



## Renta Fija

Primavera 2005

J. Miguel Cruz

### Instrumentos de Renta Fija

- **Corto Plazo**
  - Depósitos a Plazo
  - Pactos
  - Pagarés y Obligaciones
- **Largo Plazo**
  - Bonos a Tasa Fija

**Estos pagos futuros están predefinidos de acuerdo a la tasa cupón o interés acordado...por lo tanto ...¿no tienen riesgo de tasa?**



IN56A

Departamento de Ingeniería Industrial  
Universidad de Chile  
Primavera 2005

## Detalle de un bono (I)

### ■ Descripción

Un bono representa una obligación para el emisor de éste de pagar dinero al tenedor del bono de acuerdo a las reglas especificadas por el emisor. Se distingue:

- **Valor Par o Cara:** Monto específico que paga el bono.
- **Cupones:** Se describe como el porcentaje del valor par o monto a pagar al tenedor del bono, en fechas específicas.
- **Fecha de maduración:** Período en que se realiza el último pago

IN56A

Departamento de Ingeniería Industrial  
Universidad de Chile  
Primavera 2005

## Detalle de un bono (II)

### ■ Descripción

- **Estructura de Amortizaciones** (Bullet, Annuities, etc.)
  - **Convenciones de cálculo de número de días** (ACT/360, ACT/365...)
  - **Convenciones de composición de intereses** (SA, TRIM, ...)
  - **Cláusulas especiales:** Derecho a prepagar la deuda, Garantías especiales
- Bono viene además acompañado de un prospecto (folleto de ventas) en donde se detalla:
- **Clasificación de riesgo del emisor y del bono**
  - **Objetivos del bono**
  - **Características del negocio del emisor del bono**
  - **Underwriters o promotores de la venta y colocación del bono en el mercado**
  - **otros**

IN56A

Departamento de Ingeniería Industrial  
Universidad de Chile  
Primavera 2005

## Detalle de un bono (III)

### 2. Ratings de la Calidad

- A pesar de que el bono establece un pago fijo en el tiempo, existe la posibilidad de no pago por dificultades financieras o quiebra del emisor.
- De acuerdo a ello, se establecen clasificaciones. En el caso de USA existen dos clasificadoras importantes para bonos: Moody's y Standard & Poors.

	Moody's	Standard & Poors
Alto Grado	Aaa	AAA
	Aa	AA
Grado Medio	A	A
	Baa	BBB
Especulación	Ba	BB
	B	B
Peligro no pago	Caa	CCC
	Ca	CC
	C	C

IN56A

Departamento de Ingeniería Industrial  
Universidad de Chile  
Primavera 2005

## Valor presente de la deuda

- Supuestos
  - No existe la posibilidad de no pago (default)
  - Flujos de caja son nominales
- Las fórmulas tradicionales de valor presente aplican a la deuda

$$P = \frac{C1}{1+r_1} + \frac{C2}{(1+r_2)^2} + \dots + \frac{CT}{(1+r_T)^T}$$

- Ejemplo: suponga que todas las tasas spot son iguales a 3.5% por cada 6 meses (cotizada a 7% anual). Los cupones son de 8% anuales y faltan 10 años para vencimiento.

$$P(\% \text{ del par}) = \sum_{t=1}^{19} \frac{4}{1.035^t} + \frac{104}{1.035^{20}} = 56.85 + 50.25 = 107.10\%$$

IN56A

Departamento de Ingeniería Industrial  
Universidad de Chile  
Primavera 2005

## Convención Precio TIR

Típicamente, para instrumentos de renta fija se define una rentabilidad promedio o TIR (que corresponde a una tasa constante de descuento)

$$P = \sum_{t=1}^n \frac{fc_t}{(1+r)^t} \quad P \uparrow \quad r \downarrow$$

Esta convención se simplifica si además los flujos de cajas son constantes:

