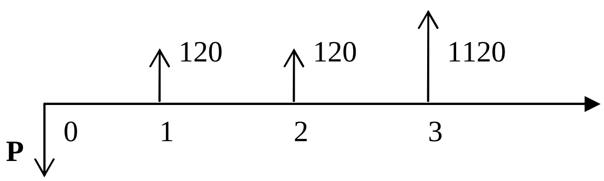
UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
Departamento de Ingeniería Industrial

Curso: IN56A-02
Semestre: Otoño 2004
Prof: Iván Alvarez
José Miguel Cruz
Aux: Christopher Means

GUIA # 1: Instrumentos de renta fija

Pregunta 1

Se tiene un bono con la siguiente estructura de pagos:



a) Caracterice adecuadamente al instrumento financiero.
b) Si r_1=9%, r_2=10% y r_3=11% calcule el precio del bono.
c) A partir del resultado anterior. ¿Cuál es la TIR del bono?.
d) Calcule la duración del bono.

Solución:

a) Valor cara o nominal o principal = 1000
Cupón = 120 o un 12%
Maduración = 3 años
Precio = P

b)

$$P = \sum_{t=1}^{n} \frac{fc_i}{(1+r)^i} = \frac{120}{1{,}09} + \frac{120}{1{,}1^2} + \frac{1120}{1{,}11^3} = \$1028{,}2$$

c) La TIR se calcula usando el precio y buscando una tasa única equivalente, o sea:

$$1028{,}2 = \frac{120}{1+TIR} + \frac{120}{(1+TIR)^2} + \frac{1120}{(1+TIR)^3}$$

Resolviendo la ecuación obtenemos que TIR= 10,8491%

d)

$$D = (\frac{1}{P})x\sum_{t=1}^{n} i \text{ x } \frac{fc_i}{(1+r)^i} = (\frac{1}{1028{,}2})x(1x\frac{120}{1{,}0849} + 2x\frac{120}{1{,}0849^2} + 3x\frac{1120}{1{,}0849^3})$$

➔ D = 2, 694 años

Pregunta 2

Suponga que Ud. tiene la siguiente cartera de inversión:

Bono	Cantidad	Cupón	Plazo (años)	Precio (%)	TIR	Duración (años)	Riesgo
A	100	7.0% SA	5	108.75	5.00%	4.34	AAA
B	100	9.0% SA	3	108.13	6.00%	2.71	AA
C	-200	11.0% SA	7	108.07	9.40%	5.14	B

a) Calcule el valor neto de la cartera

Valor cartera = 100*1.0875 + 100* 1.0813 – 200 * 1.0807 = 0.7318

b) Calcule la duración de la cartera de activos, y de la cartera de pasivos.

Duración Activos = (4.34 *1.0875 + 2.71*1.0813)/(1.0875 + 1.0813)= 3.53
Duración Pasivos = 5.14

c) Suponga que las tasas de interés de mercado (y por lo tanto las TIR de mercado) se incrementan en 50 puntos básicos (nota 1 punto básico = 0.01%), estime la pérdida o la ganancia de la cartera.

Duración modificada A =4.13
Duración modificada B =2.56
Duración modificada C =4.70
Luego, DeltaV = (-VA*DMA - VB*DMB + VC*DMC)*0.005 =(-108.75*4.13 – 108.13*2.56 + 2*108.07*4.7) * 0.005 = 1.45

d) Suponga que en el mercado ofrecen un bono de gobierno cero cupón (es decir con pagos de intereses y amortización solo al final) con vencimiento a 2 años, a un precio de 95% y una TIR de 10%. Si Ud. estuviera interesado en inmunizar (es decir insensibilizar) su cartera a cambios pequeños en la tasas de interés, cuántas unidades de este bono compraría o vendería? (suponga que puede realizar ventas cortas)

1.45 - VD*DMD*0.005 = 0, donde DMD = 2/1.1 = 1.818
luego, VD = -159.5
PD*QD = -159.5 entonces QD=-167.9 unidades. Hay que vender.

