{(1+R)^n} - P$$

Evaluando:

$$R = r_o N \quad \text{y} \quad R = r_b N$$

Para posteriormente encontrar el nuevo punto, es decir la tasa obtenida:

$$p_n = \frac{1}{2}(a_n + b_n).$$

Con este dato evaluaremos el precio obtenido con la ecuación:

$$P = \frac{VN(iN)}{(1+R)} + \frac{VN(iN)}{(1+R)^2} + \dots + \frac{VN(1+iN)}{(1+R)^n}$$

Por último se comparará el precio deseado con el precio obtenido para determinar si se ha satisfecho el error tolerado, de no se así se continuará con la iteración subsiguiente tomando el intervalo nuevo.

3.3 Método de Newton – Raphson

El método de Newton- Raphson es uno de los métodos numéricos que se utiliza para resolver un problema de búsqueda de raíces $f(x) = 0$ más poderosos y conocidos, dado que encuentra la raíz deseada con la generación de tangentes con una convergencia eficaz y rápida al necesitar un número de iteraciones mínimo.

Supongamos que $f \in C^2[a, b]$. Sea $\bar{x} \in [a, b]$ una aproximación de p tal que $f(\bar{x}) \neq 0$ y $|\bar{x} - p|$ es “pequeño”. Consideremos el primer polinomio de Taylor para $f(x)$ expandida alrededor de x ,

$$f(x) = f(\bar{x}) + (x - \bar{x})f'(\bar{x}) + \frac{(x - \bar{x})^2}{2} f''(\xi(x)),$$

Donde $\xi(x)$ está entre x y \bar{x} . Dado que $f(p) = 0$ esta ecuación, con $x = p$, da

$$0 = f(\bar{x}) + (p - \bar{x})f'(\bar{x}) + \frac{(p - \bar{x})^2}{2} f''(\xi(p)).$$

Derivamos el método de Newton suponiendo que, como $|p - \bar{x}|$ es tan pequeño, el término que contiene $(p - \bar{x})^2$ es mucho menor y que

$$0 \approx f(\bar{x}) + (p - \bar{x})f'(\bar{x}).$$

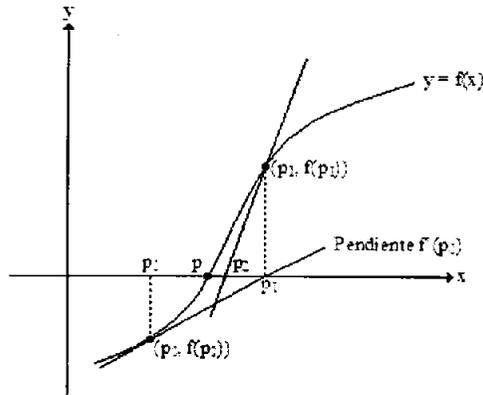
Despejando p de esta ecuación obtenemos

$$p \approx x - \frac{f(x)}{f'(x)}$$

Esto nos prepara para introducir el método de Newton – Raphson, el cual comienza con una aproximación inicial p_0 y genera la sucesión $\{p_n\}$ definida por

$$p_n \approx p_{n-1} - \frac{f(p_{n-1})}{f'(p_{n-1})}, \text{ para } n \geq 1.$$

Gráficamente tenemos utilizando tangentes sucesivas:



Al comenzar con la aproximación inicial p_0 , la aproximación p_1 es la intersección con el eje x de la línea tangente a la gráfica de f en $(p_0, f(p_0))$. La aproximación p_2 es la intersección x de la tangente a la gráfica de f en $(p_1, f(p_1))$ y así sucesivamente.

Dado que este método presenta la necesidad de obtener la derivada de la función, para el caso de la fórmula del precio del bono es necesario calcular la derivad parcial con respecto a la tasa, por lo que tendremos:

$$\frac{dP}{dR} = \frac{(-1)VN(iN)}{(1+R)^2} + \frac{(-2)VN(iN)}{(1+R)^3} + \dots + \frac{(-n)VN(1+iN)}{(1+R)^{n+1}}$$

Multiplicando ambos lados por R obtenemos:

$$P = \frac{(-1)VN(iN)}{(1+R)^2} + \frac{(-2)VN(iN)}{(1+R)^3} + \dots + \frac{(-n)VN(1+iN)}{(1+R)^{n+1}} R$$

Conociendo este dato se puede estimar el método calculando con la aproximación inicial la ecuación de precio y su derivada:

$$0 = \frac{VN(iN)}{(1+R)} + \frac{VN(iN)}{(1+R)^2} + \dots + \frac{VN(1+iN)}{(1+R)^n} - P \quad \dots \text{ Ecuación 1}$$

$$0 = \left[\frac{(-1)VN(iN)}{(1+R)^2} + \frac{(-2)VN(iN)}{(1+R)^3} + \dots + \frac{(-n)VN(1+iN)}{(1+R)^{n+1}} R \right] - P \quad \dots \text{ Ecuación 2}$$

Para finalmente obtener la tasa, calcular el precio y comparar el error tolerado.

3.4 Método de la Secante

El método de Newton es una técnica muy poderosa, pero presenta un grave problema: la necesidad de conocer el valor de la derivada de f en cada aproximación. Con frecuencia es más difícil determinar $f'(x)$ y se requieren más operaciones aritméticas para calcularlo que para $f(x)$. Si queremos evitar el problema de evaluar la derivada en el método de Newton, derivamos una pequeña variación. Por definición

$$f'(p_{n-1}) = \lim_{x \rightarrow p_{n-1}} \frac{f(x) - f(p_{n-1})}{x - p_{n-1}}$$

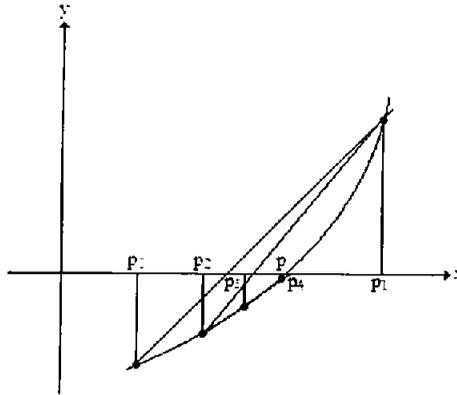
Haciendo $x = p_{n-2}$, tenemos

$$f'(p_{n-1}) \approx \frac{f(p_{n-2}) - f(p_{n-1})}{p_{n-2} - p_{n-1}} = \frac{f(p_{n-1}) - f(p_{n-2})}{p_{n-1} - p_{n-2}}$$

Al aplicar esta aproximación para $f'(p_{n-1})$ en la fórmula de Newton, se obtiene

$$p_n = p_{n-1} - \frac{f(p_{n-1}) - (p_{n-1} - p_{n-2})}{f(p_{n-1}) - f(p_{n-2})}$$

Gráficamente tenemos:



Comenzando con las dos aproximaciones iniciales p_0 y p_1 , la aproximación p_2 es la intersección en x de la línea que une $(p_0, f(p_0))$ y $(p_1, f(p_1))$. La aproximación p_3 es la intersección de la línea que une $(p_1, f(p_1))$ y $(p_2, f(p_2))$.

Para este caso se evaluarán nuevamente el intervalo en la función de precio:

$$0 = \frac{VN(iN)}{(1+R)} + \frac{VN(iN)}{(1+R)^2} + \dots + \frac{VN(1+iN)}{(1+R)^n} - P$$

Se evalúa la tasa obtenida y se calcula el precio para ver si se ha satisfecho el error tolerado.

Ejemplo:

Este ejercicio presenta la búsqueda de la tasa (raíz) con el método de bisección, el método de Newton – Raphson y el método de la secante, para el precio del bono a tasa fija calculado en el capítulo anterior.

VN	100					
Días por cupón	182					
Tasa Fija	10.25%					
Tasa Operación	10.30%					
Transcurridos	10					
		Días	Días	Pago	Factor	Valor
		Flujo	Cupón	Flujo	Interés	Descuento
						Presente
		1	182	172	5.181944444	1.049141968
		2	182	354	5.181944444	1.103773121
		3	182	536	105.1819444	1.16124904
						Precio (£) 100.2105374

$$\text{Pago Cupón} = 100 * \frac{.1025 * 182}{360} = 5.18194444$$

$$\text{Precio} = \frac{5.18194444}{\left(1 + \frac{.1030 * 182}{360}\right)^{\frac{172}{182}}} + \frac{5.18194444}{\left(1 + \frac{.1030 * 182}{360}\right)^{\frac{354}{182}}} + \frac{105.18194444}{\left(1 + \frac{.1030 * 182}{360}\right)^{\frac{536}{182}}} = 100.2105374$$

Las tablas que se muestran a continuación presentan un resumen del número de iteraciones realizadas en cada método, mostrando las tasas obtenidas (raíces), el precio asociado a la tasa y el error admitido que fue fijado en 0.0000001. Para el caso del método de bisección y secante se muestran los intervalos obtenidos en cada iteración.

A continuación se presenta un cuadro resumen de ventajas y desventajas de los métodos presentados:

	Ventajas	Desventajas
Método de Bisección <ul style="list-style-type: none"> ▪ $f(x)$ necesita ser continua en $[a, b]$ 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ La convergencia está garantizada (linealmente) ▪ Es un método sencillo ▪ No son necesarios valores cercanos a 'x' ▪ No requiere derivadas 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Puede tomar un gran número de iteraciones para encontrar la raíz ▪ Necesita un intervalo inicial
Método Newton – Raphson <ul style="list-style-type: none"> ▪ $f(x)$ diferenciable 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Convergencia rápida, de tipo cuadrático ▪ Se requiere un valor inicial 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Se requiere conocer la primera derivada ▪ Puede no converger ▪ Necesita un valor inicial cercano a la raíz
Método de la Secante <ul style="list-style-type: none"> ▪ $f(x)$ continua 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Convergencia rápida ▪ No requiere derivadas 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Necesita un intervalo inicial ▪ Puede no converger ▪ El intervalo inicial debe ser cercano a la raíz

	Método de bisección				
	Intervalo		Tasa	Precio	Error
	a	b	Obtenida	Obtenido	
Iteración 1	50.00000000%	-1.00000000%	24.50000000%	83.34398785	16.86654951
Iteración 2	24.50000000%	-1.00000000%	11.75000000%	98.28184522	1.92869213
Iteración 3	11.75000000%	-1.00000000%	5.37500000%	107.16715920	6.95662185
Iteración 4	11.75000000%	5.37500000%	8.56250000%	102.59140057	2.38086321
Iteración 5	11.75000000%	8.56250000%	10.15825000%	102.55533506	2.34479771
Iteración 6	11.75000000%	10.15825000%	10.95312500%	99.33538156	0.87517579
Iteración 7	10.95312500%	10.15825000%	10.55468750%	99.86799462	0.34254274
Iteración 8	10.55468750%	10.15825000%	10.35546875%	100.13579597	0.07474138
Iteración 9	10.35546888%	10.15825000%	10.25585938%	100.27006989	0.05953254
Iteración 10	10.35546888%	10.2558594%	10.30568406%	100.20290177	0.00763559
Iteración 11	10.3056641%	10.2558594%	10.28078172%	100.23647804	0.02594068
Iteración 12	10.3056641%	10.2807617%	10.29321289%	100.21968795	0.00915060
Iteración 13	10.3056641%	10.2932129%	10.29943848%	100.21129437	0.00075702
Iteración 14	10.3056641%	10.2994385%	10.30255127%	100.20709795	0.00343940
Iteración 15	10.3025513%	10.2994385%	10.30099487%	100.20919613	0.00134122
Iteración 16	10.3009949%	10.2994385%	10.30021667%	100.21024525	0.00029211
Iteración 17	10.3002167%	10.2994385%	10.29982758%	100.21076981	0.00023245
Iteración 18	10.3002187%	10.2998276%	10.30002213%	100.21050753	0.00002983
Iteración 19	10.3000221%	10.2998276%	10.29992485%	100.21083867	0.00010131
Iteración 20	10.3000221%	10.2999249%	10.29997349%	100.21057310	0.00003574
Iteración 21	10.3000221%	10.2999735%	10.29999781%	100.21054031	0.00000296
Iteración 22	10.3000221%	10.2999978%	10.30000997%	100.21052392	0.00001344
Iteración 23	10.3000039%	10.2999978%	10.30000085%	100.21053212	0.00000524
Iteración 24	10.3000008%	10.2999978%	10.29999933%	100.21053621	0.00000114

Iteración 25	10.3000008%	10.2999993%	10.3000009%	100.21053826	0.00000091
Iteración 26	10.3000001%	10.3000001%	10.3000009%	100.21053724	0.00000012
Iteración 27	10.3000001%	10.2999997%	10.29999990%	100.21053775	0.00000040
Iteración 28	10.3000001%	10.2999997%	10.29999990%	100.21053749	0.00000014
Iteración 29	10.3000001%	10.2999999%	10.29999999%	100.21053737	0.00000001

Método de Newton - Raphson

	Tasa		Precio	Error
	pn	Obltenida	Obltenido	
Iteración 1	50.0000000%	21.36378088%	86.709154020	13.50138333
Iteración 2	21.3637809%	10.45551530%	100.001183400	0.20935395
Iteración 3	10.4555153%	10.27229790%	100.247893504	0.03735815
Iteración 4	10.2722979%	10.30504742%	100.203733017	0.00680434
Iteración 5	10.3050474%	10.29908403%	100.203886776	0.00687058
Iteración 6	10.2990840%	10.30016635%	100.210313097	0.00022426
Iteración 7	10.3001663%	10.29996979%	100.210578076	0.00004072
Iteración 8	10.2999698%	10.30000548%	100.210529960	0.00000739
Iteración 9	10.3000055%	10.29999900%	100.210538697	0.00000134
Iteración 10	10.2999990%	10.30000018%	100.210537111	0.00000024
Iteración 11	10.3000002%	10.29999997%	100.210537399	0.00000004

Método de la Secante

	Intervalo		Tasa	Precio	Error
	pn-1	pn-2	Obltenida	Obltenido	
Iteración 1	50.0000000%	-1.0000000%	13.86243905%	95.56296136	4.64757600
Iteración 2	13.8624391%	50.0000000%	8.90369949%	102.11772518	1.90718782
Iteración 3	8.9036995%	13.8624391%	10.34650474%	100.14785929	0.06266806
Iteración 4	10.3465047%	8.9036995%	10.30060402%	100.20972305	0.00081430
Iteración 5	10.3006040%	10.3465047%	10.29999974%	100.20973661	0.00080075
Iteración 6	10.2999997%	10.3006040%	10.30000000%	100.21053735	0.00000000

A continuación se presenta el detalle de los flujos utilizados en el método de bisección.