$$P = fc \left[ \frac{(1+r)^n - 1}{r(1+r)^n} \right]$$

IN56A

Departamento de Ingeniería Industrial  
Universidad de Chile  
Primavera 2005

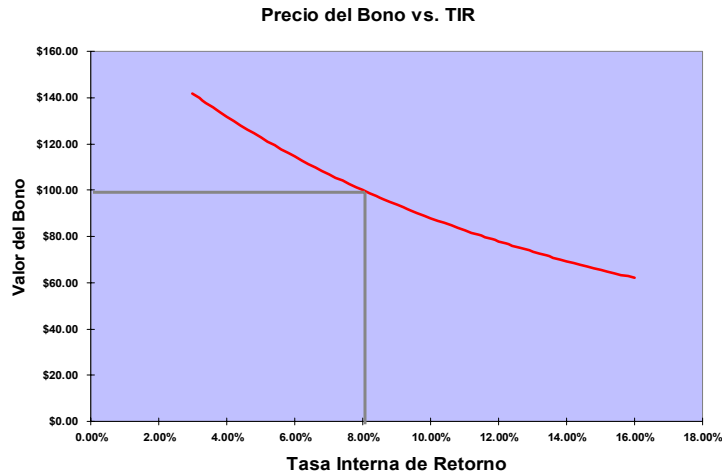
## Caso de un bono

- ¿ Si la TIR sube en un 1%, cuánto cae el precio de un bono?
  - Duración de un instrumento de renta fija se define como el número promedio de períodos que restan del instrumento, ponderado por los flujos de cajas.
  - Es equivalente (con una modificación menor) al cambio porcentual del precio cuando la TIR cambia en términos absolutos un 1%.
- ¿ El precio cae la misma proporción cuando la TIR sube un 1% desde un valor bajo o un valor alto?

IN56A

Departamento de Ingeniería Industrial  
Universidad de Chile  
Primavera 2005

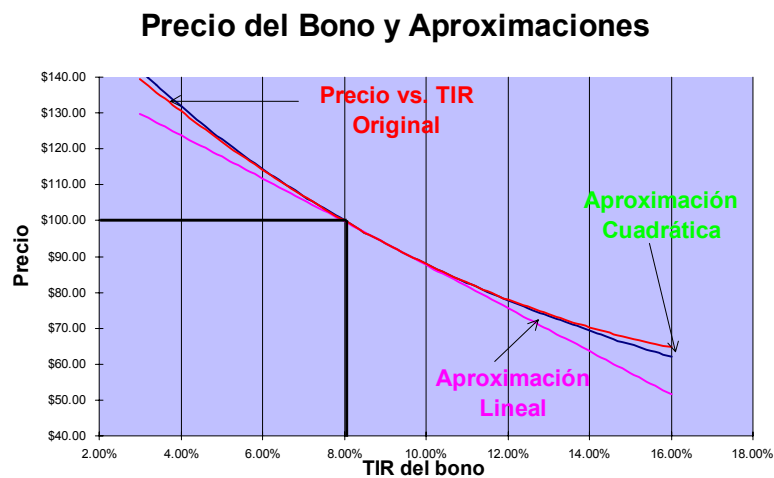
## Bono a 20 años 8% anual, amortización "bullet"



IN56A

Departamento de Ingeniería Industrial  
Universidad de Chile  
Primavera 2005

## Aproximando sensibilidad de P a cambios en TIR



IN56A

Departamento de Ingeniería Industrial  
Universidad de Chile  
Primavera 2005

## Duración y Convexidad

- Duración (Número ponderado de períodos que restan)

$$D = \frac{1}{P} \sum_{i=1}^n t_i \times \frac{fc_i}{(1 + TIR)^{t_i}}$$

- Duración Modificada (Cambio % P cambio abs. de TIR 1%)

$$D_M = \frac{D}{(1 + TIR)}$$

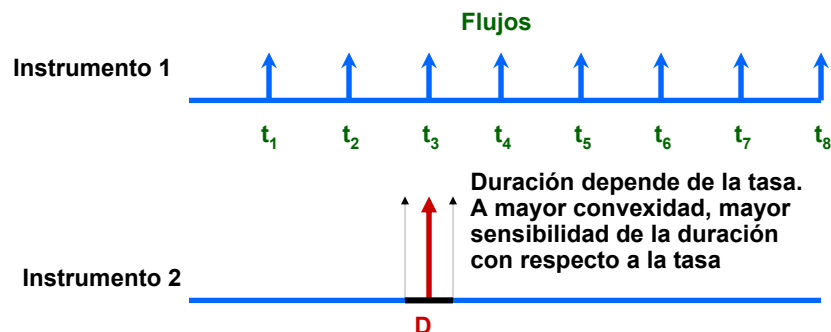
- Convexidad (en años)

$$C = \frac{1}{P(1 + TIR)^2} \sum_{i=1}^n t_i(t_i + 1) \times \frac{fc_i}{(1 + TIR)^{t_i}}$$

