

# Master mIA – X: Mercado de renta fija

**Emilio Gamarra, MFIA**  
**BME CLEARING**

**Noviembre 2022**

*egamarra.clases@hotmail.com*

# Índice

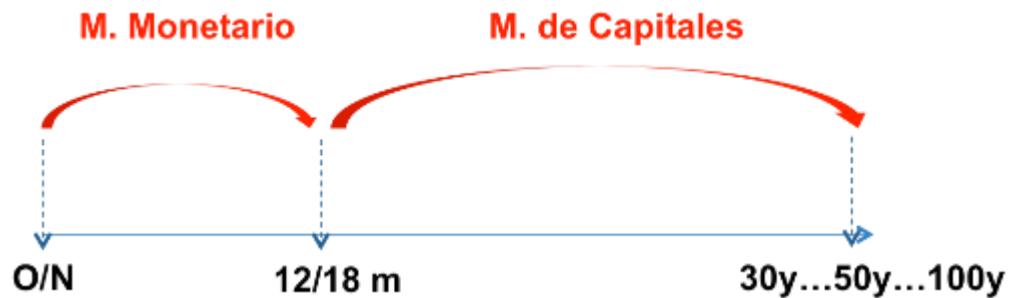
- 1. Fundamentos matemáticos**
2. Valoración de un bono
  - Cálculo del Precio Forward de un bono
3. Medidas de riesgo de bonos:
  - El criterio de la TIR
  - Duración, sensibilidad y convexidad
4. Estrategias con bonos

# Renta fija y tipos de interés

- Concepto básico a la hora de analizar los activos financieros
  - El dinero tiene un valor temporal dado que siempre existe la posibilidad de invertir fondos a un determinado tipo de interés durante un plazo dado.
- La existencia de los tipos de interés se justifica por:
  - Preferencia por la liquidez o incentivación del ahorro
  - Riesgo de incumplimiento
  - Incertidumbre de valoración (**inflación**)
- Los factores cambian con el tiempo y por lo tanto los tipos de interés también
- Las funciones de los tipos de interés son entre otras:
  - Determinan el **valor presente de flujos monetarios futuros**
  - Determinan el **valor futuro de una inversión o financiación**
  - Permiten la **comparación entre flujos monetarios** de diferente estructura
  - Permiten el **cálculo del rendimiento esperado** de cualquier activo

# Renta fija y tipos de interés

- Con carácter genérico, son activos financieros de renta fija aquellos que generan una serie de flujos conocidos de antemano.
- Dependiendo del período de tiempo durante el que se generan esos flujos:



**Domestic bonds: Austria, AGB 2.1 20sep2117**  
AT0000A1XML2

**Sector: Unsecured**

	ISSUER	SEUE	STATUS	AMOUNT
M	*** x ***	-	Outstanding	6,800,000,000 EUR
S&P	***	-		
F	***	-		

\* in local currency  
\*\* last update: 16/11/2020

COUNTRY OF RISK: Austria  
CURRENT COUPON: \*\*\*\*%

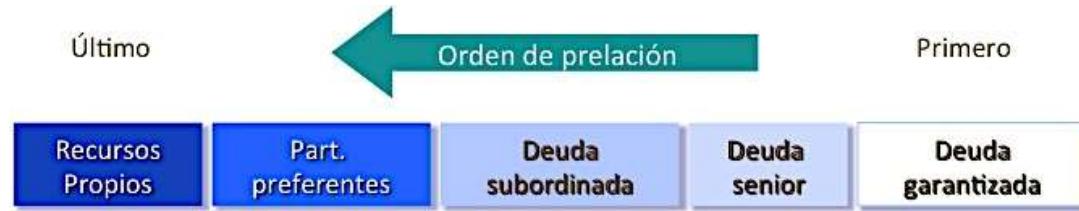
Fuente: <https://cbonds.com/bonds/353551/>

- Los activos negociados en cada uno de estos mercados se caracterizan por ofrecer al inversor **distintos niveles de rentabilidad, riesgo y liquidez**.



# Renta fija y tipos de interés

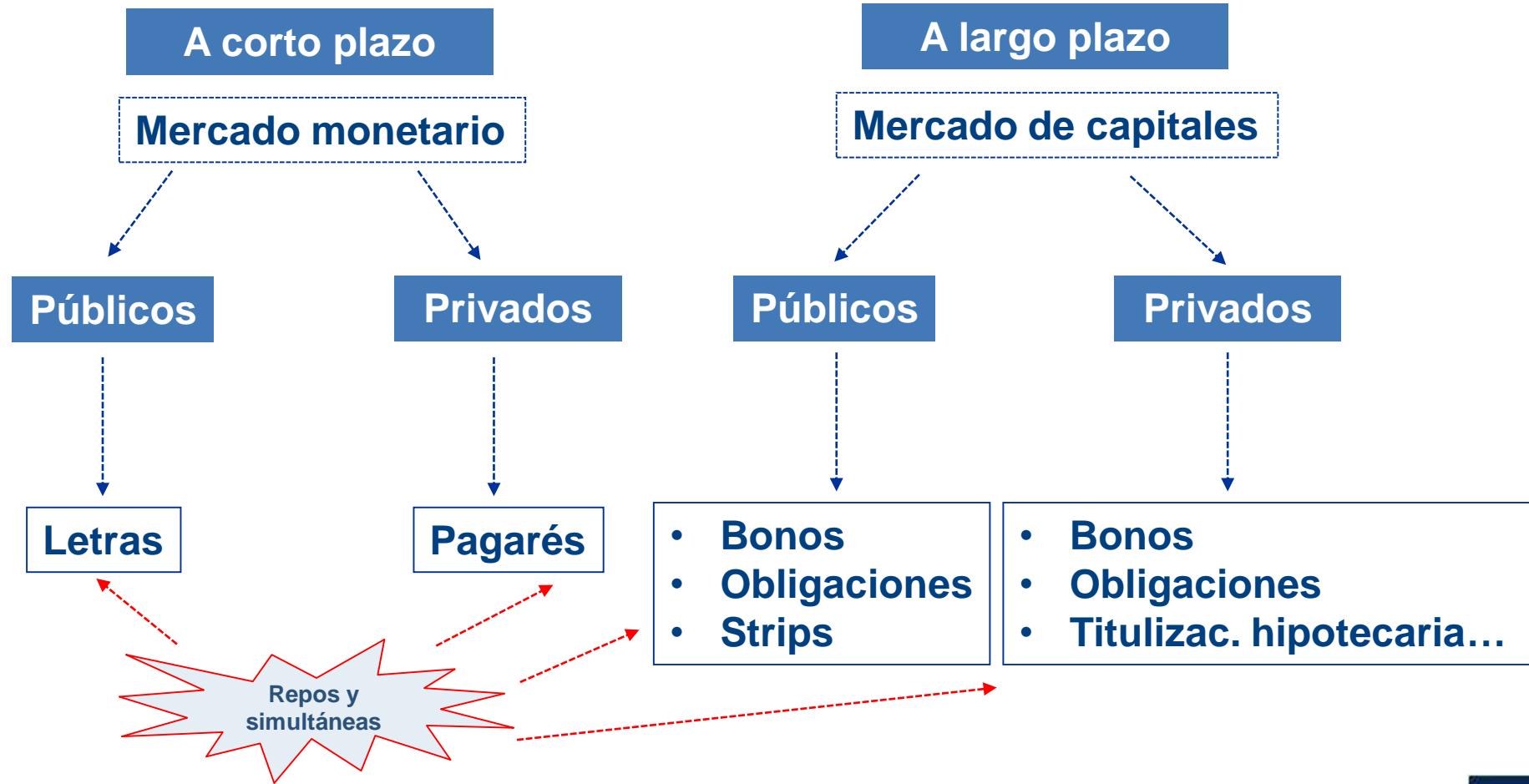
- Un **activo de renta fija** es un instrumento emitido para **captar financiación del inversor final** por el que:
  - el **emisor/deudor se compromete a pagar** (a cambio de un precio)...
  - ...**rendimientos prefijados, constante o variable, de forma periódica** al **comprador/acreedor** ... durante un tiempo establecido
  - transcurrido el cual, **recibirá el principal invertido**, la cantidad prestada
- No confiere derechos políticos al tenedor, solo económicos: **Acreedor no socio.**



- Se negocian en **mercados organizados**, siendo anotaciones en cuenta:
  - Desaparición del título físico

# Renta fija y tipos de interés

## □ Principales activos negociados



# Renta fija y tipos de interés

## Clasificación

□ Segúen varíen a lo largo del **tiempo**:

- Fijo / Variable

□ Segúen se especifique al contratar la operación

- Explícitos / Implícitos

□ Segúen se afecten por la inflación

- Nominales / Reales

□ Segúen el **momento del tiempo** en el que se calculen

- Spot de contado o “cupón cero”
- Implícitos, forward o a plazo

# Renta fija y tipos de interés: Clasificación

## □ Fijo:

- Aquel cuyo valor porcentual se mantiene igual a lo largo del tiempo.
- Es el habitual en los bonos, ya sean del tesoro o de emisores corporativos.

## □ Variable:

- Aquel que varía con el tiempo según las circunstancias del mercado y cuyo valor porcentual consiste en sumar un diferencial fijo o spread a un índice de referencia (Euribor, Libor,...).
- Es el tomado habitualmente para la financiación empresarial y a particulares.

Fuente: Bloomberg

Issuer	Coupon	Maturity	Curr	Announce	Issue Date	Amt Issued (M)	Freq	Cpn Type
1) SPANISH GOV'T	3.250	04/30/16	EUR	10/28/10	11/09/10	3386.69	A	FIXED
2) SPANISH GOV'T	4.850	10/31/20	EUR	07/06/10	07/13/10	13091.63	A	FIXED
3) SPANISH GOV'T	2.500	10/31/13	EUR	05/25/10	06/15/10	13087.88	A	FIXED
4) SPANISH GOV'T	FLOAT	03/17/15	EUR	03/10/10	03/17/10	1500.00	Q	FLOATING
5) SPANISH GOV'T	3.000	04/30/15	EUR	02/25/10	03/09/10	14245.44	A	FIXED

# Renta fija y tipos de interés: Clasificación

- **Tipo de interés explícito** es el precio pagado por el prestatario al prestamista.
  - En un bono constituyen los cupones pagados por el emisor al tenedor del mismo.

Name	Coupon	Mat.Dat	Bid	Ask	B Yield	A Yield
OE 4.40 10-23	4.4 %	31-Oct-2023	114.672	114.736	-0.546	-0.566
OE 4.80 01-24	4.8 %	31-Jan-2024	116.700	117.600	-0.398	-0.649
OE 3.80 04-24	3.8 %	30-Apr-2024	115.014	115.078	-0.525	-0.542
BE 0.25 07-24	0.25 %	30-Jul-2024	102.866	102.916	-0.519	-0.533

Fuente: Reuters

- **Tipo de interés implícito** es el rendimiento obtenido por la posesión de activos emitidos al descuento, como las Letras del Tesoro.

Name	Coupon	Mat.Dat	Bid	Ask	B Yield	A Yield
LT 12-02-21	0	12-Feb-2021	100.126	100.136	-0.568	-0.613
LT 05-03-21	0	05-Mar-2021	100.159	100.170	-0.567	-0.607
LT 15-01-21	0	15-Jan-2021	100.081	100.099	-0.566	-0.686
LT 12-11-21	0	12-Nov-2021	100.558	100.607	-0.566	-0.616

Fuente: Reuters

# Renta fija y tipos de interés: Clasificación

## □ ¿Qué elementos determinan los tipos de interés?

- Inflación esperada, Plazo del crédito, Riesgo del crédito.

## □ Interés nominal: Es el que permite saber cual será el valor futuro de una unidad monetaria transcurrido un tiempo, que generalmente se considera anual.

- Mide el aumento de capital en términos monetarios.

## □ Interés real: Mide el rendimiento de un capital prestado, en términos de la cantidad de bienes y servicios que se pueden adquirir, en vez de considerarlo en términos monetarios.

- Mide el aumento de capital en términos de poder adquisitivo.

## □ Ecuación de Fisher de equilibrio

$$R = \rho + r + \pi$$

R=Tipo de interés nominal

r=Tipo de interés real

π=Inflación esperada

p= prima de riesgo por inflación

# Renta fija y tipos de interés: Clasificación

## Bonos Indexados a Inflación

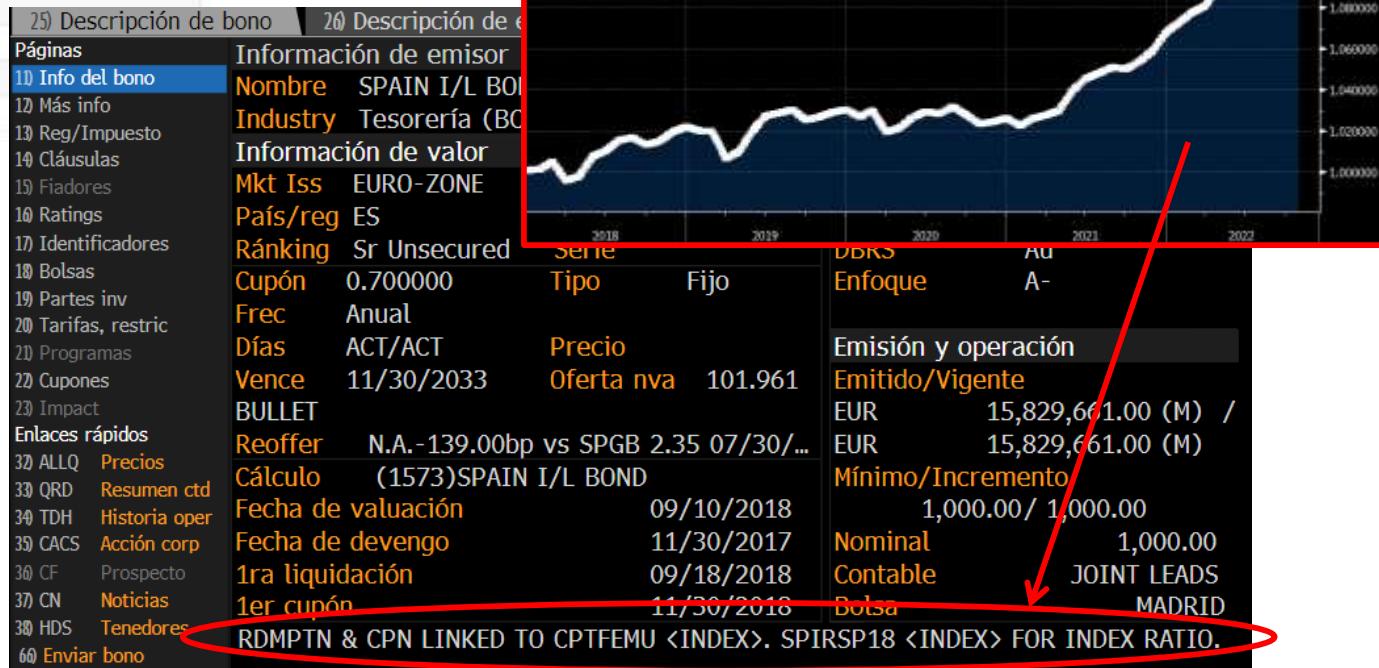
- Protegen al inversor de la pérdida de poder adquisitivo provocada por la inflación.
- Tienen un cupón fijo, estando el principal indexado a la inflación a través del Índice de Precios al Consumo o algún otro índice que mide el poder adquisitivo.
  - Con deflación de precios ocurriría justamente lo contrario.
- Los bonos más conocidos son:
  - En Estados Unidos: “Inflation-Protected Security” (IPS)
  - En Canadá: bonos de rentabilidad real o “Real Return Bond” (RRB),
  - En Inglaterra: bonos indexados a la inflación o “Inflation-linked Gilt” (ILG)
- El mecanismo de ajuste es como sigue:
  - **Cupón real (CR)** : Porcentaje fijo del principal. Se determina al emitir y es fijo a lo largo de la vida del Bono.
  - **Cupón pagadero:** Cupón anual calculado atendiendo a la fórmula:  
$$\text{CR} * \text{Nominal} * \text{Coeficiente de indexación.}$$