Iteración 1

Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente	
1	182	172	5.181944444	1.237360781	4.187900995	a
2	182	354	5.181944444	1.550138089	3.342892147	Tasa Iteración
3	182	536	105.1819444	1.941978551	54.16225859	50%
Total					61.69305174	
					-38.517485618	
Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente	
1	182	172	5.181944444	0.995221557	5.206824958	b
2	182	354	5.181944444	0.99019016	5.233282107	Tasa Iteración
3	182	536	105.1819444	0.985184198	106.7637348	-1%
Total					117.2038418	
					16.993304486	
Tasa Nueva			24.50000%			

Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente
1	182	172	5.181944444	1.116673563	4.640518603
2	182	354	5.181944444	1.254985992	4.129085486
3	182	536	105.1819444	1.410429951	74.57438376
Total					83.34398785
					-16.866549507

Iteración 2

Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente	
1	182	172	5.181944444	1.116673563	4.640518603	
2	182	354	5.181944444	1.254985992	4.129085486	Tasa Iteración
3	182	536	105.1819444	1.410429951	74.57438376	24.50000%
Total					83.34398785	
					-16.866549507	
Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente	
1	182	172	5.181944444	0.995221557	5.206824958	
2	182	354	5.181944444	0.99019016	5.233282107	Tasa Iteración
3	182	536	105.1819444	0.985184198	106.7637348	-1.00000%
Total					117.2038418	
					16.993304486	
Tasa Nueva			11.75000%			

Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente
1	182	172	5.181944444	1.056049131	4.906916064
2	182	354	5.181944444	1.118781383	4.631775721
3	182	536	105.1819444	1.185240104	88.74315344
Total					98.28184522
					-1.928692133

Iteración 3

Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente	
1	182	172	5.181944444	1.056049131	4.906916064	
2	182	354	5.181944444	1.118781383	4.631775721	Tasa Iteración
3	182	536	105.1819444	1.185240104	88.74315344	11.75000%
Total					98.28184522	
					-1.928692133	
Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente	
1	182	172	5.181944444	0.995221557	5.206824958	
2	182	354	5.181944444	0.99019016	5.233282107	Tasa Iteración
3	182	536	105.1819444	0.985184198	106.7637348	-1.00000%
Total					117.2038418	
					16.993304486	
Tasa Nueva			5.37500%			

Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente
1	182	172	5.181944444	1.025661565	5.052294657
2	182	354	5.181944444	1.053532493	4.918637514
3	182	536	105.1819444	1.082160776	97.19622703
Total					107.1671592
					6.956621847

Iteración 4

Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente	
1	182	172	5.181944444	1.056049131	4.906916064	
2	182	354	5.181944444	1.118781383	4.631775721	Tasa Iteración
3	182	536	105.1819444	1.185240104	88.74315344	11.75000%
Total					98.28184522	
					-1.928692133	
Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente	
1	182	172	5.181944444	1.025661565	5.052294657	
2	182	354	5.181944444	1.053532493	4.918637514	Tasa Iteración
3	182	536	105.1819444	1.082160776	97.19622703	5.37500%
Total					107.1671592	
					6.956621847	
Tasa Nueva			8.58250%			

Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente
1	182	172	5.181944444	1.040861795	4.978513446
2	182	354	5.181944444	1.085918823	4.771944581
3	182	536	105.1819444	1.132926288	92.84094254
Total					102.5914008
					2.380863214

Iteración 5

Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente	
1	182	172	5.181944444	1.056049131	4.906916064	
2	182	354	5.181944444	1.118781383	4.631775721	Tasa Iteración
3	182	536	105.1819444	1.185240104	88.74315344	11.75000%
Total					98.28184522	
					-1.928692133	

Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente		
1	182	172	5.181944444	1.040861795	4.978513446		
2	182	354	5.181944444	1.085918823	4.771944581	Tasa Iteración	
3	182	536	105.1819444	1.132926288	92.84094254	8.56250%	
					Total	102.5914006	
						2.380863214	
Tasa Nueva			10.15625%				

Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente	
1	182	172	5.181944444	1.048457062	4.942447939	
2	182	354	5.181944444	1.085918823	4.771944581	
3	182	536	105.1819444	1.132926288	92.84094254	
					Total	102.5553351
						2.344797707

Iteración 6

Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente	
1	182	172	5.181944444	1.056049131	4.906916064	
2	182	354	5.181944444	1.118781383	4.631775721	Tasa Iteración
3	182	536	105.1819444	1.185240104	88.74315344	11.75000%
					Total	98.28184522
						-1.928692133

Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente	
1	182	172	5.181944444	1.048457062	4.942447939	
2	182	354	5.181944444	1.102290599	4.701069253	Tasa Iteración
3	182	536	105.1819444	1.158888246	90.76107623	10.15625%
					Total	100.4045934
						0.194056068

Tasa Nueva 10.95313%

Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente	
1	182	172	5.181944444	1.052253494	4.924616047	
2	182	354	5.181944444	1.110521118	4.666227737	
3	182	536	105.1819444	1.172015261	89.74451778	
					Total	99.33536156
						-0.875175790

Iteración 7

Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente	
1	182	172	5.181944444	1.052253494	4.924616047	
2	182	354	5.181944444	1.110521118	4.666227737	Tasa Iteración
3	182	536	105.1819444	1.172015261	89.74451778	10.95313%
					Total	99.33536156
						-0.875175790

Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente	
1	182	172	5.181944444	1.048457062	4.942447939	
2	182	354	5.181944444	1.102290599	4.701069253	Tasa Iteración
3	182	536	105.1819444	1.158888246	90.76107623	10.15625%
					Total	100.4045934
						0.194056068
Tasa Nueva			10.55469%			

Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente
1	182	172	5.181944444	1.050355378	4.933515412
2	182	354	5.181944444	1.10640214	4.68359944
3	182	536	105.1819444	1.165439547	90.25087977
Total					99.86799462
					-0.342542737

Iteración 8

Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente	Tasa Iteración
1	182	172	5.181944444	1.050355378	4.933515412	
2	182	354	5.181944444	1.10640214	4.68359944	
3	182	536	105.1819444	1.165439547	90.25087977	10.55469%
Total					99.86799462	
					-0.342542737	

Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente	Tasa Iteración
1	182	172	5.181944444	1.048457062	4.942447939	
2	182	354	5.181944444	1.102290599	4.701069253	10.15625%
3	182	536	105.1819444	1.158888246	90.76107623	
Total					100.4045934	
					0.194056068	

Tasa Nueva 10.35547%

Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente
1	182	172	5.181944444	1.049406245	4.937977518
2	182	354	5.181944444	1.10434544	4.692322036
3	182	536	105.1819444	1.162160848	90.50549642
Total					100.135796
					-0.074741381

Iteración 9

Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente	Tasa Iteración
1	182	172	5.181944444	1.049406245	4.937977518	
2	182	354	5.181944444	1.10434544	4.692322036	
3	182	536	105.1819444	1.162160848	90.50549642	10.35547%
Total					100.135796	
					-0.074741381	

Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente	Tasa Iteración
1	182	172	5.181944444	1.048457062	4.942447939	
2	182	354	5.181944444	1.102290599	4.701069253	10.15625%
3	182	536	105.1819444	1.158888246	90.76107623	
Total					100.4045934	
					0.194056068	

Tasa Nueva 10.25588%

Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente
1	182	172	5.181944444	1.04893166	4.940211688
2	182	354	5.181944444	1.103317787	4.696692561
3	182	536	105.1819444	1.160523785	90.63316564
Total					100.2700699
					0.059532539

Iteración 10

Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente	
1	182	172	5.181944444	1.049406245	4.937977518	
2	182	354	5.181944444	1.10434544	4.692322036	Tasa Iteración
3	182	536	105.1819444	1.162160848	90.50549642	10.35547%
Total					100.135796	
					-0.074741381	
Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente	
1	182	172	5.181944444	1.04893166	4.940211688	
2	182	354	5.181944444	1.103317787	4.696692561	Tasa Iteración
3	182	536	105.1819444	1.180523785	90.63316564	10.25586%
Total					100.2700699	
					0.059532539	

Tasa Nueva 10.30566%

Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente
1	182	172	5.181944444	1.049168954	4.939094343
2	182	354	5.181944444	1.103831556	4.694508529
3	182	536	105.1819444	1.161342126	90.5693009
Total					100.2029018
					-0.007635585

Iteración 11

Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente	
1	182	172	5.181944444	1.049168954	4.939094343	
2	182	354	5.181944444	1.103831556	4.694506529	Tasa Iteración
3	182	536	105.1819444	1.161342126	90.5693009	10.30566%
Total					100.2029018	
					-0.007635585	
Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente	
1	182	172	5.181944444	1.04893166	4.940211688	
2	182	354	5.181944444	1.103317787	4.696692561	Tasa Iteración
3	182	536	105.1819444	1.160523785	90.63316564	10.25586%
Total					100.2700699	
					0.059532539	

Tasa Nueva 10.28076%

Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente
1	182	172	5.181944444	1.049050307	4.93965295
2	182	354	5.181944444	1.103574657	4.695599352
3	182	536	105.1819444	1.160932908	90.60122573
Total					100.236478
					0.025940681

Iteración 12

Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente	
1	182	172	5.181944444	1.049168954	4.939094343	
2	182	354	5.181944444	1.103831556	4.694506529	Tasa Iteración
3	182	536	105.1819444	1.161342126	90.5693009	10.30566%
Total					100.2029018	
					-0.007635585	
Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente	
1	182	172	5.181944444	1.049050307	4.93965295	
2	182	354	5.181944444	1.103574857	4.695599352	Tasa Iteración
3	182	536	105.1819444	1.160932908	90.60122573	10.28076%
Total					100.236478	
					0.025940681	
Tasa Nueva			10.29321%			

Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente
1	182	172	5.181944444	1.049109631	4.93937363
2	182	354	5.181944444	1.103703103	4.695052892
3	182	536	105.1819444	1.181137505	90.58526143
Total					100.219688
					0.009150600

Iteración 13

Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente	
1	182	172	5.181944444	1.049168954	4.939094343	
2	182	354	5.181944444	1.103831556	4.694506529	Tasa Iteración
3	182	536	105.1819444	1.161342126	90.5693009	10.30566%
Total					100.2029018	
					-0.007635585	
Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente	
1	182	172	5.181944444	1.049109631	4.93937363	
2	182	354	5.181944444	1.103703103	4.695052892	Tasa Iteración
3	182	536	105.1819444	1.161137505	90.58526143	10.29321%
Total					100.219688	
					0.009150600	
Tasa Nueva			10.29944%			

Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente
1	182	172	5.181944444	1.049139292	4.939233983
2	182	354	5.181944444	1.103767328	4.694779698
3	182	536	105.1819444	1.161239812	90.57728069
Total					100.2112944
					0.000757020

Iteración 14

Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente	
1	182	172	5.181944444	1.049166954	4.939094343	
2	182	354	5.181944444	1.103831556	4.694506529	Tasa Iteración
3	182	536	105.1819444	1.161342126	90.5683009	10.30566%
			Total		100.2029018	
					-0.007635585	
Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente	
1	182	172	5.181944444	1.049139292	4.939233983	
2	182	354	5.181944444	1.103767328	4.694779698	Tasa Iteración
3	182	536	105.1819444	1.161239812	90.57728069	10.29944%
			Total		100.2112944	
					0.000757020	
		Tasa Nueva	10.30255%			

Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente
1	182	172	5.181944444	1.049154123	4.939164162
2	182	354	5.181944444	1.103799442	4.694643111
3	182	536	105.1819444	1.161290968	90.57329068
			Total		100.207098
					-0.003439404

Iteración 15

Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente	
1	182	172	5.181944444	1.049154123	4.939164162	
2	182	354	5.181944444	1.103799442	4.694643111	Tasa Iteración
3	182	536	105.1819444	1.161290968	90.57329068	10.30255%
			Total		100.207098	
					-0.003439404	
Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente	
1	182	172	5.181944444	1.049139292	4.939233983	
2	182	354	5.181944444	1.103767328	4.694779698	Tasa Iteración
3	182	536	105.1819444	1.161239812	90.57728069	10.29944%
			Total		100.2112944	
					0.000757020	
		Tasa Nueva	10.30099%			

Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente
1	182	172	5.181944444	1.049146708	4.939199072
2	182	354	5.181944444	1.103783385	4.694711404
3	182	536	105.1819444	1.16126539	90.57528566
			Total		100.2091961
					-0.001341223

Iteración 16

Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente	
1	182	172	5.181944444	1.049146708	4.939199072	
2	182	354	5.181944444	1.103783385	4.694711404	Tasa Iteración
3	182	536	105.1819444	1.16126539	90.57528566	10.30099%
				Total	100.2091961	
					-0.001341223	
Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente	
1	182	172	5.181944444	1.049139292	4.939233983	
2	182	354	5.181944444	1.103767328	4.694779698	Tasa Iteración
3	182	536	105.1819444	1.161239812	90.57728069	10.29944%
				Total	100.2112944	
					0.000757020	

Tasa Nueva 10.30022%

Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente
1	182	172	5.181944444	1.049143	4.939216527
2	182	354	5.181944444	1.103775357	4.694745551
3	182	536	105.1819444	1.161252601	90.57628317
				Total	100.2102452
					-0.000292109

Iteración 17

Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente	
1	182	172	5.181944444	1.049143	4.939216527	
2	182	354	5.181944444	1.103775357	4.694745551	Tasa Iteración
3	182	536	105.1819444	1.161252601	90.57628317	10.30022%
				Total	100.2102452	
					-0.000292109	
Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente	
1	182	172	5.181944444	1.049139292	4.939233983	
2	182	354	5.181944444	1.103767328	4.694779698	Tasa Iteración
3	182	536	105.1819444	1.161239812	90.57728069	10.29944%
				Total	100.2112944	
					0.000757020	

Tasa Nueva 10.29983%

Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente
1	182	172	5.181944444	1.049141146	4.939225255
2	182	354	5.181944444	1.103771342	4.694762625
3	182	536	105.1819444	1.161246207	90.57678193
				Total	100.2107698
					0.000232454

Iteración 18

Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente	
1	182	172	5.181944444	1.049143	4.939216527	
2	182	354	5.181944444	1.103775357	4.694745551	Tasa Iteración
3	182	536	105.1819444	1.161252601	90.57628317	10.30022%
Total					100.2102452	
					-0.000292109	
Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente	
1	182	172	5.181944444	1.049141146	4.939225255	
2	182	354	5.181944444	1.103771342	4.694762625	Tasa Iteración
3	182	536	105.1819444	1.161246207	90.57678193	10.29983%
Total					100.2107698	
					0.000232454	
Tasa Nueva			10.30002%			

Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente
1	182	172	5.181944444	1.049142073	4.939220891
2	182	354	5.181944444	1.103773349	4.694754088
3	182	536	105.1819444	1.161249404	90.57653255
Total					100.2105075
					-0.000029828

Iteración 19

Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente	
1	182	172	5.181944444	1.049142073	4.939220891	
2	182	354	5.181944444	1.103773349	4.694754088	Tasa Iteración
3	182	536	105.1819444	1.161249404	90.57653255	10.30002%
Total					100.2105075	
					-0.000029828	
Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente	
1	182	172	5.181944444	1.049141146	4.939225255	
2	182	354	5.181944444	1.103771342	4.694762625	Tasa Iteración
3	182	536	105.1819444	1.161246207	90.57678193	10.29983%
Total					100.2107698	
					0.000232454	
Tasa Nueva			10.29992%			

Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente
1	182	172	5.181944444	1.049141609	4.939223073
2	182	354	5.181944444	1.103772346	4.694758356
3	182	536	105.1819444	1.161247805	90.57685724
Total					100.2106387
					0.000101313

Iteración 20

Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente	
1	182	172	5.181944444	1.049142073	4.939220891	
2	182	354	5.181944444	1.103773349	4.694754088	Tasa Iteración
3	182	536	105.1819444	1.161249404	90.57653255	10.30002%
Total					100.2105075	
					-0.000029828	
Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente	
1	182	172	5.181944444	1.049141609	4.939223073	
2	182	354	5.181944444	1.103772346	4.694758356	Tasa Iteración
3	182	536	105.1819444	1.161247805	90.57665724	10.29992%
Total					100.2106367	
					0.000101313	
Tasa Nueva			10.29997%			

Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente
1	182	172	5.181944444	1.049141841	4.939221982
2	182	354	5.181944444	1.103772848	4.694756222
3	182	536	105.1819444	1.161248605	90.57659489
Total					100.2105731
					0.000035742

Iteración 21

Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente	
1	182	172	5.181944444	1.049142073	4.939220891	
2	182	354	5.181944444	1.103773349	4.694754088	Tasa Iteración
3	182	536	105.1819444	1.161249404	90.57653255	10.30002%
Total					100.2105075	
					-0.000029828	
Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente	
1	182	172	5.181944444	1.049141841	4.939221982	
2	182	354	5.181944444	1.103772848	4.694756222	Tasa Iteración
3	182	536	105.1819444	1.161248605	90.57659489	10.29997%
Total					100.2105731	
					0.000035742	
Tasa Nueva			10.2999978%			

Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente
1	182	172	5.181944444	1.049141957	4.939221437
2	182	354	5.181944444	1.103773099	4.694755155
3	182	536	105.1819444	1.161249004	90.57656372
Total					100.2105403
					0.000002957

Iteración 22

Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente	
1	182	172	5.181944444	1.049142073	4.939220891	
2	182	354	5.181944444	1.103773349	4.694754088	Tasa Iteración
3	182	536	105.1819444	1.161249404	90.57653255	10.300022%
				Total	100.2105075	
					-0.000029828	
Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente	
1	182	172	5.181944444	1.049141957	4.939221437	
2	182	354	5.181944444	1.103773099	4.694755155	Tasa Iteración
3	182	536	105.1819444	1.161249004	90.57656372	10.299998%
				Total	100.2105403	
					0.000002957	
Tasa Nueva			10.3000100%			

Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente
1	182	172	5.181944444	1.049142015	4.939221164
2	182	354	5.181944444	1.103773224	4.694754621
3	182	536	105.1819444	1.161249204	90.57654813
				Total	100.2105239
					-0.000013435

Iteración 23

Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente	
1	182	172	5.181944444	1.049142015	4.939221164	
2	182	354	5.181944444	1.103773224	4.694754621	Tasa Iteración
3	182	536	105.1819444	1.161249204	90.57654813	10.300010%
				Total	100.2105239	
					-0.000013435	
Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente	
1	182	172	5.181944444	1.049141957	4.939221437	
2	182	354	5.181944444	1.103773099	4.694755155	Tasa Iteración
3	182	536	105.1819444	1.161249004	90.57656372	10.299998%
				Total	100.2105403	
					0.000002957	
Tasa Nueva			10.3000039%			

Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente
1	182	172	5.181944444	1.049141988	4.9392213
2	182	354	5.181944444	1.103773161	4.694754888
3	182	536	105.1819444	1.161249104	90.57655593
				Total	100.2105321
					-0.000005239

Iteración 24

Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente	
1	182	172	5.181944444	1.049141986	4.9392213	
2	182	354	5.181944444	1.103773161	4.694754888	Tasa Iteración
3	182	536	105.1819444	1.161249104	90.57655593	10.300004%
Total					100.2105321	
					-0.000005239	
Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente	
1	182	172	5.181944444	1.049141957	4.939221437	
2	182	354	5.181944444	1.103773099	4.694755155	Tasa Iteración
3	182	536	105.1819444	1.161249004	90.57656372	10.299998%
Total					100.2105403	
					0.000002957	
Tasa Nueva			10.3000008%			

Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente
1	182	172	5.181944444	1.049141972	4.939221368
2	182	354	5.181944444	1.10377313	4.694755021
3	182	536	105.1819444	1.161249054	90.57655982
Total					100.2105362
					-0.000001141

Iteración 25

Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente	
1	182	172	5.181944444	1.049141972	4.939221368	
2	182	354	5.181944444	1.10377313	4.694755021	Tasa Iteración
3	182	536	105.1819444	1.161249054	90.57655982	10.3000008%
Total					100.2105362	
					-0.000001141	
Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente	
1	182	172	5.181944444	1.049141957	4.939221437	
2	182	354	5.181944444	1.103773099	4.694755155	Tasa Iteración
3	182	536	105.1819444	1.161249004	90.57656372	10.299998%
Total					100.2105403	
					0.000002957	
Tasa Nueva			10.2999993%			

Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente
1	182	172	5.181944444	1.049141964	4.939221402
2	182	354	5.181944444	1.103773114	4.694755088
3	182	536	105.1819444	1.161249029	90.57656177
Total					100.2105383
					0.000000908

Iteración 26

Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente	
1	182	172	5.181944444	1.049141972	4.939221388	
2	182	354	5.181944444	1.10377313	4.694755021	Tasa Iteración
3	182	536	105.1819444	1.161249054	90.57655982	10.3000008%
Total					100.2105362	
					-0.000001141	
Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente	
1	182	172	5.181944444	1.049141964	4.939221402	
2	182	354	5.181944444	1.103773114	4.694755088	Tasa Iteración
3	182	536	105.1819444	1.161249029	90.57656177	10.2999999%
Total					100.2105383	
					0.000000908	
Tasa Nueva			10.30000009%			

Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente
1	182	172	5.181944444	1.049141968	4.939221385
2	182	354	5.181944444	1.103773122	4.694755055
3	182	536	105.1819444	1.161249042	90.5765608
Total					100.2105372
					-0.000000117

Iteración 27

Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente	
1	182	172	5.181944444	1.049141968	4.939221385	
2	182	354	5.181944444	1.103773122	4.694755055	Tasa Iteración
3	182	536	105.1819444	1.161249042	90.5765608	10.30000009%
Total					100.2105372	
					-0.000000117	
Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente	
1	182	172	5.181944444	1.049141964	4.939221402	
2	182	354	5.181944444	1.103773114	4.694755088	Tasa Iteración
3	182	536	105.1819444	1.161249029	90.57656177	10.29999993%
Total					100.2105383	
					0.000000908	
Tasa Nueva			10.29999997%			

Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente
1	182	172	5.181944444	1.049141966	4.939221394
2	182	354	5.181944444	1.103773118	4.694755072
3	182	536	105.1819444	1.161249036	90.57656128
Total					100.2105378
					0.000000396

Iteración 28

Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente	
1	182	172	5.181944444	1.049141968	4.939221385	
2	182	354	5.181944444	1.103773122	4.694755055	Tasa Iteración
3	182	536	105.1819444	1.161249042	90.5765608	10.300000085%
Total					100.2105372	
					-0.000000117	
Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente	
1	182	172	5.181944444	1.049141966	4.939221394	
2	182	354	5.181944444	1.103773118	4.694755072	Tasa Iteración
3	182	536	105.1819444	1.161249036	90.57656128	10.29999971%
Total					100.2105378	
					0.000000396	
Tasa Nueva			10.29999999%			

Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente
1	182	172	5.181944444	1.049141967	4.93922139
2	182	354	5.181944444	1.10377312	4.694755063
3	182	536	105.1819444	1.161249039	90.57656104
Total					100.2105375
					0.000000140

Iteración 29

Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente	
1	182	172	5.181944444	1.049141968	4.939221385	
2	182	354	5.181944444	1.103773122	4.694755055	Tasa Iteración
3	182	536	105.1819444	1.161249042	90.5765608	10.300000086%
Total					100.2105372	
					-0.000000117	
Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente	
1	182	172	5.181944444	1.049141967	4.93922139	
2	182	354	5.181944444	1.10377312	4.694755063	Tasa Iteración
3	182	536	105.1819444	1.161249039	90.57656104	10.29999990%
Total					100.2105375	
					0.000000140	
Tasa Nueva			10.30000000%			

Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente
1	182	172	5.181944444	1.049141968	4.939221388
2	182	354	5.181944444	1.103773121	4.694755059
3	182	536	105.1819444	1.16124904	90.57656092
Total					100.2105374
					0.000000012

A continuación se presenta el detalle de los flujos utilizados en el método de Newton – Raphson

Iteración 1

Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente	
1	182	172	5.181944444	1.237360781	4.187900995	pn-1
2	182	354	5.181944444	1.550138089	3.342892147	Tasa Iteración
3	182	536	105.1819444	1.941978551	54.16225859	50%
Total					61.69305174	
					-38.517485618	
Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente	
1	182	172	-4.897222222	1.550138089	-3.159216754	pn-1
2	182	354	-10.07916667	1.941978551	-5.190153446	Tasa Iteración
3	182	536	-309.7666056	2.432867573	-127.325716	50%
Total					-34.29564678	
					-134.506184137	
Tasa Nueva			21.36378%			

Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente
1	182	172	5.181944444	1.101779436	4.703250283
2	182	354	5.181944444	1.220777985	4.244788577
3	182	536	105.1819444	1.352629064	77.76111516
Total					86.70915402

Iteración 2

Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente	
1	182	172	5.181944444	1.101779436	4.703250283	
2	182	354	5.181944444	1.220777985	4.244788577	Tasa Iteración
3	182	536	105.1819444	1.352629064	77.76111516	21.36378%
Total					86.70915402	
					-13.501383334	
Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente	
1	182	172	-4.897222222	1.220777985	-4.011558436	
2	182	354	-10.07916667	1.352629064	-7.451537847	Tasa Iteración
3	182	536	-309.7666056	1.498720823	-206.8873302	21.36378%
Total					-23.56150721	
					-123.772044567	
Tasa Nueva			10.45552%			

Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente
1	182	172	5.181944444	1.0498829	4.935735635
2	182	354	5.181944444	1.105378071	4.687938525
3	182	536	105.1819444	1.16380663	90.37750924
Total					100.0011834

Iteración 3

Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente	
1	182	172	5.181944444	1.0498829	4.935735635	
2	182	354	5.181944444	1.105378071	4.687938525	Tasa Iteración
3	182	536	105.1819444	1.16380663	90.37750924	10.45552%
Total					100.0011834	
					-0.209353954	

Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente	
1	182	172	-4.897222222	1.105378071	-4.430359485	
2	182	354	-10.07916667	1.16380663	-8.660516625	Tasa Iteración
3	182	536	-309.7666056	1.225323631	-252.8039106	10.45552%
	182	718		Total	-14.05478322	
					-114.265320575	
		Tasa Nueva	10.27230%			

Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente
1	182	172	5.181944444	1.049009981	4.93984284
2	182	354	5.181944444	1.103487349	4.695970869
3	182	536	105.1819444	1.160793844	90.61207979
				Total	100.2478935

Iteración 4

Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente	
1	182	172	5.181944444	1.049009981	4.93984284	
2	182	354	5.181944444	1.103487349	4.695970869	Tasa Iteración
3	182	536	105.1819444	1.160793844	90.61207979	10.27230%
				Total	100.2478935	
					0.037356150	

Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente	
1	182	172	-4.897222222	1.103487349	-4.437950492	
2	182	354	-10.07916667	1.160793844	-8.682994587	Tasa Iteración
3	182	536	-309.7666056	1.221076391	-253.6832323	10.27230%
	182	718		Total	-13.85572062	
					-114.066257970	
		Tasa Nueva	10.30505%			

Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente
1	182	172	5.181944444	1.049166016	4.939108174
2	182	354	5.181944444	1.103825194	4.694533585
3	182	536	105.1819444	1.161331991	90.57009126
				Total	100.203733

Iteración 5

Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente	
1	182	172	5.181944444	1.049166016	4.939108174	
2	182	354	5.181944444	1.103825194	4.694533585	Tasa Iteración
3	182	536	105.1819444	1.161331991	90.57009126	10.30505%
				Total	100.203733	
					-0.006804337	

Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente	
1	182	172	-4.897222222	1.103825194	-4.436592179	
2	182	354	-10.07916667	1.161331991	-8.678970993	Tasa Iteración
3	182	536	-309.7666056	1.221834763	-253.5257753	10.30505%
	182	718		Total	-13.89141105	
					-114.101948402	
		Tasa Nueva	10.29908%			

Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente
1	182	172	5.181944444	1.049137603	4.939241933
2	182	354	5.181944444	1.103825194	4.694533585
3	182	536	105.1819444	1.161331991	90.57009126
Total					100.2038668

Iteración 6

Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente	
1	182	172	5.181944444	1.049137603	4.939241933	
2	182	354	5.181944444	1.103763672	4.694795252	Tasa Iteración
3	182	536	105.1819444	1.161233988	90.57773504	10.29908%
Total					100.2117722	
					0.001234871	
Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente	
1	182	172	-4.897222222	1.103763672	-4.436839469	
2	182	354	-10.07916667	1.161233988	-8.679703466	Tasa Iteración
3	182	536	-309.7666056	1.221896644	-253.5544376	10.29908%
	182	718		Total	-13.88491568	
					-114.095453032	
Tasa Nueva			10.30017%			

Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente
1	182	172	5.181944444	1.04914276	4.939217656
2	182	354	5.181944444	1.103774837	4.694747759
3	182	536	105.1819444	1.161251774	90.57634768
Total					100.2103131

Iteración 7

Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente	
1	182	172	5.181944444	1.04914276	4.939217656	
2	182	354	5.181944444	1.103774837	4.694747759	Tasa Iteración
3	182	536	105.1819444	1.161251774	90.57634768	10.30017%
Total					100.2103131	
					-0.000224257	
Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente	
1	182	172	-4.897222222	1.103774837	-4.436794586	
2	182	354	-10.07916667	1.161251774	-8.679570521	Tasa Iteración
3	182	536	-309.7666056	1.221721711	-253.5492353	10.30017%
	182	718		Total	-13.88609466	
					-114.096632015	
Tasa Nueva			10.29997%			

Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente
1	182	172	5.181944444	1.049141824	4.939222065
2	182	354	5.181944444	1.10377281	4.694758384
3	182	536	105.1819444	1.161248544	90.57659963
Total					100.2105781

Iteración 8

Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente	
1	182	172	5.181944444	1.049141824	4.939222065	
2	182	354	5.181944444	1.10377281	4.694756384	Tasa Iteración
3	182	536	105.1819444	1.161248544	90.57659963	10.29997%
				Total	100.2105781	
					0.000040721	
Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente	
1	182	172	-4.897222222	1.10377281	-4.436802737	
2	182	354	-10.07916667	1.161248544	-8.679594664	Tasa Iteración
3	182	536	-309.7666056	1.221717159	-253.55018	10.29997%
	182	718		Total	-13.88588056	
					-114.096417913	
	Tasa Nueva		10.30001%			

Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente
1	182	172	5.181944444	1.049141994	4.939221264
2	182	354	5.181944444	1.103773178	4.694754818
3	182	536	105.1819444	1.161249131	90.57655388
				Total	100.21053

Iteración 9

Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente	
1	182	172	5.181944444	1.049141994	4.939221264	
2	182	354	5.181944444	1.103773178	4.694754818	Tasa Iteración
3	182	536	105.1819444	1.161249131	90.57655388	10.3000055%
				Total	100.21053	
					-0.000007394	
Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente	
1	182	172	-4.897222222	1.103773178	-4.436801257	
2	182	354	-10.07916667	1.161249131	-8.67959026	Tasa Iteración
3	182	536	-309.7666056	1.221717986	-253.5500085	10.3000055%
	182	718		Total	-13.88591944	
					-114.096456790	
	Tasa Nueva		10.2999999%			

Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente
1	182	172	5.181944444	1.049141963	4.93922141
2	182	354	5.181944444	1.103773111	4.694755102
3	182	536	105.1819444	1.161249024	90.57656219
				Total	100.2105387

Iteración 10

Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente	
1	182	172	5.181944444	1.049141963	4.93922141	
2	182	354	5.181944444	1.103773111	4.694755102	Tasa Iteración
3	182	536	105.1819444	1.161249024	90.57656219	10.2999990%
				Total	100.2105387	
					0.000001343	

Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente	
1	182	172	-4.897222222	1.103773111	-4.436801525	
2	182	354	-10.07916667	1.161249024	-8.679591076	Tasa Iteración
3	182	536	-309.7666056	1.221717835	-253.5500396	10.2999990%
	182	718		Total	-13.88591238	
					-114.096449731	
		Tasa Nueva	10.30000%			

Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente
1	182	172	5.181944444	1.049141968	4.939221383
2	182	354	5.181944444	1.103773123	4.694755051
3	182	536	105.1819444	1.161249043	90.57656068
				Total	100.2105371

Iteración 11

Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente	
1	182	172	5.181944444	1.049141968	4.939221383	
2	182	354	5.181944444	1.103773123	4.694755051	Tasa Iteración
3	182	536	105.1819444	1.161249043	90.57656068	10.3000002%
				Total	100.2105371	
					-0.00000244	

Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente	
1	182	172	-4.897222222	1.103773123	-4.436801476	
2	182	354	-10.07916667	1.161249043	-8.679590931	Tasa Iteración
3	182	536	-309.7666056	1.221717863	-253.550034	10.3000002%
	182	718		Total	-13.88591366	
					-114.096451012	
		Tasa Nueva	10.30000%			

Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente
1	182	172	5.181944444	1.049141967	4.939221388
2	182	354	5.181944444	1.103773121	4.69475506
3	182	536	105.1819444	1.16124904	90.57656095
				Total	100.2105374

A continuación se presenta el detalle de los flujos utilizados en el método de la secante:

Iteración 1

Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente	
1	182	172	5.181944444	1.237380781	4.187900995	pn-1
2	182	354	5.181944444	1.550138089	3.342892147	Tasa Iteración
3	182	536	105.1819444	1.941978551	54.16225859	50%
				Total	61.69305174	
					-38.517485618	

Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente	
1	182	172	5.181944444	1.004777115	5.157307392	pn-2
2	182	354	5.181944444	1.009856822	5.131365489	Tasa Iteración
3	182	536	105.1819444	1.014962209	103.6313899	1%
				Total	113.9200628	
					13.709525438	

Tasa Nueva 13.86244%

Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente
1	182	172	5.181944444	1.066107169	4.860622455
2	182	354	5.181944444	1.140822444	4.542288303
3	182	536	105.1819444	1.22077394	86.1600506
Total					95.56296136

Iteración 2

Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente	Tasa Iteración
1	182	172	5.181944444	1.066107169	4.860622455	13.86244%
2	182	354	5.181944444	1.140822444	4.542288303	
3	182	536	105.1819444	1.22077394	86.1600506	
Total					95.56296136	

Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente	Tasa Iteración
1	182	172	5.181944444	1.237360781	4.187900995	50.00000%
2	182	354	5.181944444	1.550138089	3.342892147	
3	182	536	105.1819444	1.941978551	54.16225859	
Total					61.89305174	

Tasa Nueva 8.90370%

Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente
1	182	172	5.181944444	1.042488106	4.970746828
2	182	354	5.181944444	1.089413776	4.756635685
3	182	536	105.1819444	1.138451719	92.39034266
Total					102.1177252

Iteración 3

Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente	Tasa Iteración
1	182	172	5.181944444	1.042488106	4.970746828	8.90370%
2	182	354	5.181944444	1.089413776	4.756635685	
3	182	536	105.1819444	1.138451719	92.39034266	
Total					102.1177252	

Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente	Tasa Iteración
1	182	172	5.181944444	1.066107169	4.860622455	13.86244%
2	182	354	5.181944444	1.140822444	4.542288303	
3	182	536	105.1819444	1.22077394	86.1600506	
Total					95.56296136	

Tasa Nueva 10.34650%

Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente
1	182	172	5.181944444	1.049363537	4.938178489
2	182	354	5.181944444	1.104252941	4.692715095
3	182	536	105.1819444	1.162013463	90.51697571
Total					100.1478693

Iteración 4

Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente	
1	182	172	5.181944444	1.049363537	4.938178489	
2	182	354	5.181944444	1.104252941	4.692715095	Tasa Iteración
3	182	536	105.1819444	1.162013463	90.51697571	10.34650%
Total					100.1478693	
					-0.062668063	
Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente	
1	182	172	5.181944444	1.042488106	4.970746828	
2	182	354	5.181944444	1.089413776	4.756635685	Tasa Iteración
3	182	536	105.1819444	1.138451719	92.39034266	8.90370%
Total					102.1177252	
					1.907187821	
Tasa Nueva			10.30060%			

Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente
1	182	172	5.181944444	1.049144845	4.939207839
2	182	354	5.181944444	1.103779353	4.694728554
3	182	536	105.1819444	1.161258967	90.57578666
Total					100.2097231

Iteración 5

Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente	
1	182	172	5.181944444	1.049144845	4.939207839	
2	182	354	5.181944444	1.103779353	4.694728554	Tasa Iteración
3	182	536	105.1819444	1.161258967	90.57578666	10.30060%
Total					100.2097231	
					-0.000814303	
Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente	
1	182	172	5.181944444	1.049363537	4.938178489	
2	182	354	5.181944444	1.104252941	4.692715095	Tasa Iteración
3	182	536	105.1819444	1.162013463	90.51697571	10.34650%
Total					100.1478693	
					-0.062668063	
Tasa Nueva			10.30000%			

Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente
1	182	172	5.181944444	1.049141966	4.939221393
2	182	354	5.181944444	1.103779353	4.694728554
3	182	536	105.1819444	1.161258967	90.57578666
Total					100.2097366

Iteración 6

Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente	
1	182	172	5.181944444	1.049141966	4.939221393	
2	182	354	5.181944444	1.103773119	4.69475507	Tasa Iteración
3	182	536	105.1819444	1.161249036	90.57656124	10.30000%
Total					100.2105377	
					0.00000353	
Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente	
1	182	172	5.181944444	1.049144845	4.939207839	
2	182	354	5.181944444	1.103779353	4.694728554	Tasa Iteración
3	182	536	105.1819444	1.161258967	90.57578666	10.30060%
Total					100.2097231	
					-0.000814303	
Tasa Nueva			10.30000%			
Flujo	Días Cupón	Días Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente	
1	182	172	5.181944444	1.049141968	4.939221387	
2	182	354	5.181944444	1.103773121	4.694755059	
3	182	536	105.1819444	1.16124904	90.57656091	
Total					100.2105374	

Como se puede observar el método de bisección converge lentamente, para el cálculo de tasas el precio precisa de una gran cantidad de iteraciones para llegar al valor deseado. Dado que estos precios son utilizados para liquidar operaciones de montos millonarios es necesario por lo menos tener exactitud en los 5 primeros decimales, a partir del sexto la diferencia no es significativa.

Para el caso del método de la secante observamos que el número de iteraciones se reduce en una quinta parte, el método de Newton – Raphson en casi una tercera parte, en relación al método de bisección de este caso particular, también se puede observar que el dato obtenido tiene una mayor precisión en un número menor de iteraciones.

Conociendo el resultado de los tres métodos y viendo que el método de la secante es el que se adapta de mejor manera al cálculo de la tasa a partir del precio, se desarrollará el algoritmo del método de la secante para implementarlo en una macro que se generará para el cálculo de la tasa de bonos a partir del precio, en el capítulo siguiente se dará una pequeña introducción a la metodología de programación utilizada en Excel.

Capítulo IV
Bonos del Mercado Mexicano

4.1 Introducción al mercado de dinero

Siempre ha existido dinero, su invención no se puede atribuir a nadie. Su función básica es la de facilitar el intercambio evitando el trueque que necesita la coincidencia de dos voluntades. Parece algo intuitivo que el dinero lo constituya aquella materia que sea la más vendible. Que sea usualmente admitida por cualquier persona por una contraprestación lo más estable posible.

Los mercados de dinero comercian dinero e instrumentos financieros de corto plazo con la suficiente liquidez para ser atractivos a los inversionistas.

Los mercados de dinero son tan antiguos como el dinero mismo. A lo largo de la historia de todas las sociedades, los prestamistas han cobrado a los prestatarios una tasa de interés, la cual equivale al costo del dinero por unidad de tiempo. A través de la historia e inclusive en la actualidad, existen excesos de cobro en intereses, a este exceso también se le conoce como usura. Dichos excesos, o usura, estuvieron prohibidos en la Europa medieval, cuando la iglesia se encargaba de regir las tasas de interés.

Los mercados de dinero, tal como los conocemos hoy en día, se desarrollan con la ayuda del teléfono y el telégrafo. No obstante, no lograron el acelerado desarrollo actual sino hasta después de las guerras mundiales y los desastres económicos de la primera mitad del siglo pasado.

A partir de principios de los setenta, los principales mercados de dinero, se han caracterizado por tres tendencias principales:

- Avances en comunicaciones y tecnología de cómputo

- Volatilidad de las tasas de interés
- Desregulación

Gracias a los avances tecnológicos, la mayor parte de las transacciones actuales se desarrollan mediante el uso del teléfono, o a través de computadoras. Por lo tanto, los mercados de dinero son por lo general extra bursátiles y los instrumentos del mercado de dinero casi nunca se intercambian físicamente, sino que se transfieren por medios electrónicos.

En la mayoría de los países, los mercados de dinero aún se encuentran en una etapa rudimentaria, han evolucionado muy poco desde hace cientos de años y, por lo general, están cerrados a los extranjeros. Normalmente, la causa es la falta de infraestructura requerida para operar un mercado moderno, fundamentos legales, capacidad administrativa, sistemas de comunicación. Pero también porque los gobiernos prefieren establecer las tasas de interés, en vez de dejar que el mercado lo haga, y prohíbe la participación extranjera.

Desde el punto de vista de México, los mercados de dinero internacionales son, ante todo, aquellos no mexicanos, pero que están abiertos a la participación de mexicanos y segundo, la parte del mercado de dinero mexicano abierta a extranjeros.

4.2 Mercado de Dinero Internacional

Dentro de los mercados de dinero internacionales se incluyen, el mercado de Estados Unidos de América y de otros países extranjeros, así como los euromercados, que no caen bajo la jurisdicción de ningún país. Estos también se

conocen como mercados eurodivisas – eurodólar, euro yen y euro libra, de los cuales el de mayor importancia es el del eurodólar.

La versión más aceptada es que el mercado de eurodivisas comenzó con la antigua Unión Soviética. En la década de los cincuenta, este país tenía sustanciales depósitos en dólares estadounidenses en bancos de New York, los cuales se utilizaban para financiar importaciones, en su mayoría de granos.

Aunque no se sabe con certeza si los soviéticos fueron en realidad los primeros en tener depósitos en eurodólares, no fueron los únicos tenedores de depósitos en dólares fuera de Estados Unidos con el objetivo de reducir el riesgo soberano. Sin embargo, este fue en realidad uno de los factores menos importantes detrás del desarrollo explosivo de los mercados de eurodólares y otras eurodivisas.

Se estima que el desarrollo de los mercados de eurodivisas y de eurodólares se desarrollaron como resultado tanto del déficit comercial norteamericano en la época de los setenta, así como del reciclaje de petrodólares, es decir, los dólares obtenidos por los exportadores de petróleo.

Por esta necesidad de tener tanto reservas como de garantizar pagos en otras divisas nacen los mercados de dinero internacionales.

Desde 1944 la mayoría de las naciones que poseen un mercado de dinero doméstico o que tienen algún tipo de actuación en el mercado internacional han sido integradas en el Fondo Monetario Internacional que reúne parte de las reservas monetarias de más de 100 naciones participantes.

4.3 El Mercado de Dinero en México

Los instrumentos negociados en el mercado de dinero en su mayoría tienen un vencimiento menor a un año. Sin embargo existen bonos los cuales tienen vencimientos superiores, tal es el caso de los Bonos M5 en México, mismos que tienen una duración de cinco años, estos Bonos y muchos otros son considerados parte del mercado de dinero ya que aunque su emisión es a un plazo mayor a un año pueden ser comercializados a corto plazo por los inversionistas sin un gran riesgo gracias al mercado secundario y a las operaciones de reporto.

En México el principal instrumento es el Cete o Certificado de la Tesorería, el cuál es un instrumento de deuda a corto plazo emitido por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público mismos que son colocados por el Banco de México.

A partir de 1978, a emulación del mercado de los Estados Unidos de América, el gobierno mexicano decide participar directamente en el mercado de valores y es a través de los Certificados de Tesorería que incursiona en el mismo.

Hasta 1982 el gobierno realizaba la colocación de una forma unilateral ofreciendo un rendimiento que establecía semana con semana para el monto deseado a colocar. A partir de este año el gobierno cambia la forma de colocación por una denominada subasta pública misma que permite al mercado bajo ciertas reglas establecidas fijar el rendimiento que está dispuesto a pagar por la adquisición de dichos títulos, esta subasta pública es un termómetro de gran precisión para determinar la economía de una nación ya que las tasas son determinadas a través de la oferta y la demanda.

Los principales actores del mercado de dinero por el volumen de transacciones que realizan se pueden presentar en tres grandes sectores:

- Bancos Comerciales
- Empresas de gran tamaño
- Gobierno

4.4 Mercado primario y secundario

El mercado primario es aquel en el cual las empresas, instituciones crediticias y entidades son capaces de satisfacer sus necesidades de liquidez a corto, mediano y largo plazo a través de la emisión de instrumentos financieros que pueden colocarse al público a través de bancos y casas de bolsa.

Los documentos que sustentan a estos emisores se formalizan mediante Emisoras, estos documentos también son llamados, títulos, valores o instrumentos financieros.

La operación en la cual se otorgan títulos a cambio de fondos se conoce como colocación o venta de mercado primario. A los títulos colocados se les conocerá como títulos primarios.

El mercado de dinero primario permite a bancos y casas de bolsa comprar los títulos emitidos y colocados tanto por el sector privado como por el gubernamental, para posteriormente distribuir estos valores entre los pequeños inversionistas o bien mantenerlos para sustentar las inversiones que los clientes han realizado, esto es conocido como mercado secundario, el mercado secundario

da liquidez a los mercados, ya que se realizan operaciones de compra y venta de los títulos emitidos sin tener que mantenerlos hasta el vencimiento.

4.5 Presentación de los bonos típicos del mercado mexicano

CETES (Certificados de la Tesorería)

Estos títulos como se mencionó anteriormente son los títulos más antiguos del Gobierno Federal; pertenecen a la familia de los bonos cupón cero, esto significa que son comercializados a descuento, no devengan intereses en el transcurso de su vida y liquidan su valor nominal en la fecha de vencimiento, de igual forma su objetivo es financiar al Gobierno Federal.

Valor Nominal: 10 pesos

Plazo: Se pueden emitir a cualquier plazo siempre y cuando su fecha de vencimiento coincida con un jueves o la fecha que sustituya a este en caso de que fuera inhábil. Se han realizado emisiones a plazos mínimos de 7 días y a plazos máximos de 728 días. En la actualidad los CETES se emiten y colocan a plazos de 28 y 91 días, y a plazos cercanos a los seis meses y un año.