Pregunta 3

En el mercado se transan los siguientes bonos del Banco Central (Son del mismo emisor y tienen riesgo idéntico):

- BONO A: a 1 año, sin cupones, principal de $1.00 se transa en $877,19
- BONO B: a 2 años, cupones de 10%, principal de $1.000 y se transa en $996,81

a) ¿Cuál es la estructura de tasas de interés? ¿Cuáles son las tasas futuras implícitas en esta estructura de tasas de interés?
b) ¿Cuánto pagaría usted por un bono C a 2 años con pagos de $30 y $600? ¿Cuál es la rentabilidad esperada del bono C en 2 años?
c) ¿A qué precio vendería el bono C en 1 año más si las tasas no variaran?
d) ¿Cuál es la rentabilidad esperada de vender el bono C en 1 año más?
e) ¿Qué haría si el bono C vale hoy $770?

Solución:

Bono A: a 1 año sin cupones, principal de $1.000 se transa en $877,19
Bono B: a 2 años, cupones de 10%, principal de $1.000 y se transa en $996,8
a)
Estructura de tasas:

Bono A: $877{,}19 = \frac{1.000}{1+r_1}$ r_1= 0,14=14%

Bono B: $996{,}81 = \frac{100}{1+r_1} + \frac{1.100}{(1+r_2)^2}$ r_2= 0,1 = 10%

Debe cumplirse que $(1+r_2)^2 = (1+r_1)*(1+{}_1f_2)$ ${}_1f_2$=0,0614 = 6,14%

b)

$$V_c = \frac{30}{1+r_1} + \frac{600}{(1+r_2)^2} = \$522{,}184$$

Rentabilidad TIR $V_c = \frac{30}{1+TIR} + \frac{600}{(1+TIR)^2} = \$522{,}184$ TIR= 0,101 = 10,1%

c)

Precio de C en un año más $P_C = \frac{600}{1+{}_1f_2} = \$565{,}29$

d)
Rentabilidad = r_1 = 14%. Esto se puede ver de la siguiente manera

$$r = \frac{P_{C1} + 300 - P_{C0}}{P_{C0}} = \frac{565{,}29 + 30 - 522{,}184}{522{,}184} = 0.14 = 14\%$$

e)
P_{C0} = $770. Está más caro que su precio original $522,184

Por lo tanto, compraría bonos A y B vendiéndolos como bonos C

		T=1	T=2
X	A	1.000	
Y	B	100	1.100
	C	30	600

$1000x + 100y = 30$
$1100y = 600$ $\quad x = -0{,}0245 \quad y = 0{,}545$

Vendo 0,0255 de bono A, compro 0,545 de bono B, que equivale a tener un bono C que vale $522 y lo vendo a $770. Por lo tanto por cada bono C vendido gano $248.

Pregunta 4

Suponga que Ud. tiene la siguiente cartera de renta fija (montos expresados en UF, tasas compuestas anualmente)

Bono	TIR mdo.	Precio mdo.	Duración (años)	Valor Presente (UF)	Categoría de Riesgo
PRC8	5,6%	110,12%	3,9	12.550	AAA
LH8	6,2%	100,1%	3,2	1.400	BBB
CERO	6,7%	102,15%	5,8	2.633	AA

a) Determine el valor presente y la duración total de la cartera
b) Determine el impacto sobre el valor presente de la cartera si todas las tasas TIR se reducen en 50 puntos base. (Recuerde: 1 punto base = 0,01%)
c) Cómo cambia su respuesta si decide agregar a la cartera anterior un bono a tasa flotante de TIR 4%, que paga intereses (a tasa flotante) cada 6 meses, con valor presente de 10.000 UF financiado por (es decir con un pasivo) un bono cero cupón a 4 años, TIR 5,5%, cuyo valor presente es también 10.000 UF
d) Si el instrumento CERO en su cartera original es un bono cero cupón (es decir un bono que no paga cupones intermedios, sino un solo cupón o interés al vencimiento, junto con el capital), ¿A cuanto asciende la tasa de interés que paga este bono (es decir, la tasa cupón)?