# Renta fija y tipos de interés: Clasificación

## □ Bonos Indexados a Inflación: El caso español

Código ISIN	Fecha de vencimiento	Saldo en circulación (*)	Coefficiente indexación	Valor facial
ES0000012B47 O 2,70**	31/10/2048	15.627,6		
ES0000012F19 O € 1,00**	30/11/2048	362,5	1,05689	343,0
ES0000012F27 O € 1,05**	30/11/2049	362,5	1,05689	343,0
ES0000012G00 O 1,00**	31/10/2050	19.539,9		
ES0000012F35 O € 1,10**	30/11/2050	362,5	1,05689	343,0
ES0000012K46 O 1,90**	31/10/2052	7.000,0		
ES00000126D8 O 4,00**	31/10/2064	1.000,0		
ES0000012BE2 O 3,45**	30/07/2066	14.891,6		
ES0000012H58 O 1,45**	31/10/2071	5.000,0		

Fuente: [www.tesoro.es](http://www.tesoro.es)



Fuente: Bloomberg

# Renta fija y tipos de interés: Clasificación

## Tipos de contado, “spot” o “cupón cero”

- Tipo que permite **trasladar capitales desde hoy a una fecha futura, sin riesgo de reinversión con 1 solo flujo**, a través de un operación financiera de capitalización o de descuento.
  - Siempre para **idénticas calidades crediticias**
- La curva definida por los tipos “spot” o contado, se denomina “Estructura Temporal de Tipos de Interés” (ETTi) o técnicamente, “Curva Cupón Cero” (CCC).
- Hasta 1 año, los tipos son por definición cupón cero en los diferentes riesgos:
  - Interbancario: Depósitos
  - Tesoro: Letras
  - Corporativo: Pagarés
- A más de 1 año, ¿no hay tipos cupón cero observables directamente en mercado?

# Renta fija y tipos de interés: Clasificación

## Tipos de contado, “spot” o “cupón cero”

- El mercado cotiza TCC hasta 1 año, luego TIR, rentabilidad o Yield :



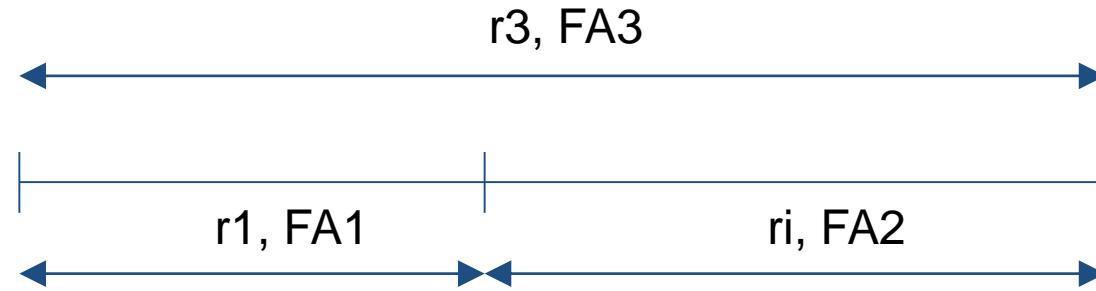
RENTABILIDADES ÚLTIMA SUBASTA:			
Letras a 3 Meses	0.853%	Letras a 6 Meses	1.553%
Letras a 9 Meses	1.983%	Letras a 12 Meses	1.962%
Bonos a 3 Años	2.663%	Bonos a 5 Años	2.228%
Obligaciones a 10 Años	3.225%	Obligaciones a 7 Años	3.247%
Obligaciones 30 Años	3.334%	Obligaciones Indexadas a 15 Años	0.607%
Obligaciones a 50 Años	2.851%	Obligaciones a 15 Años	3.260%
Obligaciones Indexadas a 10 Años	-0.958%	Obligaciones a 20 Años	2.403%
Obligaciones a Vr 6,4 Años	2.632%	Obligaciones a Vr 28,1 Años	3.565%
Obligaciones a Vr 3,6 Años	2.669%		

Fuente: [www.tesoro.es](http://www.tesoro.es)

# Renta fija y tipos de interés: Clasificación

## Tipos implícitos, forward o a plazo

- Aquellos que hacen indiferente invertir 1 unidad monetaria durante un período de tiempo FA3, o invertir esa unidad durante un período de tiempo más corto FA1 y reinvertir la cantidad resultante durante un segundo período FA2 (siendo  $FA1 + FA2 = FA3$ )



- Siendo:

- $r_1$ : tipo de interés del periodo corto FA1
- $r_3$ : tipo de interés del periodo largo FA3
- $r_i$  : tipo implícito para el período FA2 , también llamado “tipo FA1 contra FA2”

# Tipos implícitos

- Para períodos ( $d_j - d_i$ ) hasta 1 año:

$$(1 + r_j * FA_j) = (1 + r_i * FA_i) * (1 + fwd_{i,j} * (FA_j - FA_i)) \Rightarrow$$

$$fwd_{ij} = \left( \frac{1 + r_j * FA_j}{1 + r_i * FA_i} - 1 \right) * \frac{1}{FA_j - FA_i}$$

**!! OJO !!**

$$FA_j = \frac{360}{d_j - VD}$$

$$FA_i = \frac{360}{d_i - VD}$$

- Donde “ $d_j$ ”: Fecha fin de periodo; “ $d_i$ ”: Fecha inicio de periodo; “ $VD$ ”: Fecha de valoración
- Donde no se disponga de puntos de mercado se interpolará linealmente en tipos

# Tipos implícitos

## Ejercicio

Dados los siguientes tipos de interés a 3 y 6 meses, calcular los tipos implícitos 3x6 (Suponga Base Act 360):

- $r_3 \text{ meses (92 días)} = -0,112\%$ ;  $r_6 \text{ meses (184 días)} = -0,075\%$
- $r_3 \text{ meses (90 días)} = -0,100\%$ ;  $r_6 \text{ meses (180 Días)} = -0,080\%$ ;
- $r_3 \text{ meses (91 días)} = -0,110\%$ ;  $r_6 \text{ meses (182 Días)} = -0,078\%$ ;



# Tipos implícitos

$$fwd_{ij} = \left( \frac{1 + r_j * FA_j}{1 + r_i * FA_i} - 1 \right) * \frac{1}{FA_j - FA_i}$$

- Dados los siguientes tipos de interés a 3 y 6 meses, calcular los tipos implícitos 3x6  
(Suponga Base Act 360):

➤ **r3 meses (92 días) = -0,112%; r6 meses (184 días) = -0,075%**

$$fwd_{ij} = \left( \frac{1 + r_j * FA_j}{1 + r_i * FA_i} - 1 \right) * \frac{1}{FA_j - FA_i} = \left( \frac{1 + (-0,075\%) * (\frac{184}{360})}{1 + (-0,112\%) * (\frac{92}{360})} - 1 \right) * \frac{1}{0,511 - 0,256} = \textcolor{blue}{-0,038\%}$$

➤ **r3 meses (90 días) = -0,100%; r6 meses (180 Días) = -0,080%;**

$$fwd_{ij} = \left( \frac{1 + r_j * FA_j}{1 + r_i * FA_i} - 1 \right) * \frac{1}{FA_j - FA_i} = \left( \frac{1 + (-0,075\%) * (\frac{180}{360})}{1 + (-0,10\%) * (\frac{90}{360})} - 1 \right) * \frac{1}{0,50 - 0,25} = \textcolor{blue}{-0,06\%}$$

➤ **r3 meses (91 días) = -0,110%; r6 meses (182 Días) = -0,078%;**

$$fwd_{ij} = \left( \frac{1 + r_j * FA_j}{1 + r_i * FA_i} - 1 \right) * \frac{1}{FA_j - FA_i} = \left( \frac{1 + (-0,078\%) * (\frac{182}{360})}{1 + (-0,110\%) * (\frac{91}{360})} - 1 \right) * \frac{1}{0,506 - 0,253} = \textcolor{blue}{-0,046\%}$$



# Tipos implícitos

- Para períodos ( $d_j - d_i$ ) a más de 1 año:

$$(1 + r_j)^{FA_j} = (1 + r_j)^{FA_j} * (1 + fwd_{ij})^{FA_j - FA_i} \implies$$

$$fwd_{ij} = \left( \frac{(1 + r_j)^{FA_j}}{(1 + r_i)^{FA_i}} \right)^{\frac{1}{FA_j - FA_i}} - 1$$

ii OJO !!

$$FA_j = \frac{360}{d_j - VD}$$

$$FA_i = \frac{360}{d_i - VD}$$

- Donde “ $d_j$ ”: Fecha fin de periodo; “ $d_i$ ”: Fecha inicio de periodo; “VD”: Fecha de valoración
- Donde no se disponga de puntos de mercado se interpolará linealmente en tipos

# Tipos implícitos

## Ejercicio

Dados los siguientes tipos de interés a 12 y 24 meses, calcular los tipos implícitos 12x24 (Suponga Base Act 360):

- $r_{12 \text{ meses}} (366 \text{ días}) = -0,035\%$ ;  $r_{24 \text{ meses}} (732 \text{ días}) = -0,002\%$
- $r_{12 \text{ meses}} (365 \text{ días}) = -0,034\%$ ;  $r_{24 \text{ meses}} (730 \text{ días}) = -0,001\%$ ;
- $r_{12 \text{ meses}} (365 \text{ días}) = -0,032\%$ ;  $r_{24 \text{ meses}} (732 \text{ días}) = -0,003\%$ ;



# Tipos implícitos

$$fwd_{ij} = \left( \frac{(1 + r_j)^{FA_j}}{(1 + r_i)^{FA_i}} \right)^{\frac{1}{FA_j - FA_i}} - 1$$

□ Calcular los tipos implícitos 12x24 (Base Act 360) con los tipos a 12 y 24 meses:

➤  $r_{12}$  meses (366 días) = -0,035%;  $r_{24}$  meses 732 días) = -0,002%

$$fwd_{ij} = \left( \frac{(1 + r_j)^{FA_j}}{(1 + r_i)^{FA_i}} \right)^{\frac{1}{FA_j - FA_i}} - 1 = \left( \frac{(1 - 0,002\%)^{\frac{732}{360}}}{(1 - 0,035\%)^{\frac{366}{360}}} \right)^{\frac{1}{\frac{732}{360} - \frac{366}{360}}} - 1 = 0,031\%$$

➤  $r_{12}$  meses (365 días) = -0,034%;  $r_{24}$  meses (730 días) = -0,001%;

$$fwd_{ij} = \left( \frac{(1 + r_j)^{FA_j}}{(1 + r_i)^{FA_i}} \right)^{\frac{1}{FA_j - FA_i}} - 1 = \left( \frac{(1 - 0,001\%)^{\frac{730}{360}}}{(1 - 0,034\%)^{\frac{365}{360}}} \right)^{\frac{1}{\frac{730}{360} - \frac{365}{360}}} - 1 = 0,032\%$$

➤  $r_{12}$  meses (365 días) = -0,032%;  $r_{24}$  meses (732 días) = -0,003%;

$$fwd_{ij} = \left( \frac{(1 + r_j)^{FA_j}}{(1 + r_i)^{FA_i}} \right)^{\frac{1}{FA_j - FA_i}} - 1 = \left( \frac{(1 - 0,003\%)^{\frac{732}{360}}}{(1 - 0,032\%)^{\frac{365}{360}}} \right)^{\frac{1}{\frac{732}{360} - \frac{365}{360}}} - 1 = 0,0259\%$$



# Renta fija y tipos de interés: Clasificación

- Dada la siguiente situación del mercado de depósitos:

10/28/2022	
Euribor 1 week	0.951 %
Euribor 1 month	1.208 %
Euribor 3 months	1.641 %
Euribor 6 months	2.034 %
Euribor 12 months	2.567 %

Fuente: <https://www.euribor-rates.eu/en/>

- Calcular los siguientes tipos implícitos

- tipo 3 meses contra 6 meses (3x6):
- tipo 6 meses contra 1 año (6x12):



# Renta fija y tipos de interés: Clasificación

- Dada la siguiente situación del mercado de depósitos:

10/28/2022	
Euribor 1 week	0.951%
Euribor 1 month	1.208 %
Euribor 3 months	1.641%
Euribor 6 months	2.034 %
Euribor 12 months	2.567%



$$fwd_{ij} = \left( \frac{1 + r_j * FA_j}{1 + r_i * FA_i} - 1 \right) * \frac{1}{FA_j - FA_i}$$