Pago de intereses: Los títulos no devengan intereses ya que son de la familia de los bonos cupón cero, sin embargo la tasa de interés del título está implícita en la relación que existe entre el plazo, el precio de adquisición, el valor nominal y el vencimiento.

Clave de identificación: Esta compuesta por ocho caracteres, el primero para identificar el título ("B"), el segundo un espacio en blanco, y los seis restantes

para indicar su fecha de vencimiento (año, mes, día) por lo que el formato de identificación es el siguiente *B aammdd*.

Valuación de los CETES

El precio de un CETE se puede calcular a partir de su tasa de descuento o de su tasa de rendimiento.

A partir de la tasa de rendimiento, el precio de un CETE se puede calcular utilizando la siguiente fórmula:

$$P = \frac{VN}{1 + \frac{rt}{360}}$$

Dónde:

P = Precio del CETE (redondeado a 7 decimales)

VN = Valor nominal del título en pesos

r = Tasa de rendimiento anual

t = Plazo en días del CETE

Como se puede observar un papel a descuento sin cupones es traído a valor presente a partir de la tasa de descuento ofrecida, en el caso de un CETE se adquirirá a un valor menor a su valor nominal y al vencimiento el gobierno federal pagará su valor nominal.

El cálculo a partir de la tasa de descuento se puede obtener claramente al sustituir la tasa de rendimiento (*r*) por su igualdad con la tasa de descuento (*d*) como fue mostrado en la sección anterior, fórmulas 1.1 y 1.2. Por lo que obtendremos:

$$P = VN \left(1 - \frac{bt}{360} \right)$$

Ejemplo

Se compra un Cete con una tasa de descuento del 18% nominal anual a 28 días,

¿A qué precio se compró el Cete?

Valor Nominal = 10 pesos

Calculando a partir de la fórmula de la tasa de descuento obtenemos:

$$P = 10 \left(1 - \frac{(.18)(28)}{360} \right) = 9.86$$

Obteniendo la tasa de rendimiento obtendremos:

$$r = \frac{.18}{1 - \frac{(.18)(28)}{360}} \approx .1826$$

Y calculando a partir de la tasa de rendimiento obtendremos:

$$P = \frac{10}{1 + \frac{(.1826)(28)}{360}} = 9.8599666$$

Es importante señalar que es convención del mercado redondear a diezmilésimas las tasas de rendimiento y descuento, esto origina que el precio del Cete difiera del cálculo a partir de la tasa de descuento y de la de rendimiento.

Las fórmulas que se mostraron anteriormente aplicarán de igual forma para los instrumentos restantes.

Cabe mencionar que los instrumentos sin embargo varían en su valor nominal, y en su emisor; a continuación mencionaremos las características principales de los instrumentos restantes.

Pagaré con rendimiento liquidable al vencimiento (PRLV)

La primera emisión de PRLV fue el 25 de octubre de 1983, son títulos de crédito suscritos por las instituciones crediticias, no devengan intereses en el transcurso de su vida y liquidan su valor nominal en la fecha de vencimiento, son denominados en pesos o en udis.

Su objetivo es el financiamiento a corto plazo o la captación bancaria.

Valor nominal: 1 peso.

Plazo: Acordado por la parte y la contraparte de la operación siempre y cuando sea mayor a un día.

Papel Comercial

La primera emisión de Papel comercial fue realizada en septiembre de 1980, son pagarés negociables en el mercado de valores, suscritos sin garantía sobre los activos de la empresa emisora, no devengan intereses en el transcurso de su vida y liquidan su valor nominal en la fecha de vencimiento, son denominados en pesos.

Su objetivo es el financiamiento del capital de trabajo.

Valor nominal: 100 pesos.

Plazo: No podrán ser emitidos a más de 360 días hábiles.

Aceptaciones Bancarias (ABS)

La primer emisión de ABS fue el 23 de enero de 1981 de forma privada, en marzo de 1984 son autorizadas por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público para que estos instrumentos puedan ser cotizados en la bolsa, son letras de crédito

giradas por empresas establecidas en el país a su propia orden, deberán de ser aceptadas por una institución crediticia en base a la línea de crédito estipulada para la empresa emisora. No devengan intereses en el transcurso de su vida y liquidan su valor nominal en la fecha de vencimiento, son denominados en pesos. Su objetivo tradicionalmente fue el financiamiento de bienes en tránsito, sin embargo también han sido utilizadas para el financiamiento de capital de trabajo. Valor nominal: 1 peso y 100 pesos.

Plazo: Podrán emitirse a plazos mayores a un día sin límite de plazo.

Bonos con pago de cupón

Bondes

Los Bondes (Bonos de Desarrollo) son emitidos por el gobierno mexicano, son instrumentos a largo plazo. Aún teniendo duraciones mayores a un año son comercializados en el Mercado de Dinero debido a que tiene pago de intereses cada 28, 91 ó 182 días, de igual forma no todas las emisiones tienen duraciones mayores a un año. Son ofrecidos al público mediante una subasta similar a la de los Cetes, pagan intereses sobre su valor nominal aún considerando su emisión a descuento, este factor hace que los Bondes sean para los inversionistas de mayor interés que los Cetes.

Claro está que el riesgo de necesitar liquidez es compensado con la prima o premio que se ofrece adicional al valor de descuento del título, ya que al requerir una venta anticipada del papel se podría incurrir en una pérdida.

BONDEST

Son bonos emitidos por el gobierno federal mexicano y tienen pago de interés trimestral. Están dentro de la familia de los valores gubernamentales a tasa flotante, esto significa que pagan interés en periodos predeterminados y revisan su tasa de interés en cada uno de esos periodos.

Valor Nominal: 100 pesos.

Plazo: Se pueden emitir a cualquier plazo siempre y cuando este sea un múltiplo de 91, hasta ahora las emisiones se han emitido a plazo de 3 años, 1092 días.

Pago de interés: Los títulos devengan interés cada 91 días en pesos o bien la fecha que sustituya en días inhábiles.

Tasa de interés : Para el caso de los BONDEST, la tasa de interés es la tasa de rendimiento de los Cetes, en subasta primaria, emitidos al plazo de 91 días o al que sustituya en caso de día inhábil, correspondiente a la semana en que empiezan a devengarse los intereses. En aquellos casos que no se realice colocación de Cetes a dicho plazo, será necesario tomar la tasa de los Cetes colocados en el mercado primario al plazo más cercano a tres meses y llevarla a curva de 91 días.

Pago de interés

Los intereses se calculan considerando los días efectivos transcurridos entre las fechas de pago de los mismos, tomando como base años de 360 días, y se liquidan al finalizar cada uno de los periodos de interés.

$$I_j = VN \frac{N_j TC_j}{360}$$

Donde:

I_j	=	Interés por pagar al final del periodo J
TC_j	=	Tasa de interés anual del cupón J
VN	=	Valor nominal del título en pesos
N_j	=	Plazo en días del cupón J

De igual forma que los Cetes los BondesT en su clave de identificación está compuesta por ocho caracteres, los primeros dos identifican el título ("LT") y los seis restantes para indicar su fecha de vencimiento con lo que tenemos el formato siguiente: *LTaammdd*.

Valuación de los BondesT

Su fórmula general se presenta a continuación:

$$P = \sum_{j=1}^K (C_j F_j) + (F_K VN) - \left(C_1 \frac{d}{N_1} \right) \dots \quad (1)$$

Donde:

P	=	Precio limpio del BONDE (redondeado a 5 decimales)
K	=	Número de cupones por liquidar, incluyendo el vigente
VN	=	Valor nominal del título en pesos
N_j	=	Plazo en días del cupón j
C_j	=	Cupón j , el cual se obtiene de la siguiente manera:

$$C_j = VN \frac{N_j TC_j}{360}$$

Donde:

TC_j	=	Tasa de interés anual que paga el cupón j
F_j	=	Factor de descuento para el flujo de efectivo j . Se obtiene con la siguiente fórmula:

$$F_j = \frac{1}{(1 + R_j)^{j \cdot \frac{d}{N_j}}}$$

Donde:

R_j = Tasa interna de retorno esperada para el cupón j

$$R_j = (r_j + s_j) \frac{N_j}{360}$$

Donde:

r_j = Tasa de interés relevante para descontar el cupón j

s_j = Sobretasa asociada al cupón j .

UDIBONOS

Los udibonos son bonos emitidos por el gobierno federal que están denominados en unidades de inversión fueron creados en 1996 y son instrumentos que protegen al inversionista de cambios inesperados en la inflación. Su colocación es a mediano y largo plazo, pagan intereses cada seis meses en función de una tasa de interés real fija que se determina en la fecha de emisión del título.

Valor nominal: 100 UDIS (cien unidades de inversión).

Plazo: Las emisiones pueden ser realizadas en cualquier plazo siempre y cuando sean múltiplos de 182 días.

Periodo de interés: Los títulos devengan intereses en pesos cada seis meses. Estos es, cada 182 días o el plazo equivalente en caso de días inhábiles.

Tasa de interés: La tasa de interés es fija y es determinada por el Gobierno Federal.

Pago de interés: Los intereses son calculados considerando los días efectivos transcurridos entre las fechas de pago de los mismos, tomando como base años

comerciales (360 días) y se liquidan al finalizar cada uno de los periodos de interés.

$$I_J = VN \frac{N_J TC}{360}$$

Donde:

I_J	=	Interés por pagar al final del periodo J
TC	=	Tasa de interés anual del cupón J
VN	=	Valor nominal del título en pesos
N_J	=	Plazo en días del cupón J

El gobierno federal podrá realizar subastas de series que han sido emitidas anteriormente a la fecha de colocación. En estos casos las subastas son realizadas a precio limpio es decir sin interés devengado, por lo que para dichas colocaciones las liquidaciones serán el precio de asignación resultante en la subasta más los intereses devengados del cupón vigente de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$I_{dev} = VN \frac{dTC}{360}$$

Donde:

I_{dev}	=	Intereses devengados durante le periodo J (redondeado a 12 decimales y en unidades de inversión.)
d	=	Días transcurridos entre la fecha de emisión o último pago de intereses ($J - 1$), según corresponda y la fecha de valuación

Conversión a Moneda Nacional

Para efectos de la colocación, pago de interés y amortización, la conversión a moneda nacional se realiza al valor de la UDI vigente el día en que se hacen las liquidaciones correspondientes.

Su fórmula general se presenta a continuación:

$$P = \sum_{j=1}^K (C_j F_j) + (F_K VN) - \left(C_1 \frac{d}{N_1} \right) \dots \quad (1)$$

Donde:

- P = Precio limpio del BONO (redondeado a 5 decimales)
- K = Número de cupones por liquidar, incluyendo el vigente
- VN = Valor nominal del título
- N_j = Plazo en días del cupón j
- C_j = Cupón j , el cual se obtiene de la siguiente manera:

$$C_j = VN \frac{N_j TC}{360}$$

Donde:

- TC = Tasa de interés anual que paga el cupón j
- F_j = Factor de descuento para el flujo de efectivo j . Se obtiene con la siguiente fórmula:

$$F_j = \frac{1}{\left(1 + r_j \frac{N_j}{360}\right)^{j \frac{d}{N_1}}}$$

BONOS

Los bonos son títulos emitidos por el gobierno federal con tasa de interés fija. Son emitidos y colocados a plazos mayores a un año, su pago de interés es semestral y a diferencia de los BONDES, la tasa de interés se determina en la emisión del instrumento y se mantiene fija a lo largo de toda la vida del título.

Valor Nominal: 100 pesos.

Plazo: Se podrán emitir a cualquier plazo siempre y cuando sea un múltiplo de 182 días.

Período de interés: Los títulos devengan intereses en pesos cada semestre. Esto es cada 182 días o el plazo equivalente en caso de existir días inhábiles.

Tasa de interés: La tasa de interés es fijada por el Gobierno Federal en la emisión de la serie y es dada a conocer la público inversionista en la convocatoria de la subasta de valores gubernamentales.

Pago de interés:

Los intereses se calculan considerando los días efectivos transcurridos entre las fechas de pago de los mismos, tomando como base años de 360 días, y se liquidan al finalizar cada uno de los períodos de interés.

$$I_J = VN \frac{N_J TC}{360}$$

Donde:

I_J	=	Interés por pagar al final del periodo J
TC	=	Tasa de interés anual del cupón J
VN	=	Valor nominal del título en pesos
N_J	=	Plazo en días del cupón J

El gobierno federal podrá realizar subastas de series que han sido emitidas anteriormente a la fecha de colocación. En estos casos las subastas son realizadas a precio limpio es decir sin interés devengado, por lo que para dichas colocaciones las liquidaciones serán el precio de asignación resultante en la subasta más los intereses devengados del cupón vigente de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$I_{dev} = VN \frac{dTTC}{360}$$

Donde:

- I_{dev} = Intereses devengados durante el periodo J (redondeado a 12 decimales y en unidades de inversión.)
 d = Días transcurridos entre la fecha de emisión o último pago de intereses ($J - 1$), según corresponda y la fecha de valuación

Su fórmula general se presenta a continuación:

$$P = \sum_{j=1}^K (C_j F_j) + (F_K VN) - \left(C_1 \frac{d}{N_1} \right) \dots (1)$$

Donde:

- P = Precio limpio del BONO (redondeado a 5 decimales)
 K = Número de cupones por liquidar, incluyendo el vigente
 VN = Valor nominal del título
 N_j = Plazo en días del cupón j
 C_j = Cupón j , el cual se obtiene de la siguiente manera:

$$C_j = VN \frac{N_j TC}{360}$$

Donde:

- TC = Tasa de interés anual que paga el cupón j
 F_j = Factor de descuento para el flujo de efectivo j . Se obtiene con la siguiente fórmula:

$$F_j = \frac{1}{\left(1 + r_j \frac{N_j}{360}\right)^{j - \frac{d}{N_1}}}$$

IPABONOS

Son títulos emitidos por el Instituto para la Protección al Ahorro Bancario (IPAB) y su agente financiero es el Banco de México. Estos títulos tienen como objetivo el de canjear o refinanciar obligaciones financieras a fin de hacer frente a sus obligaciones de pago, otorgar liquidez a sus títulos y en general, mejorar los términos y condiciones de sus obligaciones financieras.

Valor Nominal: 100 pesos

Plazo: Se pueden emitir en cualquier plazo siempre y cuando sean múltiplos de 28 días.

Período de interés: Los períodos deberán ser iguales al plazo de los Certificados de la Tesorería de la Federación (CETES), a un mes de plazo, que se emitan al inicio de cada período. Los títulos devengan intereses en pesos.

Tasa de interés. Para cada período de interés la tasa que pagan estos títulos será la mayor de las dos que se indican a continuación:

- a) La tasa anual de rendimiento, equivalente a la de descuento, de CETES a un mes de plazo, en colocación primaria, emitidos en la fecha de inicio de cada Período de Interés. Por CETES a un mes de plazo, se entenderán a los emitidos a 28 días o al plazo que sustituye a este en caso de días inhábiles.
- b) La tasa bruta de interés anual más representativa que el Banco de México de a conocer, para pagarés con rendimiento liquidable al vencimiento para personas morales, al mismo plazo que el de los CETES a un mes, o, en su defecto, al más cercano a dicho plazo, susceptibles de ser emitidos por la

banca múltiple en la fecha de inicio de cada Período de Interés. En su caso, esta tasa se llevará al plazo de los CETES a un mes que corresponda considerar para el período que se trate.