IN56A

Departamento de Ingeniería Industrial  
Universidad de Chile  
Primavera 2005

## Interpretación gráfica duración y convexidad



Sensibilidad Tasa Instr. 1 = Sensibilidad Tasa Instr. 2

IN56A

Departamento de Ingeniería Industrial  
Universidad de Chile  
Primavera 2005

## Sensibilidad del Precio a un Cambio en la Tasa Promedio

- Uso de duración modificada en aproximación lineal

$$\Delta P \approx -P \times D_M \times \Delta TIR$$

- Uso de la convexidad en aproximación cuadrática

$$\Delta P \approx -P \times D_M \times \Delta TIR + \frac{P \times C}{2} \times (\Delta TIR)^2$$

## Aplicación de duración: protección de portafolios contra riesgos de tasa de interés

- Existen básicamente 2 formas de entender este riesgo:

- Protección del patrimonio de la empresa (ej: Bancos)
  - Los pasivos de los bancos es principalmente depósitos de corto plazo mantenidos por sus clientes.
  - Sus activos son principalmente préstamos comerciales, personales y/o hipotecarios que son en naturaleza de largo plazo.
  - En períodos en que la tasa de interés sube inesperadamente, los bancos sufren serios daños a su patrimonio.
  - En general los bancos tienen un incentivo a igualar la duración y tamaño de sus activos y pasivos.
    - Producto de esta necesidad, se han desarrollado técnicas ("gap management") para limitar la diferencia entre la duración de activos y pasivos. (Por ejemplo, créditos hipotecarios con tasa variable).
  - En general buscamos que  $D_A = D_L$

## Aplicación de Duración

### ■ Protección de obligaciones ante una fecha pre-establecida (ej: fondos de pensiones)

- Ejemplo: un fondo de pensiones tiene que asegurarse que el valor de su fondo acumulado alcanza para cubrir sus obligaciones cuando los cotizantes se retiren.
  - Supongamos que una institución se comprometió a pagar \$14.693.28 en 5 años más.
  - Si la tasa de interés actual es de 8%, entonces el valor presente de la obligación es de \$10.000
  - Para cubrir esta obligación, la institución compra una bono a 6 años que tiene cupones anuales de 8%. El pago de los cupones es reinvertido a la tasa existente.
  - ¿Está la empresa protegida?



IN56A

Departamento de Ingeniería Industrial  
Universidad de Chile  
Primavera 2005

## Más sobre Duración

- Una forma alternativa de proteger los portafolios es comprar “ceros” que provean un pago exactamente igual a la fecha de pago.
- Una estrategia basada en el calce de las obligaciones se le llama “dedication strategy”.
- Algunos de los motivos por los cuales esta estrategia no es tan usada son:
  - Limitación de los bonos que se pueden seleccionar. Es decir, se tiene menos espacio para comprar bonos que se consideren “baratos”.
  - No siempre es posible realizar el calce. Por ejemplo, pagos a perpetuidad.



IN56A

Departamento de Ingeniería Industrial  
Universidad de Chile  
Primavera 2005



## Sin embargo la inmunización convencional tiene una serie de problemas.

- La definición de duración que estamos usando supone una estructura de tasa de interés plana.
  - Si la estructura no es plana, la definición de duración debe ser modificada de manera tal de incluir tasas spots.
  - Aún si consideramos esta modificación, la inmunización protegerá sólo para cambios paralelos de la estructura temporal de la tasa de interés.
- En todos los casos, siempre se debe estar rebalanceando la estrategia de inmunización.