- Calcular los siguientes tipos implícitos

- tipo 3 meses contra 6 meses (3x6):
  - Hoy → 1,641%; 3m → 2,43%
  
- tipo 6 meses contra 1 año (6x12):
  - Hoy → 2,0341%; 3m → 3,06%

Tipo	3/6	6/12
Operación	28/10/2022 vie	28/10/2022 vie
valor	01/11/2022 mar	01/11/2022 mar
vencimiento 1	01/02/2023 mié	01/05/2023 lun
vencimiento 2	01/05/2023 lun	01/11/2023 mié
Período Corto	92	181
Tipo Corto	1,641%	2,034%
Período largo	181	365
Tipo Largo	2,034%	2,567%
Período entre fechas	89	184
<b>TIPO IMPLICITO</b>	<b>2,430%</b>	<b>3,060%</b>

# Renta fija y tipos de interés: Clasificación

- Con **curvas con pendiente positiva** el tipo implícito será superior al tipo del segundo periodo (largo)
- Con **curvas con pendiente negativa** el tipo implícito será inferior al tipo del segundo periodo (largo)
- Con **curva plana**, el implícito será aproximadamente los tipos de los dos períodos

	Positiva	Plana	Negativa		Positiva	Plana	Negativa
Tipo Corto	1,65%	2,45%	1,45%	Tipo Corto	1,65%	2,45%	1,45%
Tipo Largo	1,85%	2,45%	1,18%	Tipo Largo	1,85%	2,45%	1,18%
FA Corto	0,256	0,250	0,253	FA Corto	1,017	1,014	1,014
FA Largo	0,511	0,500	0,506	FA Largo	2,033	2,028	2,033
Implícito	2,041%	2,435%	0,907%	Implícito	2,016%	2,391%	0,898%

# Estructura Temporal de Tipo de Interés (ETTI)

- La Estructura Temporal de los Tipos de Interés (ETTI) es una función que relaciona el tipo de interés y el plazo de un conjunto de activos con la misma calidad crediticia, fiscalidad y liquidez en un momento determinado.
- La pendiente de esta ETTI refleja las expectativas de los distintos agentes que intervienen en el mercado sobre la evolución futura de los tipos de interés. Supone por lo tanto el consenso del mercado.
- Tipología por forma

- Creciente :

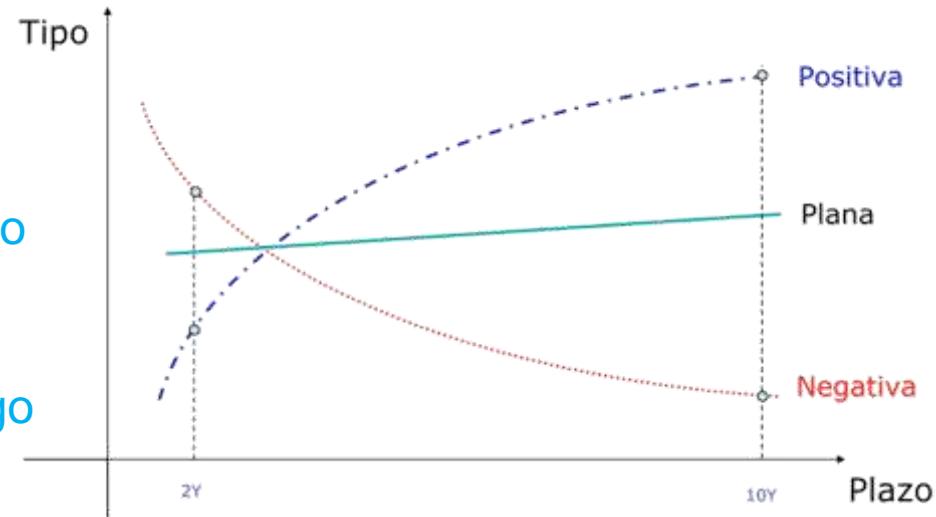
- Positiva ; Tipos a corto < Tipos largo

- Decreciente:

- Negativa; Tipos a corto >Tipos largo

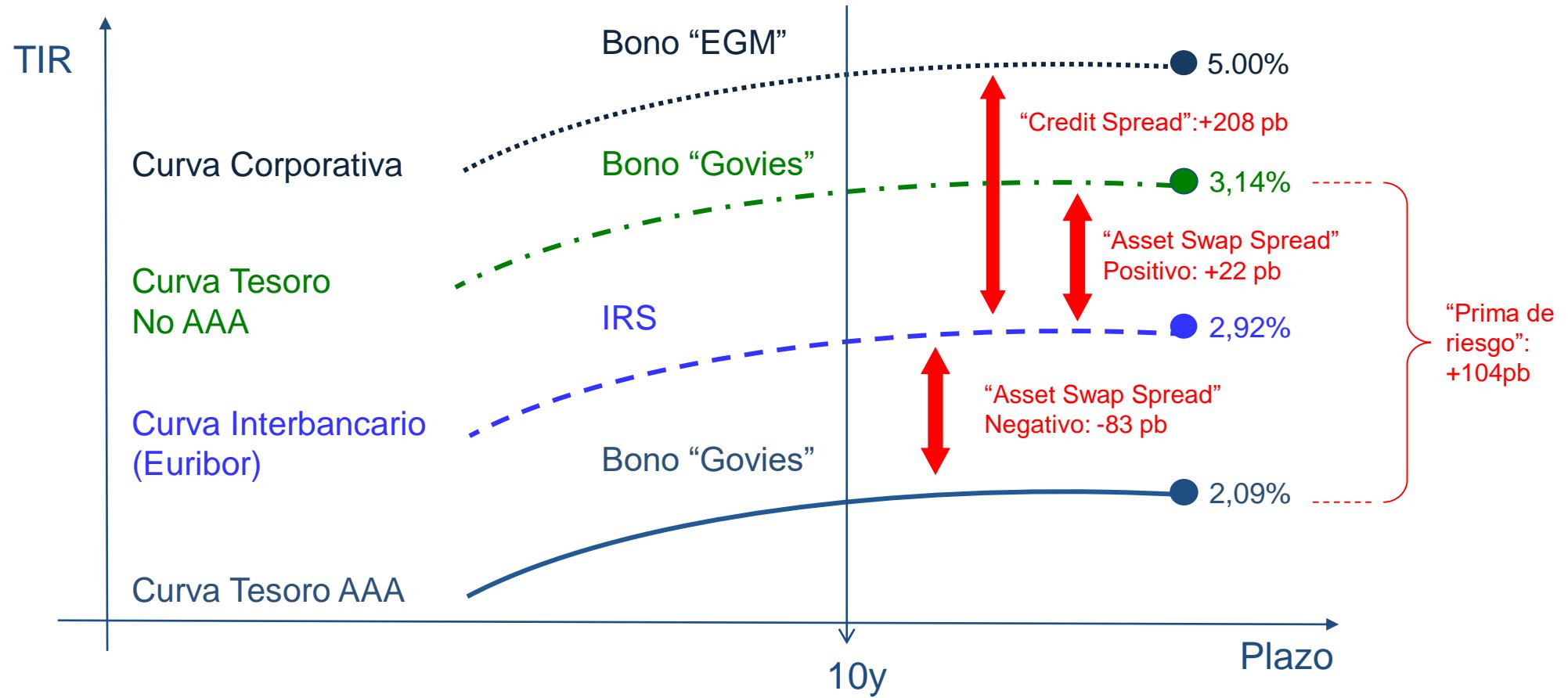
- Plana: Tipos a corto  $\cong$  Tipos largo

- Combinaciones de todas ellas



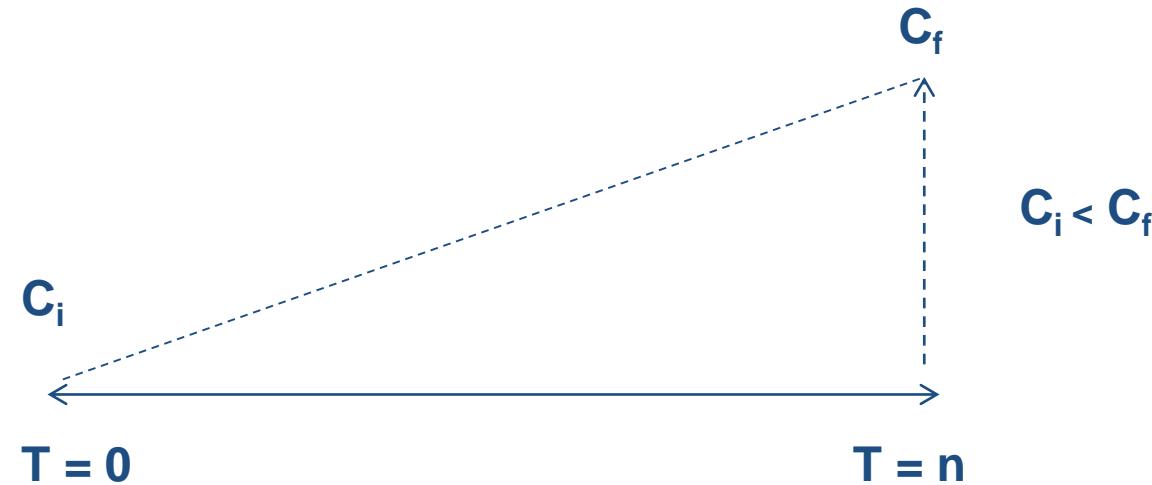
# Estructura Temporal de Tipo de Interés (ETTI)

## □ La ETTI según el emisor



# Capitalización

- Mediante los procesos de **capitalización**, se **trasladan capitales a una fecha futura**, desde el momento actual o presente.
- Se generan **intereses a pagar o cobrar** sobre el capital por el plazo que esté la operación viva.
- La diferencia entre las leyes de capitalización estriba en la **frecuencia de capitalización** y en si los **intereses se incorporan o no al capital inicial**.



# Capitalización

## □ La capitalización simple:

- Se utiliza para **instrumentos a corto plazo, hasta 1 año.**
- Los **intereses que se generan** a lo largo de un período de tiempo dado **no se agregan al Capital** para el cálculo de los intereses del siguiente periodo...
- ... y **son iguales en todos los períodos.**

## □ La capitalización compuesta:

- Se utiliza para **instrumentos cuyo plazo es superior a 1 año.**
- Los **intereses que se generan** a lo largo de un período de tiempo dado **se agregan al capital** para el cálculo de los intereses del siguiente periodo...
- ... y **son diferentes para cada uno de los períodos.**

## □ Al plazo de 1 año, es indiferente

# Capitalización simple y compuesta: Bases

Siendo:

- Cf: capital final; Ci: capital inicial; r: tipo de interés anual; t: número de días del período de la inversión y N el numero de días del año:

	1 año = 360 días	1 año = 365 días	1 año = N días
<b>Capitalización simple</b>	$C_f = C_i * \left(1 + r * \frac{t}{360}\right)$	$C_f = C_i * \left(1 + r * \frac{t}{365}\right)$	$C_f = C_i * \left(1 + r * \frac{t}{N}\right)$
<b>Capitalización compuesta</b>	$C_f = C_i * (1 + r)^{\frac{t}{360}}$	$C_f = C_i * (1 + r)^{\frac{t}{365}}$	$C_f = C_i * (1 + r)^{\frac{t}{N}}$

# Capitalización: Ejemplos

## Ejercicio 1:

- Por necesidades de liquidez se solicita a un banco un préstamo de 10.000 euros a 125 días, cancelándolo en 1 solo pago a un tipo del 0,75% anual. ¿Cuánto pagará a vencimiento?

## Ejercicio 2:

- IPF a interés compuesto del 2,25% anual, retirando un capital de 3.000 euros pasados 2 años. ¿De que importe fue la IPF?

## Ejercicio 3:

- Préstamo por 7.500 euros retirándose al cabo de 8 meses 9.500 euros. ¿Cuál ha sido el tipo de interés aplicado?.



# Capitalización: Ejemplos

## Ejercicio 1:

- Por necesidades de liquidez se solicita a un banco un préstamo de 10.000 euros a 125 días, cancelándolo en 1 solo pago a un tipo del 0,75% anual. ¿Cuánto pagará a vencimiento?

$$C_f = C_i * \frac{1 + r}{b_0}^d = 10.000 * (1 + 0,75\%) * \frac{125}{360} = 10.026,0417\text{€}$$

## Ejercicio 2:

- IPF a interés compuesto del 2,25% anual, retirando un capital de 3.000 euros pasados 2 años. ¿De que importe fue la IPF?

## Ejercicio 3:

$$C_f = C_i * (1 + r)^n \rightarrow 3.000 = C_i * (1 + 2,25\%)^2 \rightarrow C_i = \frac{3.000}{(1 + 2,25\%)^2} = 2.869,4231\text{€}$$

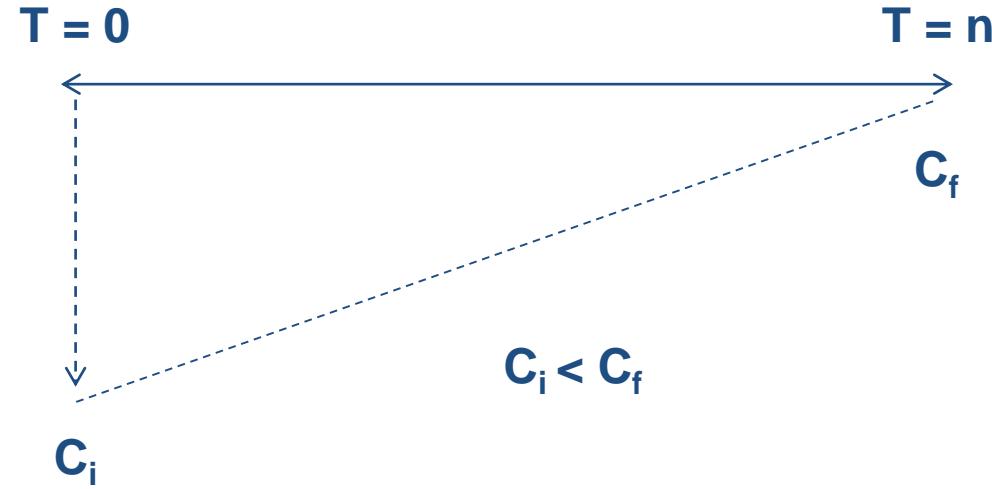
- Préstamo por 7.500 euros retirándose al cabo de 8 meses 9.500 euros. ¿Cuál ha sido de interés aplicado?.

$$C_f = C_i * (1 + r)^n \rightarrow 9.500 = 7.500 * \frac{1 + r}{12\theta}^8 \rightarrow r = \frac{\frac{9.500}{7.500} - 1}{8} * \frac{12\theta}{12\theta} = 40\%$$



# Descuento

- Mediante los procesos de descuento, se trasladan capitales desde una fecha futura, al momento actual o presente.
- La diferencia entre las leyes de descuento estriba en la frecuencia de capitalización.
- Aplicación para valorar activos financieros (bonos, letras, acciones) por “descuento de flujos” y construir productos estructurados.