Solución:

a)

Valor presente de la cartera = VP en bonos PRC8 + VP en bonos LH8 + VP en bonos CERO
= 12.550 + 1.400 + 2.633
= 16.583 UF

Duración de la cartera:

Primero calculamos los pesos de cada bono en el total

W_{PRC8}= 12.550 / 16.583 = 0,7568
W_{LH8}= 1.400 / 16.583 = 0,0844
W_{CERO}= 2.633 / 16.583 = 0,1588

Duración cartera = $D_{PRC8}W_{PRC8} + D_{LH8}W_{LH8} + D_{CERO}W_{CERO} =$ 3,9x0,7568+3,2x0,0,844 + 5,8x0,1588 = 4,14 años

b)

Calculamos las duración modificada de la cartera:

Primero la duración modificada de cada bono (no se puede aplicar la duración de la cartera y dividirlo por un delta TIR promedio, aunque el resultado sea parecido está mal):

$D^M_{PRC8} =$ 3,9 / (1+5,6%) = 3,693
$D^M_{LH8} =$ 3,2 / (1+ 6,2%) = 3,013
$D^M_{CERO} =$ 5,8 / (1+ 6,7%) = 5,436

Duración modificada cartera = $D^M_{PRC8}W_{PRC8} + D^M_{LH8}W_{LH8} + D^M_{CERO}W_{CERO} =$ 3,912 años.

Entonces delta_V = -V x D^M x delta_TIR

Delta TIR = -0,50%
V= 16.583 UF (parte a)

Reemplazando delta_V = 324,401762 UF

c)

No cambia el valor total de la cartera porque estamos agregando 10.000 UF en VP por el bono flotante y restando 10.000 UF en VP.
Los pesos de los bonos que teníamos no cambian, pero hay que calcular los pesos del nuevo pasivo y del nuevo activo:

$W_{FLOTANTE}$ = 10.000 / 16.583 = 0,603
W_{PASIVO} = -10.000 / 16.583 = -0,603

Ademas,

Duración bono flotante = 0,5 años

Duración modificada bono flotante = 0,5 / (1 + TIR) = 0,5 / (1 + 4%) = 0,481 años

Duración bonos pasivo = 4 años

Duración modificada bono pasivo = 4 / (1+ TIR) = 4 / (1 + 5,5%) = 3,791 años

Entonces la duración modificada de la cartera pasa a ser:

Duración modificada cartera = $D^M_{PRC8}W_{PRC8} + D^M_{LH8}W_{LH8} + D^M_{CERO}W_{CERO} + D^M_{FLOTANTE}W_{FLOTANTE} + D^M_{PASIVO}W_{PASIVO}$ = 4,14 + 0,603 X (0,481 - 3,791) = 1, 916

Por lo tanto reducimos la duración modificada de la cartera y entonces baja el efecto de cambios en la tasa de interés:

Delta_V = - V x D_M x delta_TIR = - 16.583 x 1,916 x (- 0,5%) = 158,867 UF

d)

Como el bono CERO es cero cupón entonces

Precio = (Valor Par + Cupón) /[(1 + TIR)^Duración]

Sea Valor Par = 100% y reemplazando valores a partir de la tabla de datos:

102,15 % = (100% + Cupón) / [(1 + 6,7%)^5,8] ➔ Cupón = 48,8%

Pregunta 5

Suponga que Ud. **es gerente de tesorería de un banco** y enfrenta las siguientes tasas de interés (todas expresadas en términos lineales con convención ACT/360), en UF y USD, de acuerdo al plazo y al nivel de riesgo crediticio:

Plazo	Moneda USD		Moneda UF	
	Riesgo Gobierno	Riesgo Banco	Riesgo Gobierno	Riesgo Banco
30 días	2,4%	2,8%	3,0%	3,6%
90 días	2,6%	3,0%	3,4%	4,3%
180 días	2,8%	3,1%	3,8%	4,5%
360 días	3,2%	3,5%	4,1%	4,9%
450 días	3,5%	4,2%	4,5%	5,3%
540 días	4,1%	4,7%	5,1%	5,8%

1 UF = $16.300
1 USD = $710

a) Suponga que a Ud. le ofrecen invertir en papeles de gobierno que pagan 10.000 UF en 400 días más. ¿Cuánto debiera pagar como máximo por invertir en ese documento?
b) Suponga ahora que UD. quiere vender una deuda, en dólares, al mercado interbancario, donde se compromete a pagar al portador USD 500.000, en 540 días más. ¿Cuánto calcula que recaudará por la venta de dicha deuda?
c) Suponga ahora que Ud. adquirió el compromiso hace 90 días atrás de comprar a otro banco en un plazo de 180 días (es decir, en 90 días más a partir de hoy), 3 millones de USD por los que pagará en esa fecha futura 132.500 UF. Calcule el valor presente de sus compromisos netos.
d) Si Ud. tuviera que ofrecer al mercado interbancario un seguro de tasa para depósitos en dólares de 6 meses en 6 meses más. ¿Cuál sería la tasa de interés que ofrecería y que asegura no arbitraje?