## Efecto de riesgo de tasa en el capital

- Balance de mercado de una institución financiera idealizada

$$A = P + E, \text{ y } \Delta E = \Delta A - \Delta P$$

A	P
	E

- No es difícil mostrar que frente a cambios en la tasa  $R$ ,

$$\Delta E = -[D_A \cdot A - D_P \cdot P] \cdot \frac{\Delta R}{(1 + R)}$$

lo que equivale a,

$$\Delta E = -[D_A - D_P \cdot k] \cdot A \cdot \frac{\Delta R}{(1 + R)}$$

en donde  $k$  es el leverage de la institución

## El cambio del valor de E depende de:

- El gap de duración ajustado por leverage.  
( $D_A - D_P k$ )
  - Mientras mayor sea este gap más expuesto a riesgo de tasas
- El tamaño de la institución financiera.
  - Medido por el valor de mercado de sus activos financieros
- La magnitud del shock de tasas
  - $\Delta R / (1 + R)$

## Ejemplo:

- $D_A = 5$  años  $D_P = 3$  años
- $R = 10\%$  y se espera que suba a  $11\%$
- $A = 100$  MUS\$  $P = 90$  MUS\$  $E = 10$  MUS\$

$$\Delta E = -2.09 \text{ MUS\$} \quad A' = 95.45 \quad P' = 87.54 \quad E' = 7.91$$

¿Qué estrategia seguir para eliminar la sensibilidad a cambios en tasas de interés?

Reducir la duración de los activos (5 a 2.7)  
Reducir la duración de activos e incrementa la de los pasivos  
Alterar el leverage y la duración de los pasivos

## Bonos a Tasa Flotante (Floating Rate Notes)

**Definición:** Son bonos que pagan intereses que no son fijados en el momento de la emisión, sino que se van actualizando de acuerdo a un índice de mercado.

**Ejemplo:**

Un bono bullet a dos años que paga TAB 90 días, sobre un nocional de 200.000 UF, a partir del 22 de junio de 2000, con pagos trimestrales, en la fecha de emisión sólo conocemos la primera tasa que paga el bono 5,2%:

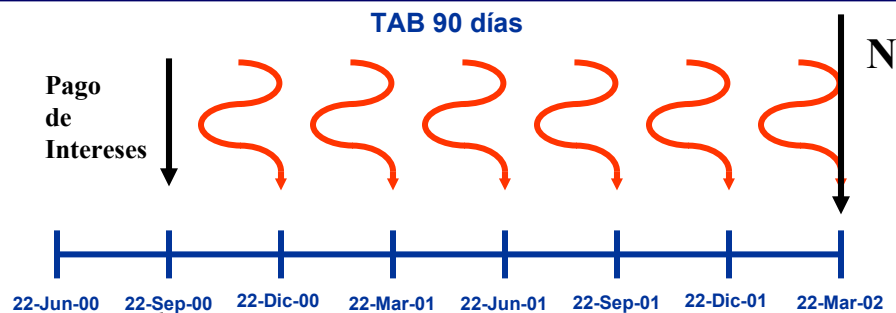
Cupón	Fecha	TAB90	Pago Interés	Amortización
	22-Jun-00	5.20%		
1	22-Sep-00	5.70%	2,657.78	
2	22-Dec-00	5.10%	2,881.67	
3	22-Mar-01	4.50%	2,550.00	
4	22-Jun-01	4.80%	2,300.00	
5	22-Sep-01	4.60%	2,453.33	
6	22-Dec-01	3.50%	2,325.56	
7	22-Mar-02	3.20%	1,750.00	
8	22-Jun-02		1,635.56	200,000

Al 1 de abril de 2002, se conocen todos los intereses que paga el bono.

IN56A

Departamento de Ingeniería Industrial  
Universidad de Chile  
Primavera 2005

## Mecánica del FRN



Tab 90 del 22-jun se usa para el pago de int. entre el 22-Jun y el 22 Sep.

En la fecha de emisión sólo se conoce el primer pago de intereses y la estructura de amortización

IN56A

Departamento de Ingeniería Industrial  
Universidad de Chile  
Primavera 2005