# Factores de descuento

- A partir de la ley de capitalización simple:

$$C_F = C_i * (1 + r * t) \Rightarrow C_i = \frac{C_F}{1 + r * t} = C_F * \frac{1}{1 + r * t} = C_F * FD_t$$

- A partir de la ley de capitalización compuesta:

Donde CF: Capital Final; CI : Capital Inicial; FD: Factor de descuento

$$C_F = C_i * (1 + r)^t \Rightarrow C_i = \frac{C_F}{(1 + r)^t} = C_F * \frac{1}{(1 + r)^t} = C_F * FD_t$$

- El factor de descuento para el período “t” es el valor hoy de una unidad monetaria pagada dentro “t” (años).

# Factores de descuento

- $r$  : tipo de interés anual
- $t$  : número de días del período de la inversión

	1 año =360 días	1 año =365 días	1 año=N días
<b>Capitalización simple</b>	$FD_t = \frac{1}{1 + r \frac{t}{360}}$	$FD_t = \frac{1}{1 + r \frac{t}{365}}$	$FD_t = \frac{1}{1 + r \frac{t}{N}}$
<b>Capitalización compuesta</b>	$FD_t = \frac{1}{(1 + r)^{\frac{t}{360}}}$	$FD_t = \frac{1}{(1 + r)^{\frac{t}{365}}}$	$FD_t = \frac{1}{(1 + r)^{\frac{t}{N}}}$

# Factores de descuento

## Evolución del factor de descuento según plazos y tipos

	Tipo de interés												
	-2,00%	-1,00%	0,00%	1,00%	2,00%	3,00%	4,00%	5,00%	6,00%	7,00%	8,00%	9,00%	10,00%
Plazo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	1,02041	1,01010	1,00000	0,99010	0,98039	0,97087	0,96154	0,95238	0,94340	0,93458	0,92593	0,91743	0,90909
2	1,04123	1,02030	1,00000	0,98030	0,96117	0,94260	0,92456	0,90703	0,89000	0,87344	0,85734	0,84168	0,82645
3	1,06248	1,03061	1,00000	0,97059	0,94232	0,91514	0,88900	0,86384	0,83962	0,81630	0,79383	0,77218	0,75131
4	1,08417	1,04102	1,00000	0,96098	0,92385	0,88849	0,85480	0,82270	0,79209	0,76290	0,73503	0,70843	0,68301
5	1,10629	1,05154	1,00000	0,95147	0,90573	0,86261	0,82193	0,78353	0,74726	0,71299	0,68058	0,64993	0,62092
6	1,12887	1,06216	1,00000	0,94205	0,88797	0,83748	0,79031	0,74622	0,70496	0,66634	0,63017	0,59627	0,56447
7	1,15191	1,07289	1,00000	0,93272	0,87056	0,81309	0,75992	0,71068	0,66506	0,62275	0,58349	0,54703	0,51316
8	1,17542	1,08372	1,00000	0,92348	0,85349	0,78941	0,73069	0,67684	0,62741	0,58201	0,54027	0,50187	0,46651
9	1,19940	1,09467	1,00000	0,91434	0,83676	0,76642	0,70259	0,64461	0,59190	0,54393	0,50025	0,46043	0,42410
10	1,22388	1,10573	1,00000	0,90529	0,82035	0,74409	0,67556	0,61391	0,55839	0,50835	0,46319	0,42241	0,38554



**¡¡ OJO al valor del FD con tipos de interés negativos !!**

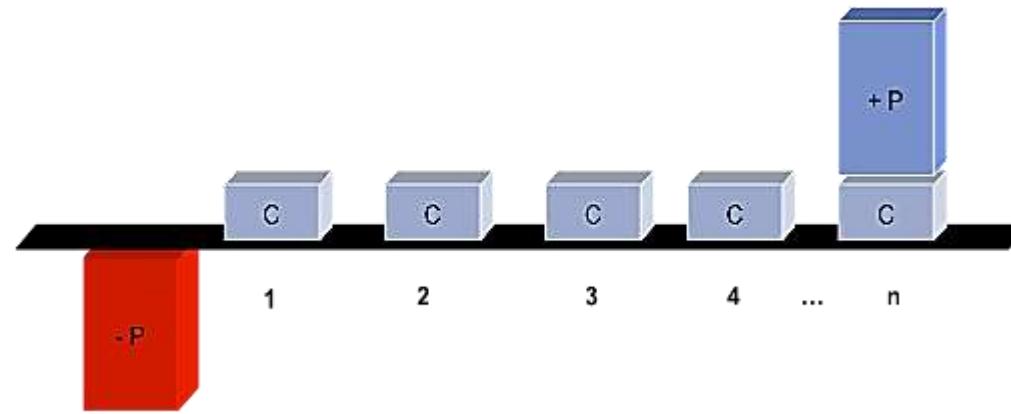
- Si  $r < 0 \rightarrow FD > 1$
- Si  $r > 0 \rightarrow FD < 1$

# Índice

1. Fundamentos matemáticos
2. Valoración de un bono
  - Cálculo del Precio Forward de un bono
3. Medidas de riesgo de bonos:
  - El criterio de la TIR
  - Duración, sensibilidad y convexidad
4. Estrategias con bonos

# Bonos

- Activos financieros de renta fija por los que el tenedor o suscriptor del mismo (bonista) presta dinero a un emisor a cambio de unos intereses periódicos (cupón), hasta la fecha de amortización (vencimiento), en la cual el emisor está obligado a devolver la totalidad del capital (nominal)



- Los bonos pueden ser emitidos por el estado (“bonos gobierno” o “govies”), administraciones locales y autonomicas, por entidades supranacionales (EIB, ERDB...) o por empresas privadas (deuda corporativa o renta fija privada).
- En general, son representados en anotaciones en cuenta, no por títulos físicos

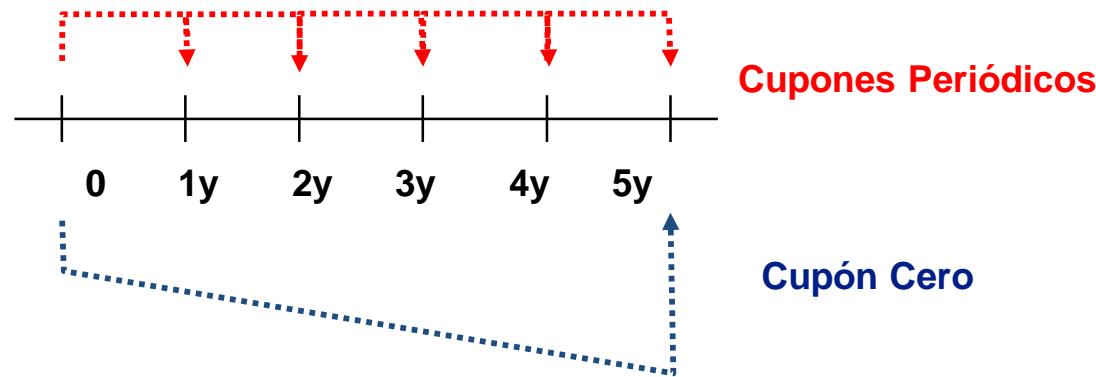
# Bonos: Componentes

## □ Nominal:

- **Valor facial unitario** de cada bono u obligación → Bonos y Letras = 1.000€

## □ Cupón:

- Cada uno de los **flujos que el emisor paga al inversor periódicamente**, expresados como un **porcentaje sobre el nominal del bono**.
- **Cupón cero:** Valor sin cupones intermedios, recibiéndose **todo a vencimiento**
- **Cupón corrido:** Es la parte del **cupón devengada y no pagada**



# Bonos: Componentes

## Fecha de emisión:

- Momento de **nacimiento de un bono** u obligación

## Fecha de devengo:

- Momento en el que se **empieza a devengar el cupón**
- Puede **no coincidir con la emisión**

## Fecha de vencimiento u amortización:

- Momento de la **extinción de la obligación** con la devolución del principal.
  - En España: Bonos: Hasta 5y, Obligaciones: > 5y
- **Pueden existir amortizaciones parciales** anticipadas previstas u opcionales
  - Impacto en la valoración

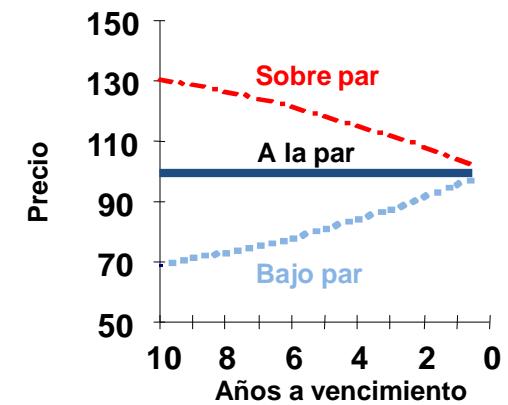
# Bonos: Componentes

## □ Emisiones al descuento:

- Activo cupón cero en el que el **inversor recibe el importe de los intereses en el momento de la adquisición y a vencimiento recupera el principal**

## □ Precio de reembolso:

- Precio al que **se devuelve el capital** al amortizar
- **Normalmente a la par**, independientemente del precio al vencimiento
- Pueden existir prima de amortización:
  - Amortizan por encima de la par (p.e.: Prima del 10%; Amortiza al 110%)



# Bonos: Componentes

## □ Precio de emisión:

- **Precio efectivo** de cada valor en el momento de su emisión.
  - “**A la par**”: precio efectivo = precio nominal ( $\approx 100\%$ )
  - “**Con prima**”: precio efectivo > precio nominal ( $> 100\%$ )
  - “**Con descuento**”: precio efectivo < precio nominal ( $< 100\%$ )

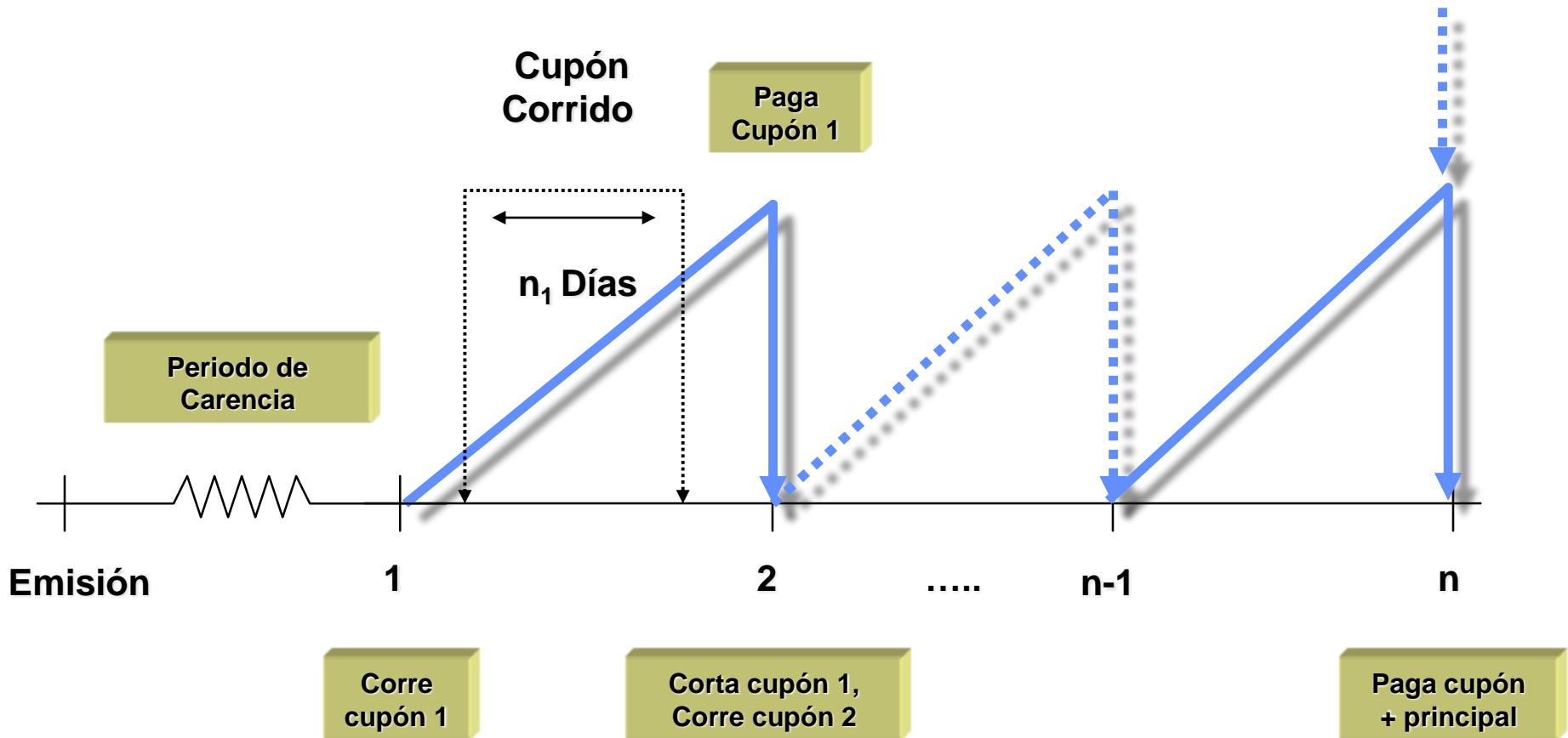
## □ Precio de mercado:

- **Ex- cupón**: precio cotizado en mercado (Precio limpio o “**clean price**”)
- **Efectivo**: Precio ex-cupón más cupón corrido (Precio sucio o “**gross price**”)

## □ TIR:

- **Rentabilidad cotizada del bono** o Tasa de descuento que iguala el V.A de los flujos del bono a su precio de mercado