Pago de interés:

Los intereses se calculan considerando los días efectivos transcurridos entre las fechas de pago de los mismos, tomando como base años comerciales y se liquidan al finalizar cada uno de los períodos de interés.

$$I_J = VN \frac{N_J TC_J}{360}$$

Donde:

I_J	=	Interés por pagar al final del periodo J
TC_J	=	Tasa de interés anual del cupón J
VN	=	Valor nominal del título en pesos
N_J	=	Plazo en días del cupón J

El Instituto para la Protección del Ahorro Bancario podrá realizar subastas de series que han sido emitidas anteriormente a la fecha de colocación. En estos casos las subastas son realizadas a precio limpio es decir sin interés devengado, por lo que para dichas colocaciones las liquidaciones serán el precio de asignación resultante en la subasta más los intereses devengados del cupón vigente de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$I_{dev} = VN \frac{dTC_J}{360}$$

Donde:

I_{dev}	=	Intereses devengados durante le periodo J (redondeado a 12 decimales y en unidades de inversión.)
-----------	---	---

d = Días transcurridos entre la fecha de emisión o último pago de intereses ($J - I$), según corresponda y la fecha de valuación.

Valuación:

Su fórmula general se presenta a continuación:

$$P = \sum_{j=1}^K (C_j F_j) + (F_K VN) - \left(C_1 \frac{d}{N_1} \right) \dots (1)$$

Donde:

P = Precio limpio del BONDE (redondeado a 5 decimales)
 K = Número de cupones por liquidar, incluyendo el vigente
 VN = Valor nominal del título en pesos
 N_j = Plazo en días del cupón j
 C_j = Cupón j , el cual se obtiene de la siguiente manera:

$$C_j = VN \frac{N_j TC_j}{360}$$

Donde:

TC_j = Tasa de interés anual que paga el cupón j
 F_j = Factor de descuento para el flujo de efectivo j . Se obtiene con la siguiente fórmula:

$$F_j = \frac{1}{(1 + R_j)^{j \frac{d}{N_j}}}$$

Donde:

R_j = Tasa interna de retorno esperada para el cupón j

$$R_j = (r_j + s_j) \frac{N_j}{360}$$

Donde:

r_j = Tasa de interés relevante para descontar el cupón j
 s_j = Sobretasa asociada al cupón j .

BREMS

Son títulos emitidos por el Banco de México, su propósito es regular la liquidez en el mercado de dinero y facilitar con ello la conducción de la política monetaria.

Valor Nominal: 100 pesos.

Plazo: Podrán ser emitidos a cualquier plazo.

Períodos de intereses: Comenzarán a partir de la fecha de emisión de los BREMS.

Estos períodos podrán ser de 27, 28 o 29 días, de tal manera que su fecha de vencimiento coincida con un día jueves. En caso de días inhábiles, dicho plazo se ajustará al día hábil anterior o posterior más cercano, dando en caso de igualdad preferencia al día anterior.

Tasa de interés:

Para cada período de interés, se aplicará la tasa que resulte de la fórmula siguiente, expresada en por ciento con redondeo a dos decimales:

$$\left[\prod_{i=1}^N \left(1 + \frac{r_i}{360} \right) - 1 \right] \frac{360}{N}$$

Donde:

- N = Número de días naturales transcurridos entre la fecha de emisión del título o el último pago de intereses y la siguiente fecha de pago de intereses.
- i = Se refiere a cada uno de los días naturales entre la fecha de emisión del título o el último pago de intereses y la siguiente fecha de pago de intereses, tomará valores de 1 hasta K .
- r_i = Tasa conocida en el mercado como "Tasa ponderada de fondeo de títulos bancarios" a la cual las instituciones realizan operaciones de compra venta y reporto a plazo de un día hábil con títulos bancarios, calculada y dada a conocer el día i por el Banco de México todos los días. En

caso de día inhábil se utilizará la tasa que se dio a conocer el día hábil inmediato anterior.

Cálculo de intereses:

Los intereses se calcularán de acuerdo a la fórmula siguiente:

$$\frac{\text{Valor Nominal} * \text{Tasa de interés} * N}{360}$$

Forma de colocación:

Los títulos se colocarán mediante subasta. En todo caso las posturas que se presenten deberán indicar el precio limpio que el postor esté dispuesto a pagar. Por consiguiente, la liquidación de los BREMS deberá realizarse sumando al precio unitario asignado, los intereses devengados no pagados, desde la fecha de su emisión o último pago de intereses según corresponda, hasta la fecha de liquidación, de acuerdo a la fórmula siguiente:

$$\text{IntDev} = \text{VN} * R_{dev} \frac{N}{360}$$

Donde:

IntDev	=	Intereses devengados en pesos
VN	=	Valor Nominal
N	=	Número de días naturales transcurridos entre la fecha de emisión del título o el último pago de intereses y la fecha de colocación.
R_{dev}	=	Tasa de interés anual devengada, la cual se calcula de acuerdo a la siguiente fórmula, expresada en por ciento con redondeo a dos decimales:

$$R_{dev} = \left\{ \prod_{i=1}^N \left(1 + \frac{r_i}{360} \right) - 1 \right\} \frac{360}{N}$$

Donde:

- i = Se refiere a cada uno de los días naturales entre la fecha de emisión del título o el último pago de intereses y la siguiente fecha de pago de intereses, tomará valores de 1 hasta K .
- r_i = Tasa conocida en el mercado como “Tasa ponderada de fondeo de títulos bancarios” a la cual las instituciones realizan operaciones de compra venta y reporto a plazo de un día hábil con títulos bancarios, calculada y dada a conocer el día i por el Banco de México todos los días. En caso de día inhábil se utilizará la tasa que se dio a conocer el día inhábil anterior.

Determinación del precio de los Brems:

A continuación se presenta la fórmula para calcular tanto el precio limpio y el precio sucio de los Bonos. Para la obtención de la expresión se realizaron varios supuestos que se harán evidentes al observar las definiciones de las variables utilizadas. Además, se recurre al concepto de “sobretasa”, que actualmente se emplea para la concertación y valuación de otros títulos con tasa flotante.

Una expresión para la obtención del precio limpio es:

$$\text{Precio Limpio} = \frac{1}{(1+f)^{\frac{N}{28}}} \left\{ C_1 + \sum_{j=2}^k \frac{C}{(1+f)^{j-1}} + \frac{VN}{(1+f)^{k-1}} \right\} - \text{IntDev}$$

$$\text{Precio Limpio} = \left\{ \frac{C_1 + C \left[\frac{1}{f} - \frac{1}{f(1+f)^{k-1}} \right] + \frac{VN}{(1+f)^{k-1}}}{(1+f)^{\frac{N}{28}}} \right\} - \text{IntDev}$$

Donde:

VN = Valor Nominal del Bono.

- N = Número de días naturales transcurridos entre la fecha de emisión del título o el último pago de intereses y la fecha de valuación.
- K = Número de pagos de intereses por realizar incluyendo el actual.
- $IntDev$ = Intereses devengados al día de la valuación:

$$IntDev = VN * R_{dev} \frac{N}{360}$$

Donde:

- R_{dev} = Tasa anual devengada hasta el día N , expresada en por ciento con redondeo a dos decimales:

$$R_{dev} = \left\{ \prod_{i=1}^N \left(1 + \frac{r_i}{360} \right) - 1 \right\} \frac{360}{N}$$

- i = Se refiere a cada uno de los días naturales entre la fecha de emisión del título o el último pago de intereses y la fecha de valuación, tomará valores de 1 hasta N .
- r_i = Tasa conocida en el mercado como "Tasa ponderada de fondeo de títulos bancarios" a la cual las instituciones realizan operaciones de compra venta y reporto a plazo de un día hábil con títulos bancarios, calculada y dada a conocer el día i por el Banco de México todos los días. En caso de día inhábil se utilizará la tasa que se dio a conocer el día inhábil anterior.

- C_1 = Monto esperado del pago de intereses actual:

$$C_1 = VN * R_1 \frac{28}{360}$$

Donde:

- R_1 = Tasa anual esperada para el siguiente pago de intereses, expresada en por ciento con redondeo a dos decimales:

$$R_1 = \left[\left(1 + R_{dev} \frac{N}{360} \right) \left(1 + \frac{r}{360} \right)^{28-N} - 1 \right] \frac{360}{28}$$

Donde:

r = "Tasa ponderada de fondeo bancario" publicada el día hábil anterior de la fecha de valuación.

C = Monto esperado para los pagos de intereses 2, ..., k:

$$C = VN * R \frac{28}{360}$$

Donde:

R = Tasa anual esperada para los pagos de intereses 2, ..., k, expresada en por ciento con redondeo a dos decimales:

$$R = \left[\left(1 + \frac{r}{360} \right)^{28} - 1 \right] \frac{360}{28}$$

f = Tasa de interés efectiva para descontar los flujos, expresada en por ciento con redondeo a dos decimales, la cual se obtiene de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$f = \left[\left(1 + \frac{r+s}{360} \right)^{28} - 1 \right]$$

Donde:

s = Sobretasa

Precisión de cálculos:

Todos los cálculos serán realizados con 6 o más decimales de precisión.

Capítulo V

Macros

5.1 Introducción a las Macros

Las macros forman una importante herramienta para los usuarios que estén familiarizados con hojas de Excel, básicamente por dos razones: son una excelente manera para controlar cálculos repetitivos y son de gran ayuda para usuarios finales los cuales posiblemente no estén familiarizados con el uso de hojas de cálculo. Los modelos de hojas de cálculo son mucho más robustos si se remplazan secuencias complicadas de cálculo por entradas a funciones.

El lenguaje de programación usado en Excel es llamado Visual Basic para Aplicaciones (VBA). La palabra Basic obviamente proviene del Basic antiguo por lo que las sentencias y el lenguaje reservado en su mayoría continúa siendo el mismo, VBA tiende a ser poco eficaz para tareas las cuales impliquen un gran volumen de computaciones, sin embargo el trabajar tanto con Excel, así como VBA suele llegar a ser más explicativo que contar con un software especializado, aun sacrificando el desempeño en las hojas de cálculo.

Para los usuarios que no están familiarizados con el uso de Macros, existe un grabador de pasos en Excel, mismo que transforma una secuencia de pasos introducida por el usuario en código de VBA. Es posible utilizar esta herramienta y no involucrarse directamente en la creación de código, sin embargo esta utilería no es lo suficientemente poderosa como para generar iteraciones o secuencias complejas.

Es importante saber la diferencia entre subrutinas y funciones. Mientras que ambas son diferentes, la principal razón de una función es el regresar valores. A

diferencia las subrutinas típicas no aceptan entradas, pero pueden contener secuencias de comandos de la hoja de cálculo (podrán utilizar valores de celdas en la hoja de cálculo, y cambiar valores en celdas específicas). En contraste, las funciones pueden aceptar valores de ingreso (o argumentos), contienen una serie predominante de cálculos separados de la hoja de cálculo, y regresan un valor único (o un arreglo único). Sin embargo tanto para funciones como para subrutinas, la hoja de cálculo es la primera herramienta de desarrollo.

Conociendo las ventajas que ofrecen tanto las hojas de cálculo como el uso de macros, se utilizarán ambas herramientas para implementar el cálculo tanto de flujos de bonos, como la creación del algoritmo para resolver, mediante el método de la secante la búsqueda de la tasa a partir del precio.

5.2 Aspectos de la programación orientada a objetos de VBA

Es necesario el conocer algunos conceptos para entender la manera en que VBA maneja los objetos. Cada objeto de Excel representa una característica o una pieza de funcionalidad en Excel, por ejemplo: libros, hojas, rangos, gráficas, escenarios, etc. son todos objetos de Excel como Excel mismo (el objeto de aplicación). Se programa en VBA para manipular las propiedades y aplicar métodos a objetos de Excel.

Para comprender los objetos y el entorno de VBA, daremos cuatro principios que intentarán explicar la funcionalidad de ambos.

El primer principio es que los objetos vienen en colecciones (o conjuntos). Por ejemplo la colección de libros consiste de todos los libros abiertos, de manera

similar la colección de hojas es aquella que consta de las hojas que se encuentran en un libro, la colección de escenarios (todos los escenarios asociados con una hoja en particular), la colección de gráficas (todas las gráficas dentro de una hoja), etc. Sin embargo, algunos objetos vienen de una manera singular, por ejemplo, Excel tiene nada más un objeto "Application", y por cada celda dentro de una hoja existe solamente un objeto Font (letra) aunque este objeto tenga diversas propiedades tales como nombre, tamaño etc. Estos son objetos singulares que son referidos directamente en el código, por ejemplo "Application" o "Font". Para el caso de objetos individuales de una colección estos serán referidos por un índice ya sea numérico o por nombre, por ejemplo "Workbooks(1)" o "Sheets("Valores")". El objeto Range (Rango) es por definición un objeto singular, pero hay que notar que es referenciado de manera similar a aquellos de colección, ya sea por nombre o por dirección, por ejemplo "Range("data")." o "Range("A1:B250")."

El segundo principio es que los objetos vienen organizados por jerarquía. La siguiente secuencia ilustra la jerarquía de objetos de Excel. Muestra como la celda A1 de la hoja "Valores" del libro "Modelos.xls" es referenciada por la posición en la jerarquía:

```
Application.Workbooks("Modelos.xls").Sheets("Valores").Range("A1")
```

No es necesario utilizar toda la jerarquía, mientras que la identificación de la celda (en este caso A1) se única. Si el libro "Modelos.xls" es el libro activo cuando el

código de VBA es ejecutado, entonces `Sheets("Valores").Range("A1")` será adecuado, o referenciar el libro activo explícitamente:

```
ActiveWorkbook.Sheets("Valores").Range("A1")
```

De manera similar si el libro "Modelos.xls" es el único libro abierto y "Valores" es la hoja actual activa, entonces `ActiveSheet.Range("A1")` es adecuado y más simple de escribir.

El tercer principio es que los objetos tienen propiedades. Las propiedades son los atributos de un objeto, los valores o configuración que describen el mismo. VBA puede ser utilizado para configurar una propiedad o para tener una configuración apropiada. Los valores de propiedad son usualmente números, texto, Verdadero o Falso, etc. Se pueden controlar los objetos de Excel al utilizar el VBA para cambiar sus propiedades, por ejemplo:

```
Application.ScreenUpdating = False
```

Esta línea de comando hará que durante la ejecución de una macro se deshabilite la captura en pantalla. "ScreenUpdating" es una propiedad del objeto "Application", que toma valores de Falso y Verdadero

Otros ejemplos son:

```
Range("A1").Value = 400
```

```
Range("A1").Name = "Precio"
```

Esté código le dará a la celda A1 el valor de 400 y le asignará por nombre "Precio".