Solución:

a)

La tasa a usar para descontar el flujo es la de riesgo de gobierno en UF a 400 días y lo correcto es interpolar.

$r_{400días} = (r_{450días} - r_{360días})*40/90 + r_{360días} = 4,28\%$

Luego,

VP = 10000 / (1 +4,28%*400/360)=9545,03 UF

Se debe pagar como máximo 9545,03 UF hoy.

b)

La tasa a usar para descontar el flujo es la bancaria en USD a 540 días:
$r_{540\text{días USD}}$= 4.7%

VP = 500000/(1+4,7%*540/360)= 467.071,5 USD

La deuda puede venderse en 467.071,5 USD

c)

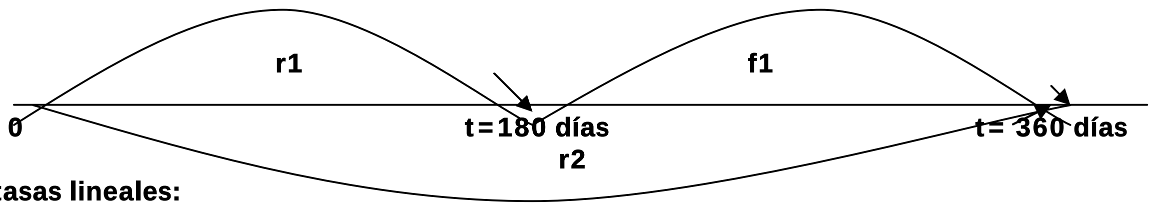
VP Activos (USD):
$r_{90\text{días BANCO USD}}$= 3.0%

$VP_{Activos}$ = 3.000.000 /(1+ 3%*90/360)= 2977667.49 USD $\frac{3.000.000}{(1{,}03)} = 2.912.621{,}3\,USD$

VP Pasivos (UF):
$r_{90\text{días BANCO UF}}$= 4.3%
$VP_{Pasivos}$ = 132.500/(1+4,3%*90/360)= 131.090,774

Dejando todo en una moneda en común $VP_{Pasivos}$= 131.090,774*(16.300/710) =3009548.76 USD
Luego VP $_{cartera}$= 2.977.667,49 - 3.009.548,76= -31881.27 USD

d) La tasa de interés que asegura los depósitos en USD es una tasa forward:



tasas lineales:

r2 =r1 /2 + f1 /2 => f1=3,9%

Donde $r1=r_{180díasUSD\ banco}=3{,}1\%$
$r2=r_{360díasUSD\ banco}=3{,}5\%$

El mismo cálculo podría haberse hecho asumiendo convención compuesta, aunque no tiene puntaje completo:

Luego $(1+r2)= (1+r1)^{0,5}*(1+f1)^{0,5}$ => f1=3.9%

Pregunta 6

Suponga que un bono se vende en 923.14 dólares, es decir, a un precio inferior a su valor par de 1000 dólares. Al bono le faltan 15 años para su vencimiento y los inversionistas requieren de un rendimiento de 10% sobre el bono. ¿Cuál será la tasa cero cupón del bono si dicho cupón se paga semestralmente?

Solución:

El precio de un bono queda determinado por la expresión:

$$P=\frac{C}{1+r}+\frac{C}{(1+r)^2}+.............+\frac{C+1000}{(1+r)^t}$$

donde t= 30 semestres
r= 10%/2 = 5% (tasa semestral)
P= 923.14

Despejando: C=45
Como el valor par es 1000, la tasa cupón es C/VP = 45/1000 = 4,5% semestral.
Por lo anterior, la tasa cupón anual es 9%.