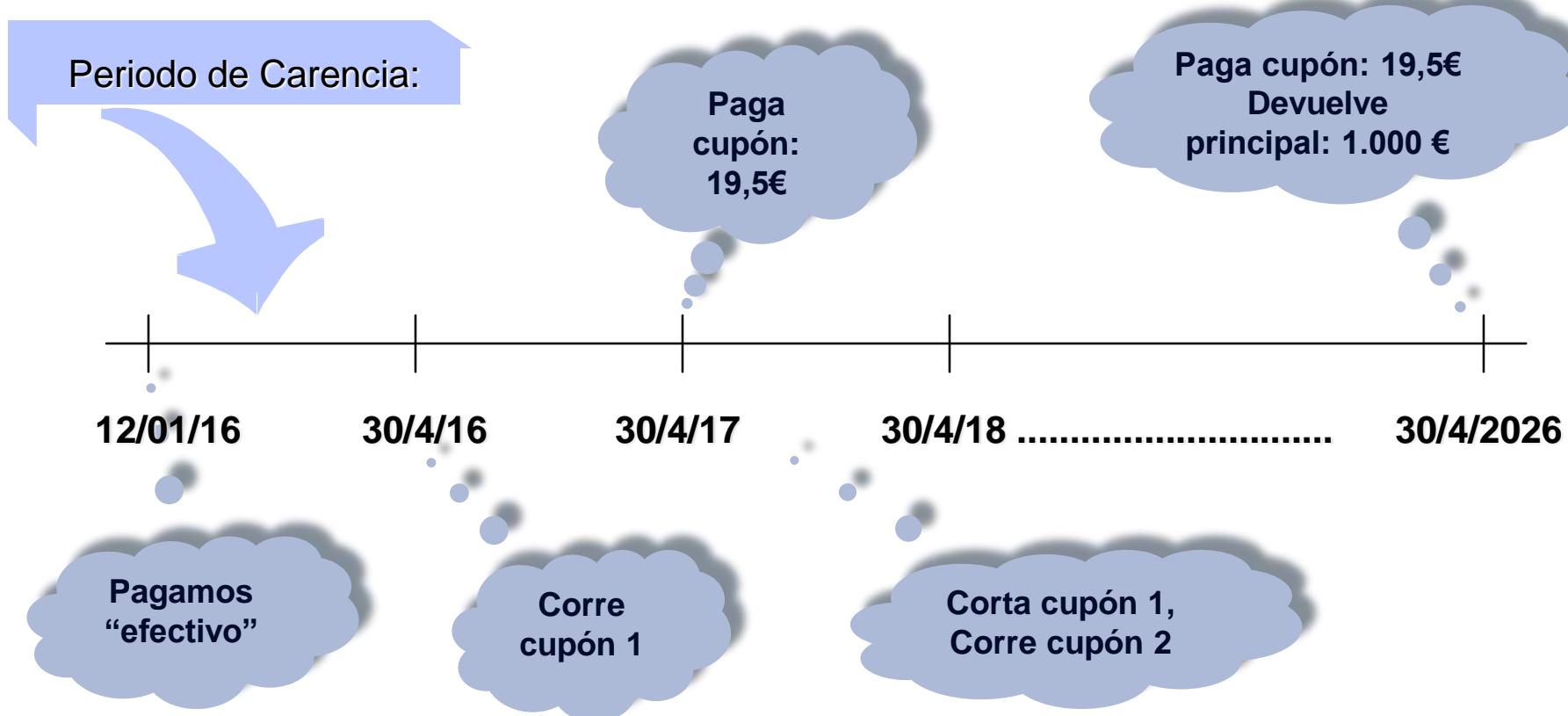
# Bonos: Estructura Temporal



# Bonos: Estructura Temporal

**EJEMPLO: Bono Cupón 1,95% Vencimiento 30-04-2026.**

**Emisión 12/1/2016. Comienza cupón 30/04/2016. Inversión: 1.000 €**



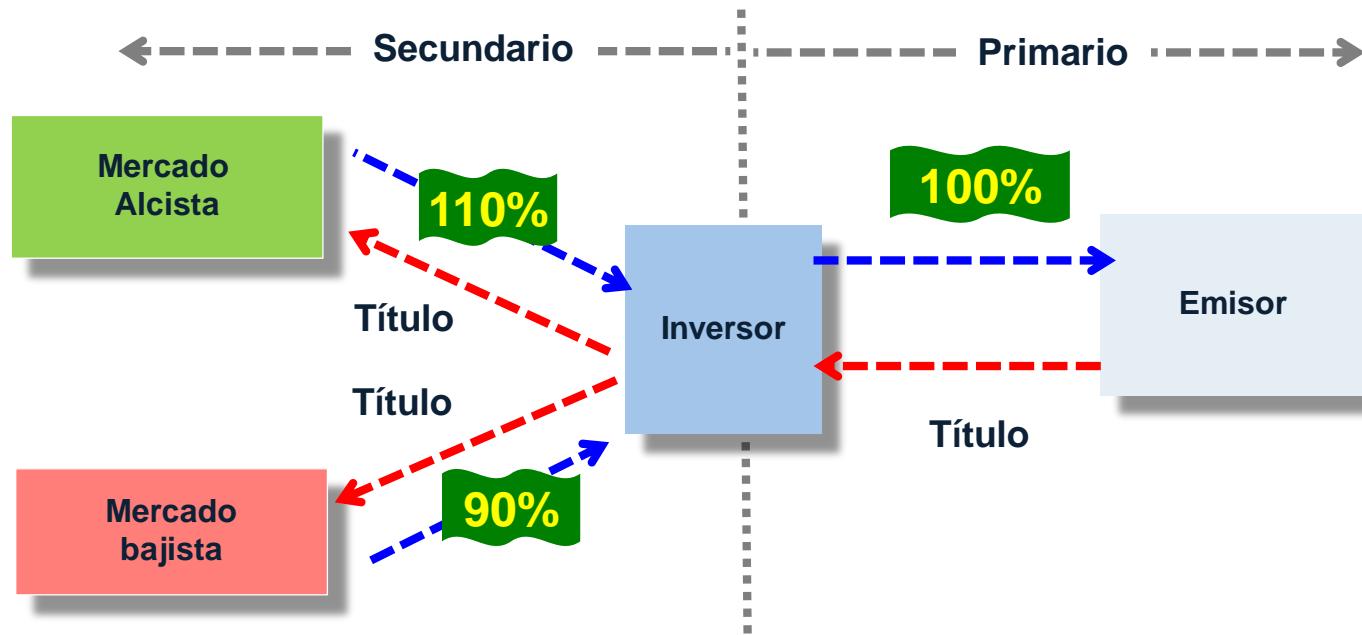
# Bonos: Estructura Temporal

SPGB 1.95 04/30/26 € ↓ 103.390	+ .102	103.355 / 103.425	1.585 / 1.577
A 10:43	-- x --	Source BGN	
SPGB 1.95 04/30/26 Corp	97) Paráms	Pg 1/11 Descripción de valor: bono	
	94) Notas	95) Comprar	96) Vender
<b>25) Descripción de bono</b>	<b>26) Descripción de emisor</b>		
<b>Páginas</b>	<b>Información de emisor</b>	<b>Identificadores</b>	
11) Info del bono	Nombre BONOS Y OBLIG DEL ESTADO	Número ID JV6108536	
12) Más info	Industry Soberanos	ISIN ES00000127Z9	
13) Cláusulas	<b>Información de valor</b>	FIGI BBG00BVLYD08	
14) Fiadores	Mkt Iss Eurozona	<b>Ratings</b>	
15) Ratings	País ES	S&P BBB+	
16) Identificadores	Divisa EUR	Fitch BBB+	
17) Bolsas	Ránking Sr Unsecured	DBRS AL	
18) Partes inv	Cupón 1.950000	Composite BBB+	
19) Tarifas, restric	Frec Anual	<b>Emisión y operación</b>	
20) Programas	Días ACT/ACT	EUR 14,943,840.00 (M) /	
21) Cupones	Vence 04/30/2026	EUR 14,943,840.00 (M)	
<b>Enlaces rápidos</b>	<b>BULLET</b>	<b>Mínimo/Incremento</b>	
32) ALLQ Precios	Sprd emi +105bp vs Mid Swaps	1,000.00 / 1,000.00	
33) QRD Resumen co	Cálculo (1029)SPAIN:GOVT BONDS	Nominal 1,000.00	
34) TDH Historia ope	Fecha de anuncio 01/12/2016	Contable JOINT LEADS	
35) CAC Acción corp	Fecha de devengo 01/19/2016	Bolsa Múltiple	
36) CF Prospecto	1ra liquidación 01/19/2016		
37) CN Noticias	1er cupón 04/30/2016		
38) HDS Tenedores			
39) VPR Info subyac			

Fuente: Bloomberg

# Mercados primarios: Subasta

- Los emisores buscan financiarse en los diferentes mercados emitiendo activos a cambio del dinero de los inversores y convirtiéndoles en acreedores (deuda) o accionistas (acciones)
- Los valores se negocian por primera vez en el mercado primario originándose su “nacimiento”
- Solo es en esta ocasión cuando los emisores ingresan el importe de los títulos emitidos.
- Cualquier variación del precio del activo al alza o a la baja posterior a la emisión, es percibida por los inversores no por el emisor



# Bonos

## Operativa en secundario:

- Una vez emitido un bono en el mercado primario, comienza inmediatamente a cotizar en el mercado secundario.
- Formación de precios: el precio de un bono se establece en función de la oferta y demanda generada por los distintos participantes.



Spain, Kingdom of (Government) 1.400% 30 Jul 2028

ES0000012B88 | EUR | DEUDA | Baa1 | (MO)

THOMSON REUTERS EVALUATED				MARKETAXESS L2		
BEST_PRICE	TRADEWEB	TIME	YIELD	BID	ASK ▲	YIELD
100.487		10:21	1.3440	100.487	100.506	10:28
				SELL	BUY	
CONTRIBUTOR		TIME	YIELD	BID	ASK ▲	YIELD
MARKETAXESS		10:28	1.3475	100.460	100.506	1.3424
MARKETAXESS L2		10:28		100.460	100.506	10:28
HSBC		10:20	1.3488	100.449	100.521	1.3407
MTS SPAIN		10:09	1.3490	100.450	100.530	1.3400
TRADEWEB		10:29	1.3490	100.448	100.531	1.3400
BANCO SANTANDER		10:29		100.445	100.535	10:29
DZ BANK		10:28	1.3517	100.427	100.547	1.3382

Fuente: Reuters

# Bonos

## □ TIR mundiales

### Americas 10-Year Government Bond Yields

COUNTRY	YIELD	1 DAY	1 MONTH	1 YEAR	TIME (EST)
<b>United States »</b>	4.14%	-7	+26	+266	12:08 PM
<b>Canada</b>	3.49%	-10	+11	+187	12:08 PM
<b>Brazil</b>	12.16%	+10	+34	+43	12:08 PM
<b>Mexico</b>	9.75%	-5	+12	+247	12:07 PM

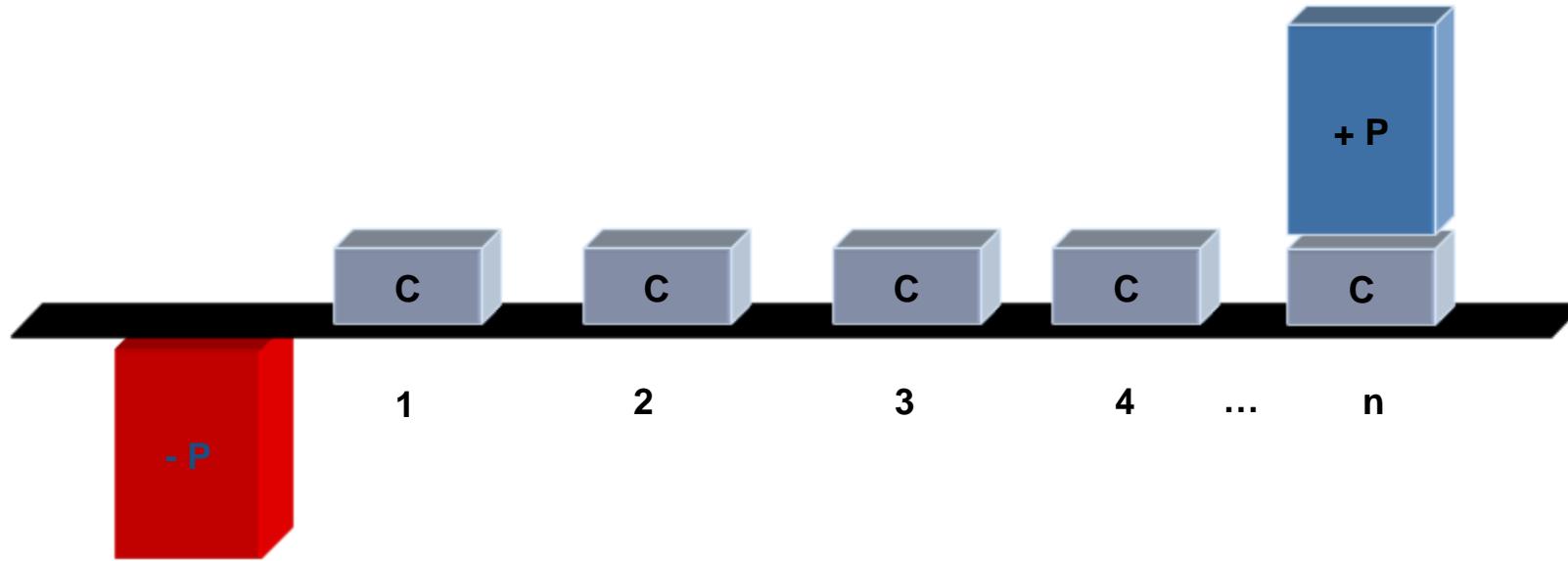
### Europe, Middle East & Africa 10-Year Government Bond Yields

COUNTRY	YIELD	1 DAY	1 MONTH	1 YEAR	TIME (EST)
<b>Germany »</b>	2.27%	-6	+9	+252	11:59 AM
<b>United Kingdom »</b>	3.54%	-9	-69	+269	11:59 AM
<b>France</b>	2.79%	-7	0	+270	11:59 AM
<b>Italy</b>	4.37%	-10	-31	+349	11:59 AM
<b>Spain</b>	3.31%	-7	-9	+288	11:59 AM
<b>Netherlands</b>	2.54%	-7	+4	+267	11:59 AM
<b>Portugal</b>	3.22%	-7	-6	+289	11:59 AM
<b>Greece</b>	4.65%	-8	-14	+359	11:59 AM
<b>Switzerland</b>	1.06%	-6	-26	+132	11:48 AM

Fuente: Bloomberg

# Valoración de Bonos

- El precio teórico de un bono es el valor presente de todos los flujos futuros generados por el bono (cupones y principal) descontados al tipo de interés correspondiente según el plazo:



$$Px \text{ Bono} = \frac{C_1}{(1+r_1)^{\frac{t_1}{\text{Act}}}} + \frac{C_2}{(1+r_2)^{\frac{t_2}{\text{Act}}}} + \dots + \frac{C_n}{(1+r_n)^{\frac{t_n}{\text{Act}}}} + \frac{\text{Principal}}{(1+r_n)^{\frac{t_n}{\text{Act}}}}$$

# Valoración de Bonos

## □ Cupón corrido :

- Parte de cupón proporcional al número de días desde la última fecha de cupón (o fecha de inicio de devengo de intereses que suele coincidir con la fecha de emisión si no se ha pagado ningún cupón) y la fecha valor del bono.