El último principio es que los objetos tienen métodos. Los métodos son un conjunto de actividades predefinidas que el objeto puede contener o puede aplicarse a si mismo. Por ejemplo:

Range("A1:B10").Select	Selecciona el rango de celdas A1:B10
Range("A1:B10").Copy	Copia el rango de celdas A1:B10
Range("C1:D10").PasteSpecial	Copia los valores anteriores en C1:D10

En estos ejemplos los objetos son instancias del objeto "Range" mientras que "Copy", "Select" y "PasteSpecial" son métodos que actúan en el objeto. Tanto las hojas y los libros también tienen métodos por ejemplo:

Workbooks("Modelos.xls").Activate	Activa el libro "Modelos.xls"
Sheets("Datos").Delete	Borra la hoja "Datos"

5.3 Comandos comúnmente utilizados

Algunos comandos comunes son los siguientes:

Trasladarse a una Celda:	<i>Range("A1").Select</i>
Dar un valor a una Celda:	<i>Range("A1").Value</i>
Letra Negrita:	<i>Selection.Font.Bold = True</i>
Letra Cursiva:	<i>Selection.Font.Italic = True</i>
Letra Subrayada:	<i>Selection.Font.Underline = xlUnderlineStyleSingle</i>
Centrar Texto:	<i>With Selection</i> <i>.HorizontalAlignment = xlCenter</i> <i>End With</i>
Alinear a la izquierda:	<i>With Selection</i>

.HorizontalAlignment = xlLeft

End With

Alinear a la Derecha: *With Selection*

.HorizontalAlignment = xlRight

End With

Tipo de Letra: *With Selection.Font*

.Name = "AGaramond"

End With

Tamaño de Letra: *With Selection.Font*

.Size = 15

End With

Copiar: *Selection.Copy*

Pegar: *ActiveSheet.Paste*

Cortar: *Selection.Cut*

Insertar Fila: *Selection.EntireRow.Insert*

Eliminar Fila: *Selection.EntireRow.Delete*

Insertar Columna: *Selection.EntireColumn.Insert*

Eliminar Columna: *Selection.EntireColumn.Delete*

5.4 Generación del método de la secante utilizando VBA

Para genera los cálculos del Bono a partir del método de la secante se desarrolló el siguiente código, la secciones en letra cursiva son los comentarios de que se realizan en cada sección.

```
Sub Métodos()  
,  
  
' Métodos Macro  
' Macro grabada el 11/04/2005 por Alex Monroy  
' Obtiene la tasa de un Bono a partir de un precio utilizando el método de la  
' Secante  
  
,  
  
' Se inicializan los valores contenidos en las hojas Tasa_up y Tasa_Down  
Sheets("Tasa_up").Activate  
Range("A2:C500").Value = ""  
Sheets("Tasa_down").Activate  
Range("A2:C500").Value = ""  
Sheets("Valores").Activate  
  
' Se asignan los valores que se capturan en la pantalla de Valores  
ITERA = Range("c16").Value  
ERROR_TOLERADO = Range("c15").Value  
ULTIMO_CUPON = Range("c11").Value  
CUPON_TEORICO = Range("c5").Value  
PLAZO_CUPON = Range("c5").Value - Range("c12").Value  
DIAS_CORRIDOS = Range("c10").Value  
DIAS_VENCIMIENTO = Range("c9").Value  
  
' Se generan los cupones para calcular los flujos en la hoja Tasa_up  
For I = 1 To ULTIMO_CUPON  
    Sheets("Tasa_up").Activate  
    Calculate
```

```

Cells(I + 1, 1).Value = I
If I = 1 Then
    Cells(I + 1, 2).Value = PLAZO_CUPON
    Cells(I + 1, 3).Value = Cells(I + 1, 2).Value - DIAS_CORRIDOS
    PLAZO_ACTUAL = Cells(I + 1, 3).Value
Else
    Cells(I + 1, 2).Value = CUPON_TEORICO
    Cells(I + 1, 3).Value = Cells(I + 1, 2).Value + PLAZO_ACTUAL
    PLAZO_ACTUAL = Cells(I + 1, 3).Value
End If
Next I
' Se revisa que el cálculo de días al vencimiento del último cupón coincida con el
' dato capturado en la hoja de valores
If Cells(ULTIMO_CUPON + 1, 3).Value <> DIAS_VENCIMIENTO Then
    MsgBox "Días al vencimiento y último flujo no coinciden"
    Cells(ULTIMO_CUPON + 1, 3).Select
End If
' Se generan los cupones para calcular los flujos en la hoja Tasa_Down
For J = 1 To ULTIMO_CUPON
    Sheets("Tasa_down").Activate
    Calculate
    Cells(J + 1, 1).Value = J
    If J = 1 Then
        Cells(J + 1, 2).Value = PLAZO_CUPON
        Cells(J + 1, 3).Value = Cells(J + 1, 2).Value - DIAS_CORRIDOS
        PLAZO_ACTUAL = Cells(J + 1, 3).Value
    Else
        Cells(J + 1, 2).Value = CUPON_TEORICO
        Cells(J + 1, 3).Value = Cells(J + 1, 2).Value + PLAZO_ACTUAL
        PLAZO_ACTUAL = Cells(J + 1, 3).Value
    End If
Next J
' Se revisa que el cálculo de días al vencimiento del último cupón coincida con el
' dato capturado en la hoja de valores

```

```

If Cells(ULTIMO_CUPON + 1, 3).Value <> DIAS_VENCIMIENTO Then
    MsgBox "Días al vencimiento y último flujo no coinciden"
    Cells(ULTIMO_CUPON + 1, 3).Select
End If

' Se generan los cupones para calcular los flujos en la hoja Bono_Tasa
For A = 1 To ULTIMO_CUPON
    Sheets("Bono_Tasa").Activate
    Calculate
    Cells(A + 1, 1).Value = A
    If A = 1 Then
        Cells(A + 1, 2).Value = PLAZO_CUPON
        Cells(A + 1, 3).Value = Cells(A + 1, 2).Value - DIAS_CORRIDOS
        PLAZO_ACTUAL = Cells(A + 1, 3).Value
    Else
        Cells(A + 1, 2).Value = CUPON_TEORICO
        Cells(A + 1, 3).Value = Cells(A + 1, 2).Value + PLAZO_ACTUAL
        PLAZO_ACTUAL = Cells(A + 1, 3).Value
    End If
Next A

' Se revisa que el cálculo de días al vencimiento del último cupón coincida con el
' dato capturado en la hoja de valores
If Cells(ULTIMO_CUPON + 1, 3).Value <> DIAS_VENCIMIENTO Then
    MsgBox "Días al vencimiento y último flujo no coinciden"
    Cells(ULTIMO_CUPON + 1, 3).Select
End If

' Se inicializan los valores de cota inferior y superior para realizar la primera
' iteración
BANDERA = False
Sheets("Valores").Activate
Range("H14").Value = Range("H10").Value
Range("I14").Value = Range("I10").Value

' Se inicializa el ciclo hasta que la bandera no sea verdadera
Do While BANDERA = False
    ' Se identifica el punto de inicio para realizar el ciclo

```

```

10
' Se inicializan las variables de precio
PRECIO_DOWN = 0
PRECIO_UP = 0
PRECIO_LAST = 0
' Se realiza la sumatoria de los flujos para las hojas Tasa_Up y Tasa_Down
For H = 1 To ULTIMO_CUPON
    PRECIO_DOWN = PRECIO_DOWN + Sheets("Tasa_Down").Cells(H + 1, 6).Value
    PRECIO_UP = PRECIO_UP + Sheets("Tasa_Up").Cells(H + 1, 6).Value
Next H
' Se resta del precio obtenido en la iteración, el precio deseado en la hoja.
' valores dado que no se está buscando un valor que haga cero la función de precio
PRECIO_DOWN = PRECIO_DOWN - Sheets("Valores").Range("C14").Value
PRECIO_UP = PRECIO_UP - Sheets("Valores").Range("C14").Value
' Se realiza el cálculo de la raíz
TASA_BUSCA = Sheets("Valores").Range("I14").Value - (PRECIO_UP *
(Sheets("Valores").Range("I14").Value - Sheets("Valores").Range("H14").Value) /
(PRECIO_UP - PRECIO_DOWN))
' Se asigna la raíz (tasa) y se realiza el cálculo del precio
Sheets("Valores").Range("C18").Value = TASA_BUSCA
' Se realiza la sumatoria de los flujos
For M = 1 To ULTIMO_CUPON
    PRECIO_LAST = PRECIO_LAST + Sheets("Bono_Tasa").Cells(M + 1, 6).Value
Next M
    Sheets("Valores").Range("C17").Value = PRECIO_LAST
' Se compara el valor obtenido con el valor esperado y se evalúa con el error
' tolerado, si se cumple la condición termina el ciclo de otra forma se asigna el
' nuevo intervalo
If Abs(Sheets("Valores").Range("C17").Value -
Sheets("Valores").Range("C14").Value) < Sheets("Valores").Range("C15").Value Then
    BANDERA = True
    Sheets("Valores").Range("D18").Value = "Raíz Encontrada"
    Sheets("Valores").Range("D19").Value = ""
GoTo 20

```

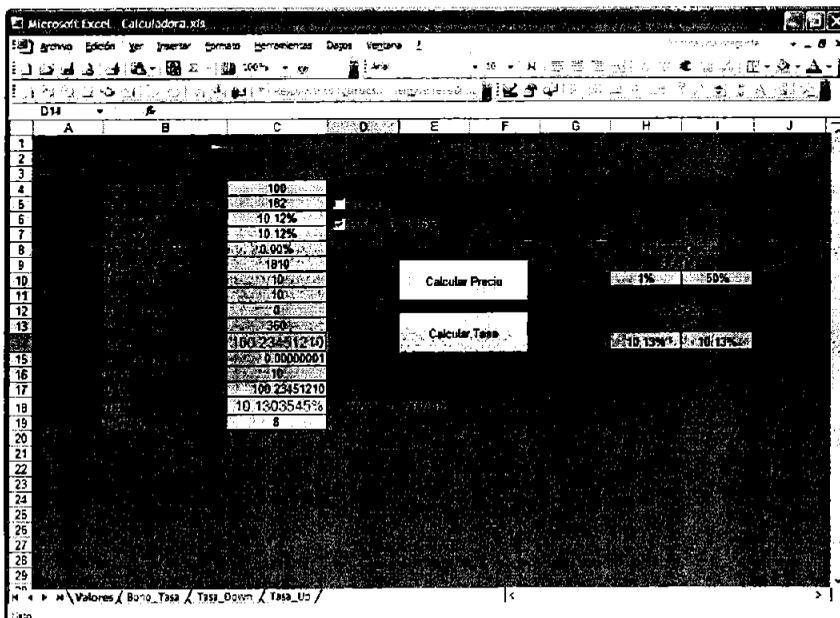
```

Else
    Sheets("Valores").Range("H14").Value = Sheets("Valores").Range("I14").Value
    Sheets("Valores").Range("I14").Value = Sheets("Valores").Range("C18").Value
    CONTADOR = CONTADOR + 1

    If CONTADOR = Sheets("Valores").Range("C16").Value Then
        BANDERA = True
        Sheets("Valores").Range("D18").Value = "Error no Satisfecho"
        Sheets("Valores").Range("D19").Value = "Aumentar iteración"
    Else
        GoTo 10
    End If
20 End If
Loop
Sheets("Valores").Range("C19").Value = CONTADOR
End Sub

```

La hoja de Excel generada se muestra a continuación:



Como se puede observar en esta imagen la hoja de Excel el método de la secante utiliza cuatro libros, en el primer libro (Valores) se capturan los datos del bono.

La hoja de Excel permite calcular tanto precios como tasas, dependiendo del cálculo requerido la hoja indica si falta algún dato por capturar.

El intervalo inicial es un campo modificable de acuerdo al criterio del usuario y dicho intervalo serán las primeras tasas que utilice el método de la secante para encontrar la raíz.

Los flujos obtenidos como resultado se pueden ver en el segundo libro (Bono – Tasa), la imagen siguiente muestra el detalle:

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Flujo	Dias Cupón	Dias Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente		
2	3	1	182	172	5.116222222	1.04833368	4.680337556	
3	4	2	182	354	5.116222222	1.10202364	4.642570314	
4	5	3	182	536	5.116222222	1.1584633	4.416386955	
5	6	4	182	718	5.116222222	1.2177935	4.201223119	
6	7	5	182	900	5.116222222	1.28016227	3.996541942	
7	8	6	182	1082	5.116222222	1.34572523	3.801832715	
8	9	7	182	1264	5.116222222	1.41464597	3.616609509	
9	10	8	182	1446	5.116222222	1.48709646	3.440410466	
10	11	9	182	1628	5.116222222	1.56325746	3.272795644	
11	12	10	182	1810	105.1162222	1.64331902	53.96580376	
12								
13								
14								

Los libros Tasa_Down y Tasa_Up son utilizados para las iteraciones del método de la secante, tal como se comenta en el código de la macro.

Ejemplo de cálculo:

Se desea calcular la tasa del siguiente bono:

Valor nominal: 100

Días al vencimiento: 1800

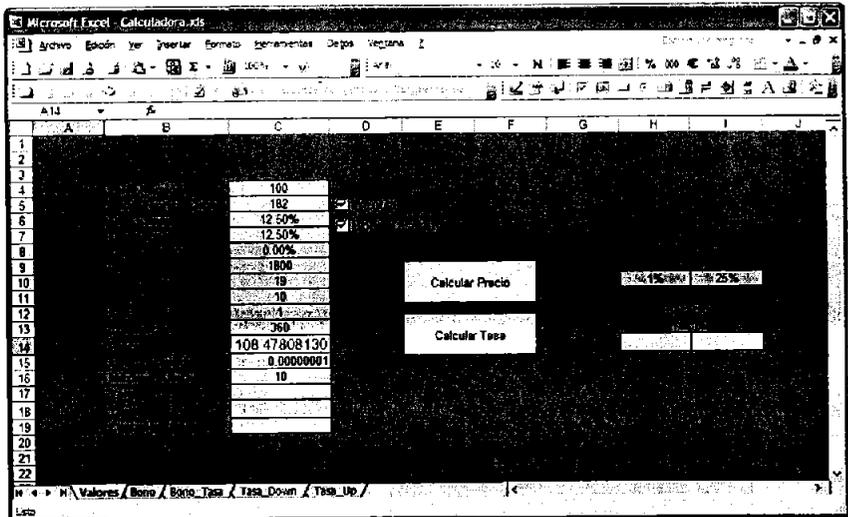
Cupón teórico: 182

Días transcurridos: 19

Tasa del cupón: 12.5% fija

Convención cálculo: 360 días por año

Precio deseado: 108.47280813

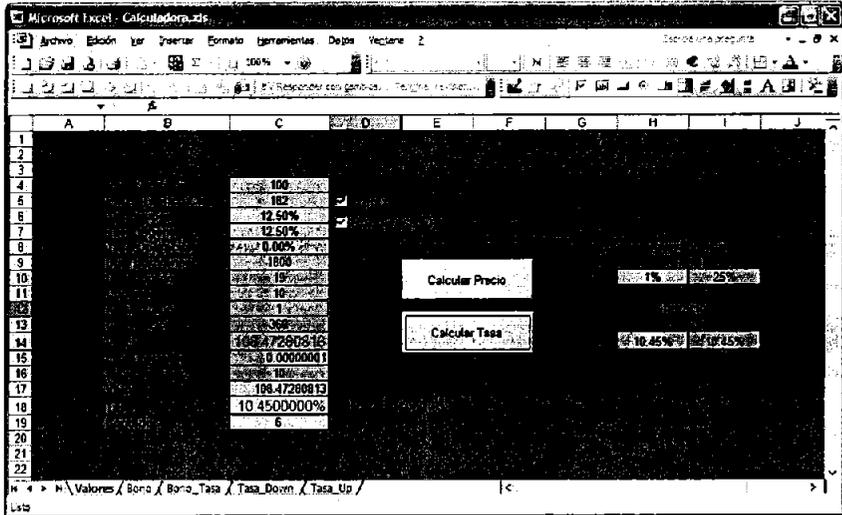


Intervalo inicial: [1%, 25%]

Número máximo de iteraciones: 10

Error permitido: 0.00000001

Calculando Obtenemos:



Como se puede observar la tasa se encontró en 6 iteraciones, si se desean ver los flujos, se encuentran dentro del libro Bono_Tasa, tal como se muestra a continuación:

	A	B	C	D	E	F
1	Flujo	Dias Cupón	Dias Flujo	Pago Interés	Factor	Valor Presente
2	1	181	162	6.284722222	1.04689109	6.003224466
3	2	182	344	6.319444444	1.10219893	5.733488091
4	3	182	526	6.319444444	1.16042871	5.445784282
5	4	182	708	6.319444444	1.22173481	5.172517318
6	5	182	890	6.319444444	1.28627973	4.912962766
7	6	182	1072	6.319444444	1.35423461	4.666432542
8	7	182	1254	6.319444444	1.42577957	4.432273092
9	8	182	1436	6.319444444	1.5011043	4.209863657
10	9	182	1618	6.319444444	1.58040848	3.998614625
11	10	182	1800	106.3194444	1.66390233	63.89764729
12						

Suma=106.4729051

Conclusiones

Como se ha mostrado las matemáticas y en particular el área enfocada a finanzas, forman parte de nuestra vida diaria, de igual forma las computadoras se han convertido en una herramienta indispensable en casi todos los sectores tanto de negocios como industriales. El uso de Excel se ha propagado por presentar una interface por demás amigable, para realizar desde el cálculo más sencillo hasta sistemas complejos, esto por el fácil manejo de hojas de cálculo aunado a la ayuda que ofrece Visual Basic como un complemento de la aplicación.