Pregunta 7

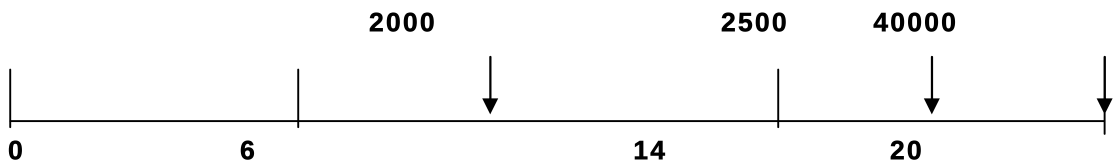
P&C Corporation tiene dos diferentes tipos de bonos en circulación.

El bono A tiene un valor par de 40.000 dólares y vence dentro de 20 años; no hará pagos durante los primeros seis años. Luego pagará 2000 dólares semestralmente a lo largo de ocho años subsecuentes. Posteriormente, el bono pagará 2500 dólares semestralmente a lo largo de seis años subsecuentes. El bono B también tiene un valor par de 40.000 dólares y vencimiento en 20 años; no hace pagos de cupones. Si la tasa anual requerida de rendimiento es 12%, determine el precio del bono A y del bono B.

Solución:

La tasa es de 12%, por lo que al componerla semestralmente nos da que cada semestre r=6%.
Veamos las estructuras de los bonos y calculemos su valor de acuerdo a esta:

BONO A



Calculando para cada período:

- **Período 7-14**

Son pagos de 8 años(16 semestres), que se traen a VP de hoy, lego de 6 años(12 semestres):

VP = $\frac{2000}{0.06} * \left[1 - \frac{1}{1.06^{16}}\right] * \left[\frac{1}{1.06^{12}}\right]$ **= $10044.64**

- Período 14-20

Son pagos de 6 años(12 semestres), que se traen a VP de hoy, luego de 14 años(28 semestres):

VP = $\frac{2500}{0.06} * \left[1 - \frac{1}{1.06^{12}}\right] * \left[\frac{1}{1.06^{28}}\right]$ **= $4100.34**

- **Año 20**

El valor actual del valor facial, que no paga cupones (20 años, 40 semestres):

VP = $\frac{400000}{(1{,}06)^{40}} = \$3888{,}89$

Luego el valor total de A es VP=10044.64+4100.34+3888.89 =$18033.8

BONO B

0 20

- **Año 20**

El valor actual del valor facial, que no paga cupones (20 años, 40 semestres):

VP bono B = $\frac{400000}{(1{,}06)^{40}} = \$3888{,}89$

Pregunta 8

Suponga que Ud. dispone hoy de la siguiente información de mercado

Bono	Cupón	Estructura	Composición	Precio	Vencimiento	Riesgo
A	5,5%	Bullet	Anual	103,2 %	0,6 años	A
B	6,5%	Bullet	Semestral	105,5 %	0,25 años	AA
C	7,125%	Bullet	Anual	104,8 %	0,4 años	AAA

a) Si Ud. invirtió hace 1 año atrás: USD 30.000 en bonos A a su valor par; USD 10.000 en bonos B a su valor par; y USD 10.000 en bonos C a un precio de 105,2%; ¿cuánto ha ganado o perdido a la fecha?

P&L = (30*(1,032 – 1) + 10*(1,055-1) +10*(1,048-1,052))*1000 =USD 1.470

b) Si las TIR de los bonos subieran cada una 50 puntos bases, ¿cuánto cambiaría el valor presente de la cartera?

Calculemos primero las TIR:

TIR_A=(1,055/1,032)^(1/0,6)-1 =3,74%
TIR_B=((1,065/1,055)^(1/(2*0,25))-1)*2 =3,81%

TIR_C=(1,07125/1,048)^(1/0,4)-1 =5,64%

Ahora podemos sumarle 50 puntos base a cada una y volver a calcular el VP, o bien usar la aproximación por Duración modificada:

- Cálculo directo:

TIR_A´=4,24% → P_A´=102,903%
TIR_B´=4,31%→ P_B´=1,065/(1+4,31%/2)^(2*0,25) = 105,371%
[También estaría correcto TIR_B'=7,94% → P_B'=(1+(0,065/2))/(1+7,94%/2)^(2*0,25)= 101,260%]