## □ Cálculo cupón corrido:

$$CC = \text{Nominal} * \text{Cupón\%} * \frac{n^{\circ} \text{ días}}{\text{Act}}$$

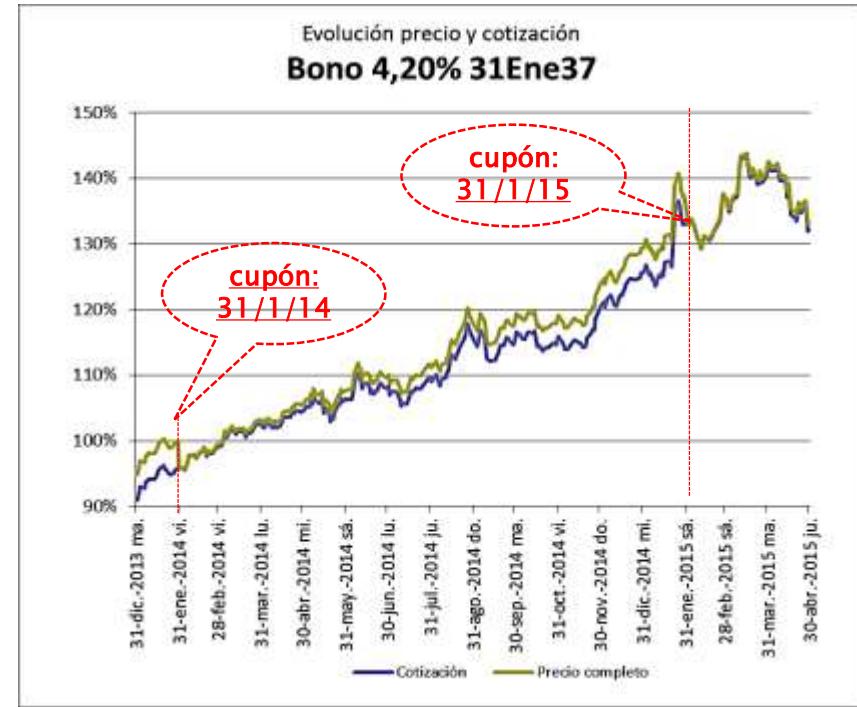
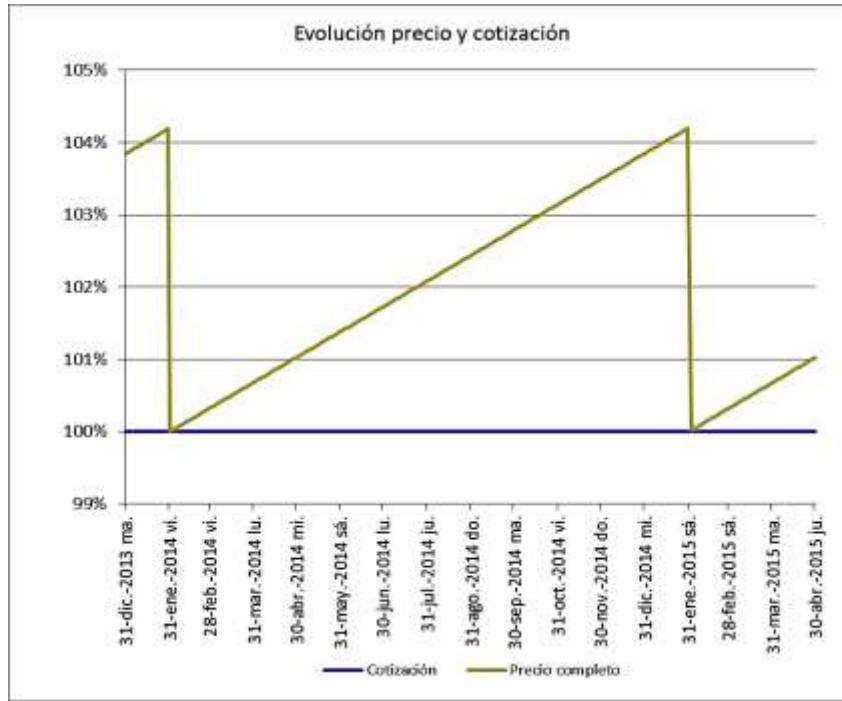
## □ Precio total (precio sucio) y ex - cupón (precio limpio)

- **Precio total:** Cantidad de dinero a desembolsar / nominal del bono.
  - OJO a la fecha valor del bono: En España la liquidación del efectivo es d+2
- **Cotización o Precio ex – cupón:** Restar del precio total, el cupón corrido

$$P_{\text{ex - cupón}} = P_t - CC = P_t - \left( C * \frac{\text{Días}}{\text{Act}} \right)$$

# Valoración de Bonos

- Los bonos cotizan ex-cupón para eliminar el efecto distorsionador del cupón corrido (siempre suma) en la evolución del precio del bono
  - Compensaría el efecto del movimiento de tipos (que afecta al precio) con el cupón corrido, si la cotización no hubiera variado, pero su precio completo sí



# Valoración de Bonos: Ejercicio

- Calcular el efectivo (“invoice amount”) a desembolsar por la compra de 1.000 € del Bono SPGB 0,50% Vencimiento 31-10-2031, siendo la fecha de la operación 19/11/21 y su cotización 100,5105:



# Valoración de Bonos: Ejercicio - Solución

- Calcular el efectivo (“invoice amount”) a desembolsar por la compra de 1.000 € del Bono SPGB 0,50% Vencimiento 31-10-2031, siendo la fecha de la operación 19/11/21 y su cotización 100,5105:

Vencimiento	31-oct-2031 vie
Cupón	0,50%
Fecha contratación	19-nov-2021 vie
cotización	100,5105
Fecha liquidación	23-nov-2021 mar
Ultimo Cupón	31-oct-2021 dom
Proximo Cupón	31-oct-2022 lun

Días desde ultimo cupón hasta fecha ida ("d1")	23
Días hasta próximo Cupón	342
Dias Base ("Act")	365
FRAC AÑO	0,0630

CC	0,031507%
Precio completo	100,542%
Nominal	1.000.000,00 €
Efectivo	1.005.420,07 €

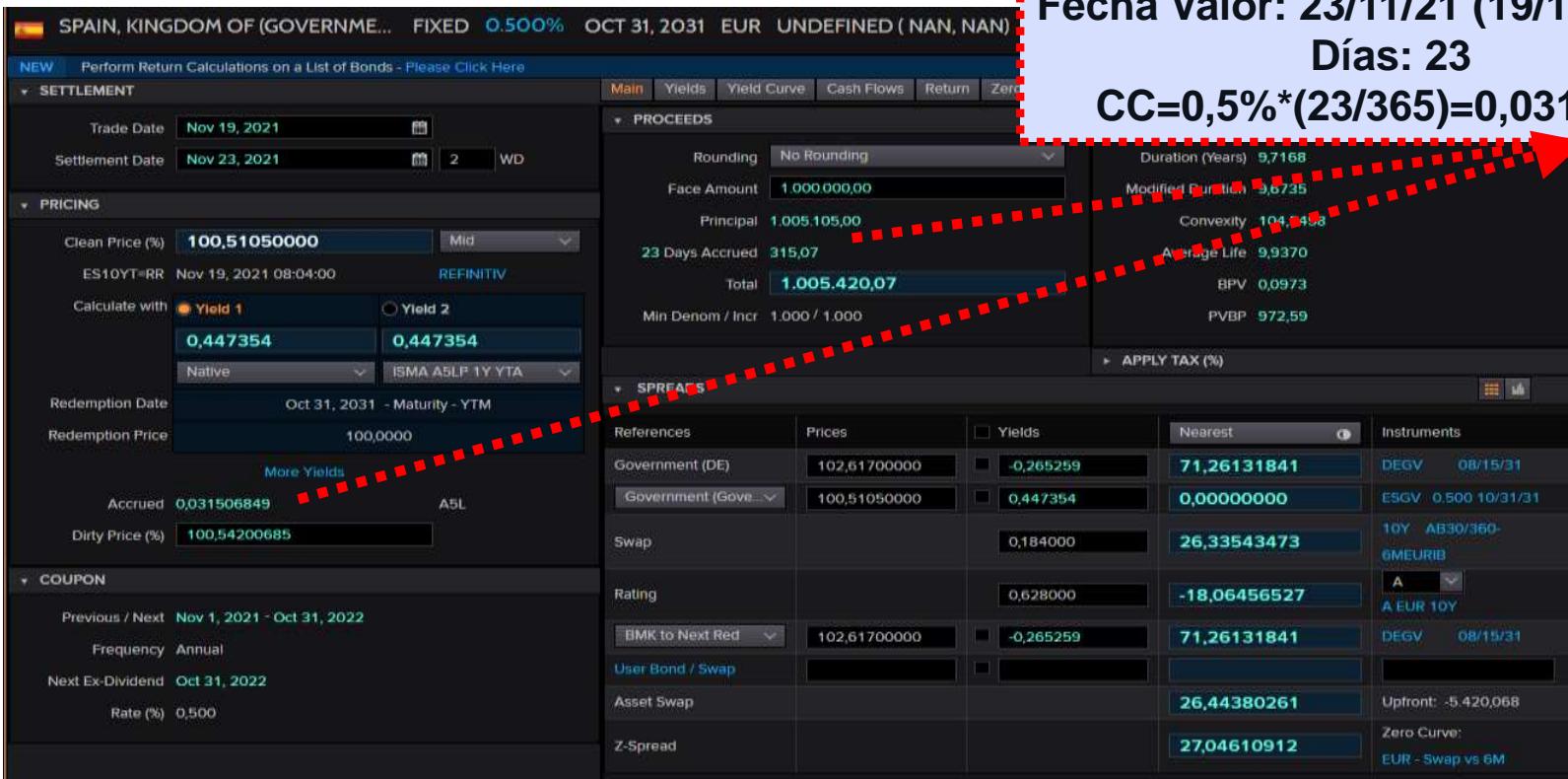


# Valoración de Bonos: Ejercicio - Solución

- Calcular el efectivo (“invoice amount”) a desembolsar por la compra de 1.000 € del Bono SPGB 0,50% Vencimiento 31-10-2031, siendo la fecha de la operación 19/11/21 y su cotización 100,5105:

Fuente: Reuters

**Último Cupón: 31/10/21**  
**Fecha Valor: 23/11/21 (19/11/21 +2d)**  
**Días: 23**  
 $CC=0,5\%*(23/365)=0,031507\%$



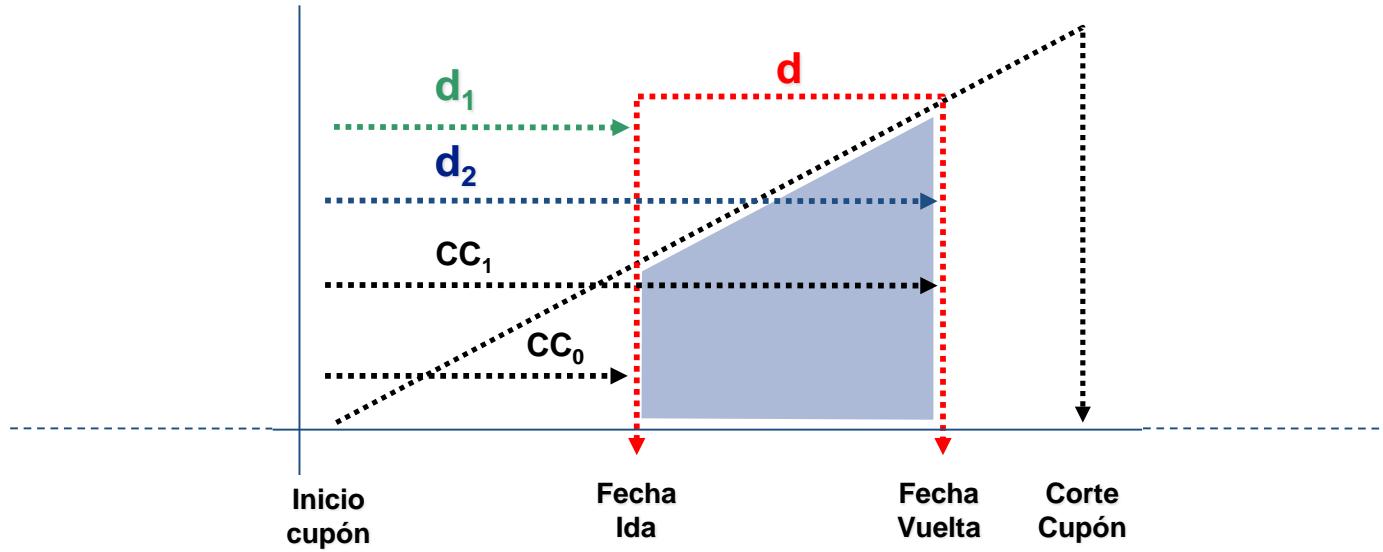
Parameter	Value
Trade Date	Nov 19, 2021
Settlement Date	Nov 23, 2021
Clean Price (%)	100,51050000
ES10YT=RR	Nov 19, 2021 08:04:00
Calculate with	Yield 1: 0,447354
Redemption Date	Oct 31, 2031 - Maturity - YTM
Redemption Price	100,0000
Accrued	0,031506849
Dirty Price (%)	100,54200685
Previous / Next	Nov 1, 2021 - Oct 31, 2022
Frequency	Annual
Next Ex-Dividend	Oct 31, 2022
Rate (%)	0,500
Face Amount	1.000.000,00
Principal	1.005.105,00
23 Days Accrued	315,07
Total	1.005.420,07
Duration (Years)	9,7168
Modified Duration	9,6735
Convexity	104,558
Average Life	9,9370
BPV	0,0973
PVBP	972,59
References	Government (DE): 102,61700000, Government (Gove...): 100,51050000
Swap	0,184000
Rating	0,628000
BMK to Next Red	102,61700000
User Bond / Swap	
Asset Swap	26,44380261
Z-Spread	27,04610912