El proyecto presentado es una clara herramienta que se desarrolló mediante el uso de estas tres entidades, en principio el uso de métodos numéricos para resolver una ecuación en la cual no es sencillo despejar la incógnita de interés, por otra parte el uso de Excel como interface de entrada para obtener los datos requeridos para realizar los cálculos, en este punto la tercera entidad Visual Basic, proporciona mediante un ciclo, las iteraciones para encontrar la tasa deseada de la ecuación del bono, para finalmente utilizar nuevamente Excel para mostrar los resultados.

El conocer y saber aplicar métodos numéricos provee la solución a un gran número de ecuaciones en que la búsqueda de raíces no es inminente, la programación mediante Visual Basic es sencilla y conjuntamente con Excel se logran resultados eficaces y al alcance de cualquier individuo.

Este trabajo se puede utilizar para implementarse con diversos instrumentos de diversos mercados, este es el caso de swaps de tasa de interés, en los cuales se intercambian flujos de dinero por n periodos a cierta tasa de interés pactada.

Dentro de todos los mercados el principal interés es conocer el valor presente de las inversiones, por lo que la implementación de estos algoritmos y el uso de Excel

presentan una gran herramienta al alcance de cualquier persona interesada en automatizar una hoja de cálculo con gran precisión.

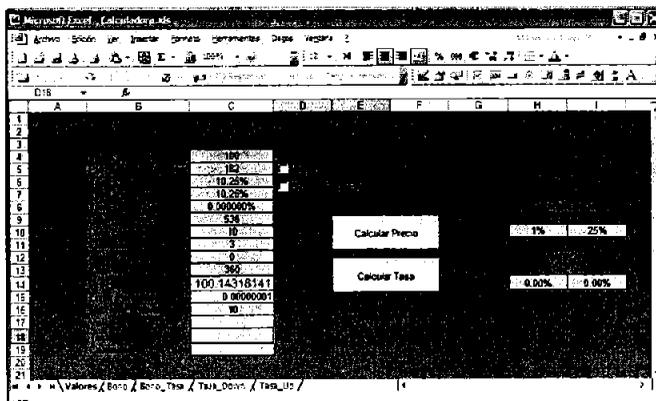
Excel incluye una búsqueda de valores, sin embargo no es precisa, esto se ejemplifica con el ejemplo e imágenes siguientes:

Valor Nominal: 100
 Cupón Teórico: 182
 Tasa Fija: 10.25%
 Tasa Operación: 10.35%
 Días por vencer: 536
 Días transcurridos: 10

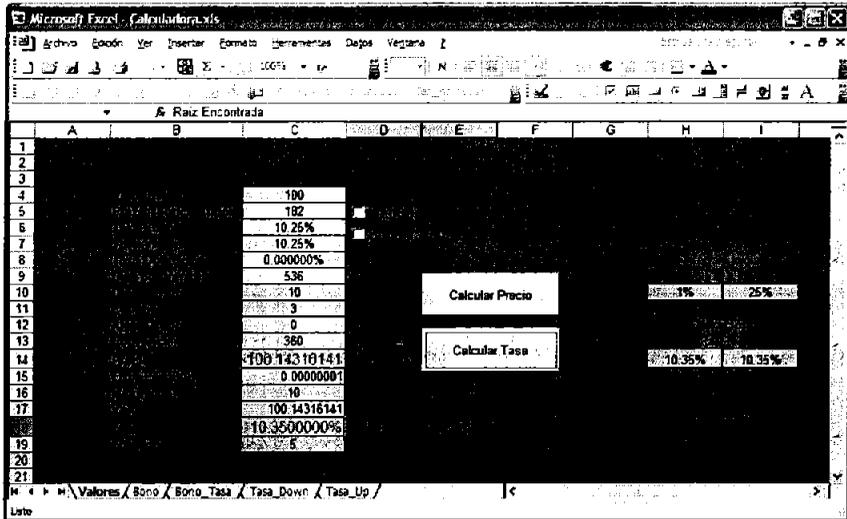
Calculando manualmente los flujos tenemos:

		Días	Días	Pago	Factor	Valor	
		Flujo	Cupón	Flujo	Interés	Descuento	Presente
VN	100	1	182	172	5.181944444	1.04938019	4.938100125
Días por cupón	182	2	182	354	5.181944444	1.10428901	4.692581827
Tasa Fija	10.25%	3	182	536	105.1819444	1.16207093	90.51248948
Tasa Operación	10.35%						
						Precio (Σ)	100.14316141

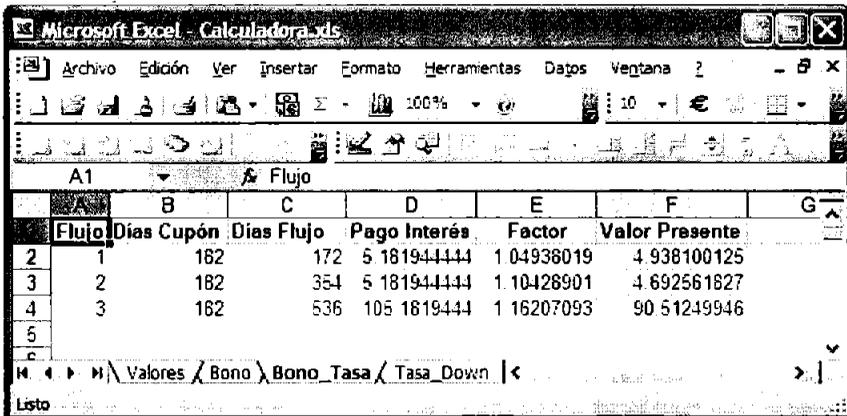
Si calculamos la tasa a partir del precio utilizando la calculadora desarrollada en el trabajo obtenemos lo siguiente:



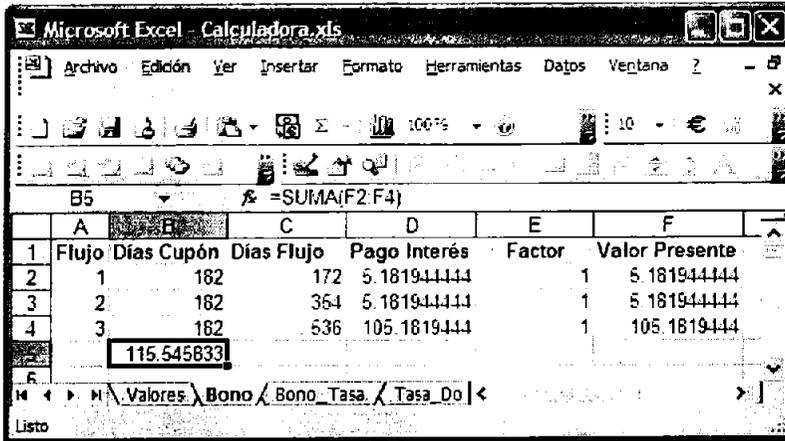
Calculando:



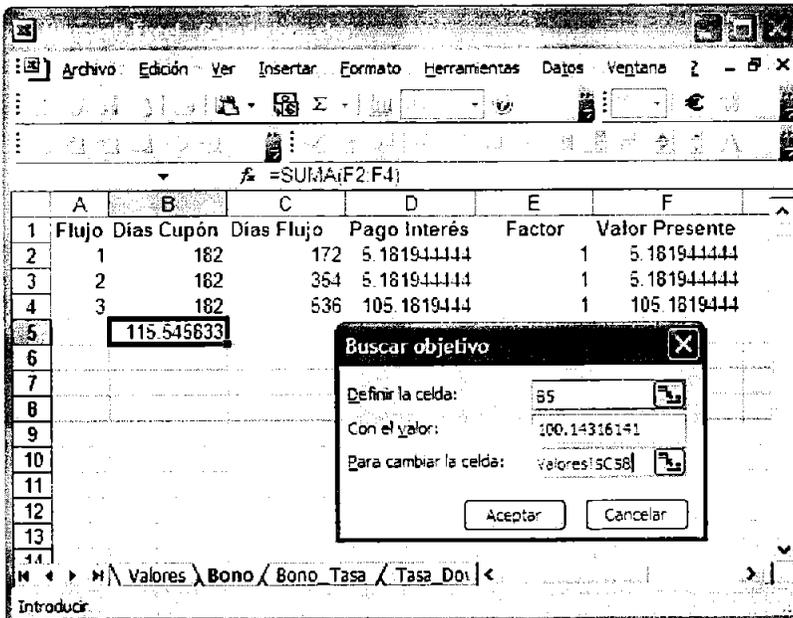
Como se puede observar se obtiene el valor exactamente, los flujos obtenidos son los siguientes:



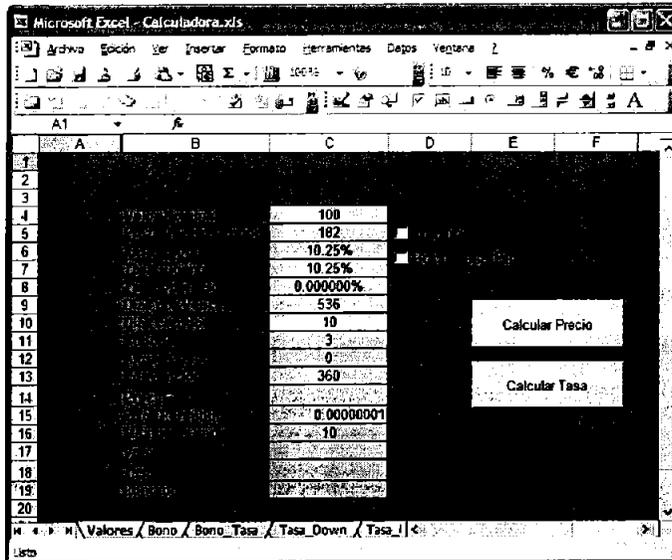
Para realizar el cálculo con la herramienta de Excel utilizaremos el libro "Bono" el cual realiza el cálculo cuando se desea conocer el precio a partir de una tasa, para esto agregaremos la sumatoria de los flujos, dado que Excel necesita una fórmula para poder utilizar su herramienta de búsqueda, en la siguiente imagen se puede observar que la celda B5 genera la sumatoria del valor presente de cada uno de los flujos:



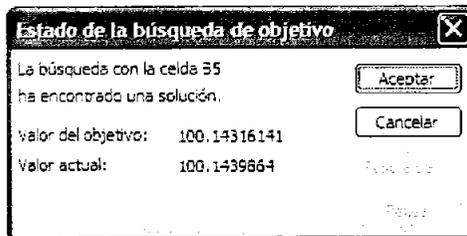
Ahora fijaremos los datos para la herramienta de Excel:



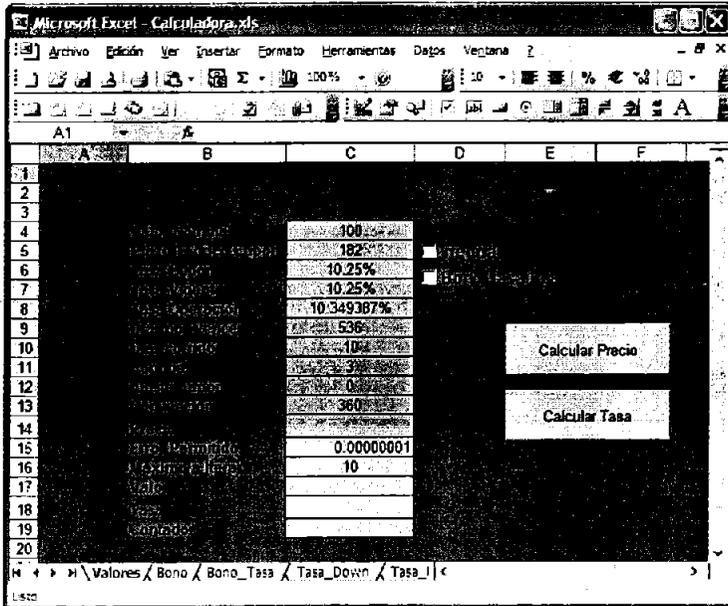
Como se puede observar el buscador de objetivo intentará encontrar el precio 100.14316141, cambiando la celda de la hoja de "Valores" en su celda "C8", que corresponde a la tasa de la operación, esto se muestra en la imagen siguiente:



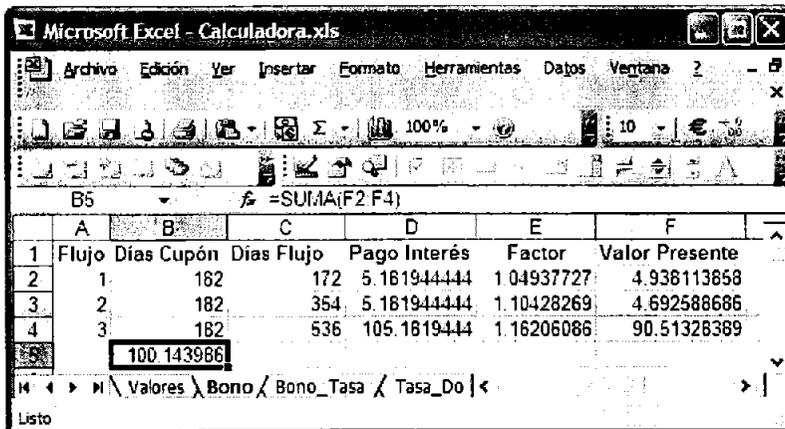
Aplicando la herramienta obtenemos:



Como se puede observar el precio obtenido se encuentra muy alejado del valor esperado, la tasa encontrada es la siguiente:



Y los flujos finales son:



Por último exponiendo este ejemplo se puede mostrar las grandes ventajas que se ofrecen en este trabajo para aplicar tanto métodos matemáticos como programación básica.