TIR_C´=6,14%→ P_C´=104,602%

Luego Delta VP = (30*(1,02903-1,032) + 10*(1,05371-1,055) +10*(1,04602-1,048))*1000 =USD -121,88

[También estaría correcto que Delta VP = (30*(1,02903-1,032) + 10*(1,0126-1,055) +10*(1,04602-1,048))*1000=USD -532,9]

- Por cálculo de duración modificada:

DM_A= 0,6/(1+TIR_A) =0,578
DM_B= 0,25/(1+TIR_B) =0,241
[También estaría correcto DM_B=0,273]
DM_C= 0,4/(1+TIR_C) =0,379

Delta VP = -1000*50/10000*(30*0,578 +10*0,241 +10* 0,379) =USD-117,73

c) Si Ud. considera que la sensibilidad que muestra la cartera a cambios en las tasas de interés es muy alta para su actual tolerancia al riesgo, discuta qué ajustes haría a la cartera para disminuirla y por qué (sin incorporar pasivos).

Habría que reducir la posición en bonos A y aumentar en bonos B y/o C. Bono B tiene la menor duración modificada, pero Bono C tiene la mejor clasificación de riesgo crediticio.

Pregunta 9

Suponga que le ofrecen en el mercado secundario los siguientes bonos bancarios:

Flujos de caja (fin del año)	Bono A	Bono B	Bono C	Bono D
1	$100	$50	0	$1.000
2	$100	$50	0	0
3	$1.100	$1.050	$1.000	0

a) Si las TIR de los Bonos es igual a 15% para cada uno de ellos, ¿cuál es el precio de cada bono? (suponga composición anual de intereses)

Podemos descontar cada flujo a TIR=15% y sumar Precio = Suma(i) Fi/(1+TIR)^i

	Flujo	Bono A	Bono B	Bono C	Bono D
	1	100	50	0	1000
	2	100	50	0	0
	3	1100	1050	1000	0
Precio		885.84	771.68	657.52	869.57

b) En términos relativos (es decir porcentualmente) ¿cuál de los bonos tiene una mayor sensibilidad del precio a cambios en las tasas e interés, y por qué?

Una manera rápida de responder (sin calcular duraciones) es reconociendo que el bono C tendrá una duración de 3, mayor que la de cualquier otro bono que tienen flujos de caja intermedios, o mayor que la del bono D que será 1. Dado entonces que las TIR de los bonos son iguales, es el bono que tendrá un impacto porcentual mayor que el resto a cambios en las tasas de interés.

	Bono A	Bono B	Bono C	Bono D
Duración	2.72	2.84	3.00	1.00

Si calculamos las duraciones vemos que son 2,72; 2,84, 3; y 1. Si calculamos las duraciones modificadas, es decir dividimos por 1,15, obtenemos 2,36; 2,47; 2,61; y 0,87, por lo que claramente el Bono C tiene la mayor sensibilidad (2,61% de cambio en el precio por cada 1% de incremento en las tasas).

c) Suponga que una institución financiera tiene una deuda con el sistema bancario tal que $2.000 deben ser pagados a fines del año 2. Suponiendo que esta deuda es similar en su riesgo a los bonos anteriores, ¿qué precio de mercado tendría hoy?.

- Una manera de resolver el problema es encontrar un conjunto de bonos que constituyan una "base". Podemos notar que el bono A es una combinación lineal de los bonos B, C y D: en efecto, los flujos de caja de A pueden reproducirse como 2*B –1*C + 0*D. Vemos además que el precio de A, PA, es efectivamente 2*PB-PC (si esto no fuera así habrían oportunidades de arbitraje) . Por lo tanto podemos utilizar como base los bonos B, C y D e intentar modelar el flujo (0, -2000, 0) como combinación de B, C y D. Es decir tenemos que encontrar (b,c,d) y resolver:

0 = 50*b +0*c +1000*d
-2000= 50*b + 0*c +0*d
0 = 1050*b +1000*c + 0*d

la solución es b=-40; d=2; c=42.
Por lo tanto Precio (o valor presente) de este bono será –40*PB +42*PC +2*PD = -1512 (el signo menos sólo nos indica que es un pasivo).

- Existen otros sistemas que están bien (tomando otras ecuaciones que sean l.i.), por ejemplo tomar A, C y D. Verificar el sistema.