# Valoración de Bonos: Precio Forward

- El precio a plazo (Forward) de un activo será igual al precio hoy (“Spot”) más costes e ingresos que ocasione su posesión hasta la fecha forward (NO al vencimiento del bono), es decir, su “Net cost of carry”:
  - Gastos = coste de financiación o de oportunidad; Ingresos = cupones
- Es un diferencial de tipos inversión (cupón) – financiación:
  - Cost of carry negativo: financiación es mayor que inversión.
    - $P_{fwd} > P_{spot}$  = Mantener el bono es caro
  - Cost of carry positivo: financiación es menor que inversión.
    - $P_{fwd} < P_{spot}$  = Mantener el bono es barato
- Inconvenientes de las operaciones forward
  - Costes de transacción: búsqueda de contrapartida, negociación
  - Posible insolvencia de la contrapartida, mayor a mayor plazo

# Valoración de Bonos: Precio Forward sin corte

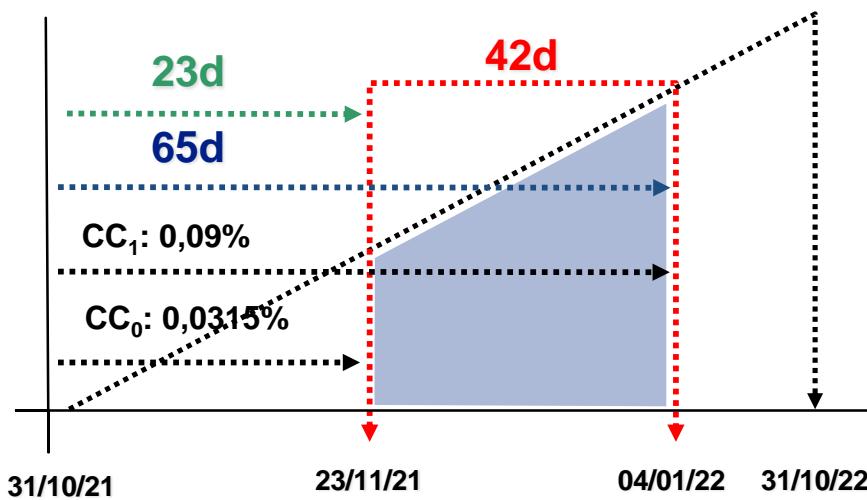


$$P_1 = (P_0 + CC_0) * \left(1 + r * \frac{d}{Act}\right) - CC_1 =$$

$$P_1 = \left(P_0 + C * \frac{d_1}{Act}\right) * \left(1 + r * \frac{d}{Act}\right) - \left(C * \frac{d_2}{Act}\right)$$

- $P_1$  : Precio del bono en fecha forward (Incógnita)
- $P_0$  : Precio Spot (hoy) del bono (Ex-cupón)
- $C$  : Cupón del Bono
- $CC_0$  : Cupón corrido a la fecha de hoy
- $CC_1$  : Cupón corrido a la fecha forward
- $r$  : Tipo de Interés al plazo forward
- $d$  : Días periodo forward
- $d_1$ : Días desde el último corte de cupón
- $d_2$ : Días hasta hasta fecha forward
- $Act$  : Base de cálculo

# Valoración de Bonos: Precio Forward sin corte



Vencimiento	31-oct-2031 vie
Cupón	0,50%
Fecha contratación	19-nov-2021 vie
cotización	100,5105%
Fecha liquidación	23-nov-2021 mar
Tipo financiación ("r <sub>f</sub> ")	-0,3518750%
Horizonte ("d")	42
Fecha Vuelta	4-ene.-22
DATOS INTERMEDIOS	
Ultimo Cupón	31-oct-2021 dom
Proximo Cupón	31-oct-2022 lun
Corta cupón???	No

Días desde ultimo cupón hasta fecha ida ("d1")	23
Días hasta próximo Cupón	342
Dias Base ("Act")	365
FRAC AÑO	0,063
CC Ida ("CC0")	0,031506849%
Precio Completo IDA (P0+CC0)	100,542%
Dias desde corte de cupón hasta Vuelta ("d2")	65
CC Vuelta ("CC1")	0,09%
Forward	100,41226%

# Valoración de Bonos: Precio Forward sin corte

SPAIN, KINGDOM OF (GOVERNMENT) FIXED 0.500% OCT 31, 2031 EUR UNDEFINED ( NAN, NAN ) ISIN: ES0000012132

NEW Perform Return Calculations on a List of Bonds - Please Click Here

SETTLEMENT		Main	Yields	Yield Curve	Cash Flows	Return	Zero Curve	Forward Price	Cross Currency	Trade Ticket
Trade Date	Nov 19, 2021									
Settlement Date	Nov 23, 2021		2	WD						

HORIZON		REPO	
Start Date	Nov 23, 2021	Rate	-0,351875
End Date	Jan 4, 2022	Day Count Basis	Act/Act
		Rate Frequency	Semi-Annual
		Rate Type	Actual

FORWARD PRICING	
Clean Price (%)	100,51050000
Yield (%)	0,456937

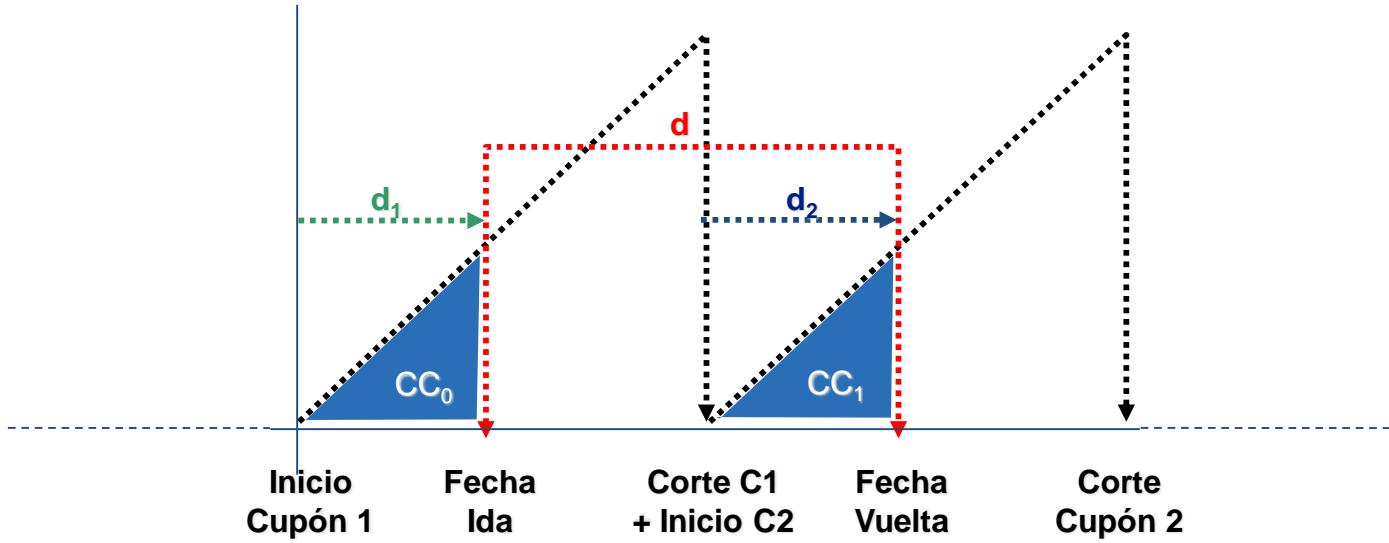
ID	Tenor	Rate	Date
EURIBORSWD=	SW	-0,5710	Nov 30, 2021
EURIBOR2WD=	2W	0,0000	Dec 7, 2021
EURIBOR1MD=	1M	-0,5630	Dec 23, 2021
EURIBOR2MD=	2M	0,0000	Jan 24, 2022
EURIBOR3MD=	3M	-0,5640	Feb 23, 2022
EURIBOR6MD=	6M	-0,5330	May 23, 2022
EURIBOR9MD=	9M	0,0000	Aug 23, 2022
EURIBOR1YD=	1Y	-0,4880	Nov 23, 2022

COUPON	
Previous / Next	Nov 1, 2021 - Oct 31, 2022
Frequency	Annual
Next Ex-Dividend	Oct 31, 2022
Rate (%)	0,500

Fuente: Reuters

# Valoración de Bonos: Precio Forward con corte

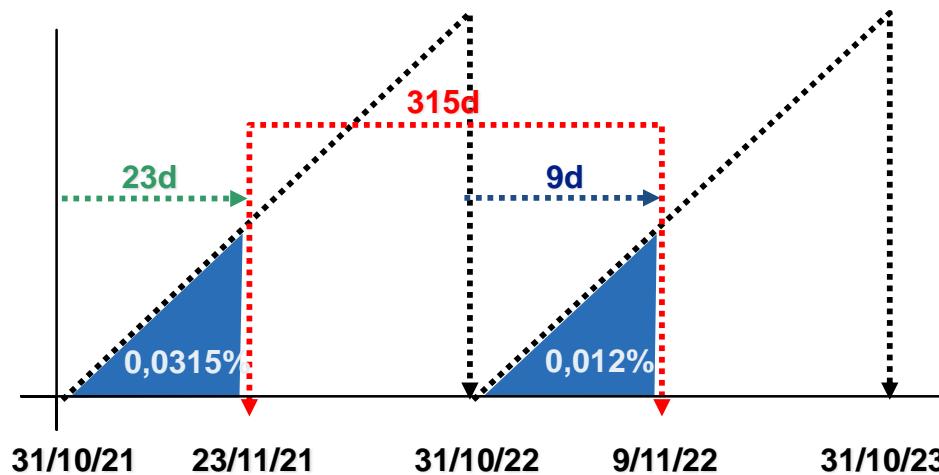


$$P_1 = (P_0 + CC_0) * \left(1 + r_f * \frac{d}{Act}\right) - CC_1 - \left[ C * \left(1 + r_i * \frac{d_2}{Act}\right) \right] =$$

$$P_1 = \left( P_0 + C * \frac{d_1}{Act} \right) * \left(1 + r_f * \frac{d}{Act}\right) - \left( C * \frac{d_2}{Act} \right) - \left[ C * \left(1 + r_i * \frac{d_2}{Act}\right) \right]$$

- $P_1$  : Precio del bono en fecha forward (Incógnita)
- $P_0$  : Precio Spot (hoy) del bono (Ex-cupón)
- $CC_0$  : Cupón corrido a la fecha de hoy
- $CC_1$  : Cupón corrido a la fecha forward
- $r_f$  : Tipo de financiación a la fecha forward
- $r_i$  : Tipo de inversión a la fecha forward
- $d$  : Días desde hoy a la fecha forward
- $d_1$  : Días desde el último cupón a la fecha ida
- $d_2$  : Días entre corte cupón y fecha vuelta
- $Act$  : Base de cálculo

# Valoración de Bonos: Precio Forward con corte



Vencimiento	31-oct-2031 vie
Cupón	0,50%
Fecha contratación	19-nov-2021 vie
cotización	100,51%
Fecha liquidación	23-nov-2021 mar
Tipo financiación (" $r_f$ ")	-0,413739%
Tipo Inversión (" $r_i$ ")	-0,413739%
Horizonte ("d")	351
Fecha Vuelta	09-nov-2022 mié
<b>DATOS INTERMEDIOS</b>	
Ultimo Cupón	31-oct-2021 dom
Proximo Cupón	31-oct-2022 lun
Próximo cupón sin Corte	31-oct-2023 mar
Corta cupón???	Si

Días desde ultimo cupón hasta fecha ida ("d1")	23
Días hasta próximo Cupón	342
Dias Base ("Act")	365
FRAC AÑO (sin corte)	0,063
CC Ida ("CC0")	0,032%
Precio Completo IDA ( $P_0+CC_0$ )	100,537%
Dias desde corte de cupón hasta Vuelta ("d2")	9
Días desde Forward hasta proximo corte	356
Dias Base ("Act")	365
FRAC AÑO (con corte)	0,025
CC Vuelta ("CC1")	0,012%
Forward	99,62422%

# Valoración de Bonos: Precio Forward con corte

SPAIN, KINGDOM OF (GOVERNMENT) - FIXED 0.500% OCT 31, 2031 EUR UNDEFINED ( NAN, NAN ) ISIN: ES0000012132

**SETTLEMENT**

Trade Date	Nov 19, 2021
Settlement Date	Nov 23, 2021

**PRICING**

Clean Price (%)	100,50500000	Mid
ES10YT=RR	Nov 19, 2021 08:07:58	REFINITIV
Calculate with	<input checked="" type="radio"/> Yield 1	<input type="radio"/> Yield 2
	0,447920	0,447920
	Native	ISMA A5LP 1Y YTA
Redemption Date	Oct 31, 2031 - Maturity - YTM	
Redemption Price	100,0000	
More Yields		
Accrued	0,031506849	A5L
Dirty Price (%)	100,53650685	

**HORIZON**

Start Date	Nov 23, 2021
End Date	Nov 9, 2022

**FORWARD PRICING**

Clean Price (%)	99,62432468
Yield (%)	0,542994

**REPO**

Rate	-0,413739
Day Count Basis	Act/Act
Rate Frequency	Semi-Annual
Rate Type	Actual

**ID** **Tenor** **Rate** **Date**

EURIBORSWD=	SW	-0,5710	Nov 30, 2021
EURIBOR2WD=	2W	0,0000	Dec 7, 2021
EURIBOR1MD=	1M	-0,5630	Dec 23, 2021
EURIBOR2MD=	2M	0,0000	Jan 24, 2022
EURIBOR3MD=	3M	-0,5640	Feb 23, 2022
EURIBOR6MD=	6M	-0,5330	May 23, 2022
EURIBOR9MD=	9M	0,0000	Aug 23, 2022
EURIBOR1YD=	1Y	-0,4880	Nov 23, 2022

Fuente: Reuters

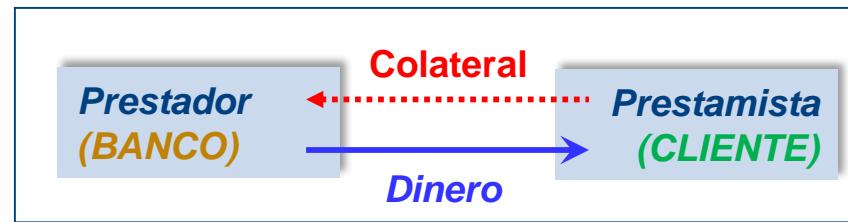
# Bonos - Repos (Repurchase Agreement operations)

- Operación “doble” realizada mercado secundario:
  - Al realizarse la operación hoy, se pacta otra de sentido contrario y mismo nominal, sobre el mismo título, con la garantía del colateral (Bono, letra, pagaré)
    - **Compra (venta)** en contado + **Venta (Compra)** a plazo
  - En caso de default del prestamista, el prestador se queda con el colateral
- Sirven para financiarse / invertir con menor riesgo, ya que la transferencia del título o valor actúa como garantía (colateral), teniendo menos rentabilidad que la operación equivalente sin dicha garantía
- La operativa normalmente es de corto plazo (< 1mes) aunque pueden ir hasta 1 año.
- Existen repos y simultáneas genéricos (cualquier bono o letra al plazo elegido) y específicos (un bono o letra concreto al plazo elegido)

# Bonos - Repos (Repurchase Agreement operations)

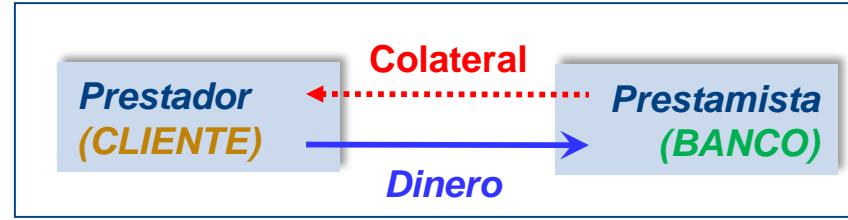
## □ Repo de financiación:

- Cliente entrega títulos al banco a cambio de efectivo



## □ Repo de inversión:

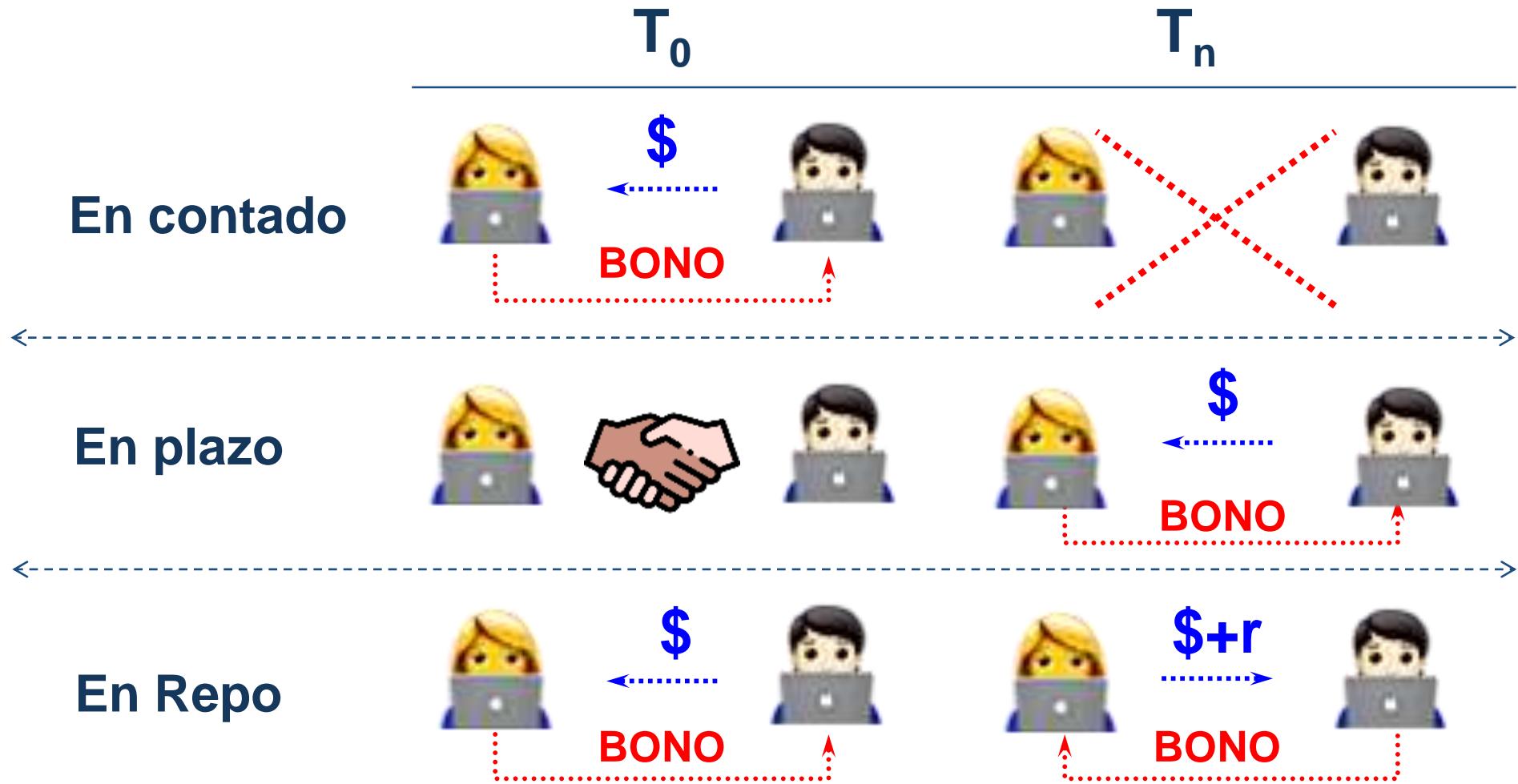
- Cliente recibe títulos del banco a cambio de efectivo



# Bonos - Repos (Repurchase Agreement operations)

TIR	ISIN	Referencia	Plazo Repo
Precio Bono	VCON * SB - DEALER LENDS COLL.: SETTLEMENT 10/15/12    PRICE 100.60000000 ACCRUED (350 days) 2.99194%    3.15573770	SPGB 3.3 10/31/14 * Isin: ES00000121P3 Cusip: EH8859454 TERMINATION 10/17/12 ( 2 days) FWRD PX 100.58306241 2.99991% ACCRUED (352 days) 3.17377049 FORWARD POINTS: 0.016938	Intereses Repo
Tipo Repo	REPO RATE (ACT/360) 0.1900% FACE AMOUNT M 220000 + SETTLEMENT AMOUNT + REPO INTEREST + TERMINATION MONEY	COLLATERAL: 100.00% of MONEY - MONEY AT TERMINATION -	
Nominal			Fuente: Bloomberg
Efectivo ida			Efectivo vuelta

# Operativa según plazo



# Cost of carry

- Coste de llevar (carry) un activo desde hoy a una fecha futura.
  - Es igual a los ingresos menos los gastos por la tenencia de un activo
- Para un bono es el ingreso por cupón menos coste del repo
  - Ingreso = cupón o cupón corrido
  - Gasto = coste de financiación por tomar (si no tenemos el dinero) o coste de oportunidad de inversión alternativa (aún en el caso de tenerlo)
    - ¿Otros gastos (custodia, administración)?
- En el caso de una posición de tipo de interés, será igual al tipo al que hayamos prestado / tomado (en equivalente día) contra el tipo O/N
  - Si es una posición de valor relativo, repetir el proceso en ambas patas de la estrategia
- Es un diferencial de tipos inversión – financiación

# Cost of carry

Carry de un Bono	
Vencimiento	31-oct-2046 mié
Cupón Bono	2,900%
Nominal	1.000.000,0 €
Fecha Valor	11-oct-2022 mar
Ultimo cupón	31-oct-2021 dom
Próximo cupón	31-oct-2022 lun
Base	365
Tipo O/N	-0,550%
Cupón	<b>79,45 €</b>
Repo	<b>-15,28 €</b>
Bono Comprado	<b>94,73 €</b>
Carry Positivo	
Bono vendido	<b>-94,73 €</b>
Carry Negativo	

Carry de un Bono	
Vencimiento	31-oct-2046 mié
Cupón Bono	2,900%
Nominal	1.000.000,0 €
Fecha Valor	11-oct-2022 mar
Ultimo cupón	31-oct-2021 dom
Próximo cupón	31-oct-2022 lun
Base	365
Tipo O/N	0,660%
Cupón	<b>79,45 €</b>
Repo	<b>18,33 €</b>
Bono Comprado	<b>61,12 €</b>
Carry Positivo	
Bono vendido	<b>-61,12 €</b>
Carry Negativo	

Carry de un Bono	
Vencimiento	31-oct-2031 vie
Cupón Bono	0,500%
Nominal	1.000.000,0 €
Fecha Valor	11-oct-2022 mar
Ultimo cupón	31-oct-2021 dom
Próximo cupón	31-oct-2022 lun
Base	365
Tipo O/N	0,660%
Cupón	<b>13,70 €</b>
Repo	<b>18,33 €</b>
Bono Comprado	<b>-4,63 €</b>
Carry Negativo	
Bono vendido	<b>4,63 €</b>
Carry Positivo	

# Índice

1. Fundamentos matemáticos
2. Valoración de un bono
  - Cálculo del Precio Forward de un bono
3. Medidas de riesgo de bonos:
  - El criterio de la TIR
  - Duración, sensibilidad y convexidad
4. Estrategias con bonos

# El riesgo de la renta fija

□ La renta fija, contrariamente a lo que podría parecer, tiene factores de riesgo:

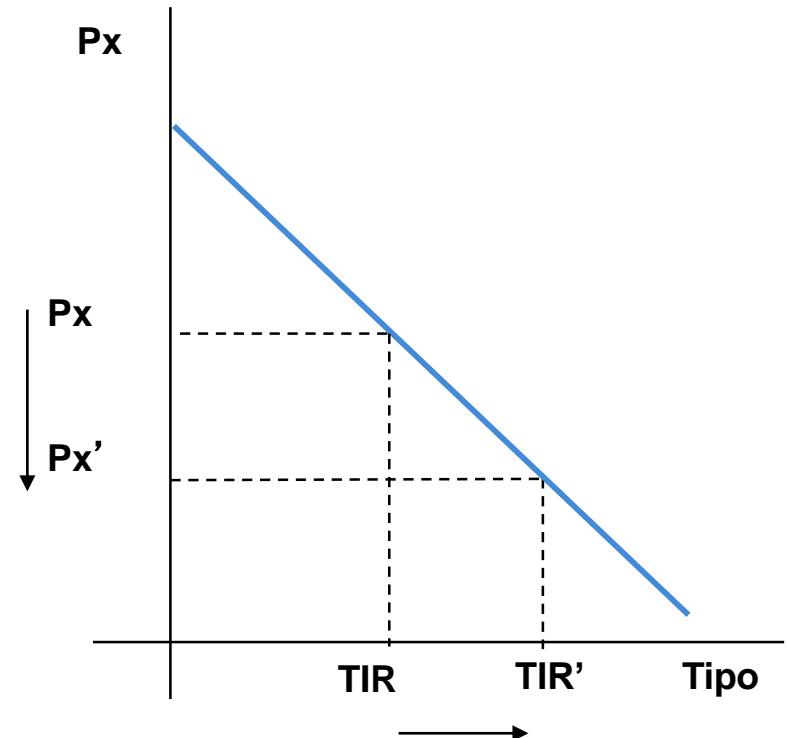
1. **Riesgo de precio:** cambios en los tipos de interés provocan modificaciones de sentido inverso en el precio de los títulos
  - Subidas de tipos producen bajadas en los precios y viceversa
2. **Riesgo de reinversión:** A priori no se conoce a qué tipos se reinvertirán los cupones o flujos intermedios generados por un bono.
  - TIR: A la misma tasa siempre → curva de tipos plana ¿En la realidad?
3. **Riesgo de crédito o contrapartida:** ¿Desaparece? si son títulos del Tesoro

□ El riesgo de precios y de reinversión se pueden llegar a **compensar**:

- Si los tipos suben los precios bajan, pero reinvertimos a tipos mayores
- Principio para la **inmunización de carteras**

# Medidas de riesgo: Análisis de sensibilidad

- Dado el precio de un bono en función de la TIR, se analiza la variación de éste ante un cambio en los tipos de interés:
  - Cuando los tipos suben (bajan) los precios bajan (suben), pero ¿cuánto?  
→ ¿Impacto económico?
- Ni el vencimiento de un bono ni el cupón que paga nos dice nada sobre su comportamiento, se necesitan medidas del riesgo del bono
- **Todas las medidas de riesgo son calculados con el PRECIO COMPLETO del bono** (Cotización + cupón corrido)



# Medidas de riesgo: La TIR

- La diferencia de vencimiento de cada bono y que la distribución temporal de los flujos varíe de uno a otro, hace necesario criterios de comparación entre precios
- TIR (Tasa Interna de Retorno, IRR, Internal Rate of return)
  - Es la tasa de descuento que hace que el VAN de los flujos futuros descontados a esa tasa sea exactamente el precio de mercado
  - Indica la indiferencia financiera entre disponer del capital en el momento actual, o diferir su disponibilidad hasta las fechas de cobro previstas

$$P\text{-VAN} \text{ (Bono)} = 0$$

$$\text{VAN} \text{ (Bono)} = \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1 + \text{TIR})^t} = \frac{F_1}{(1 + \text{TIR})^1} + \frac{F_2}{(1 + \text{TIR})^2} + \frac{F^3}{(1 + \text{TIR})^3} + \dots + \frac{F^n}{(1 + \text{TIR})^n}$$

- Permite descontar todos los flujos a un único tipo y es aproximadamente una media de los distintos tipos ( $r_i$ ), ponderada por el importe de cada flujo ( $F_i$ )

# Medidas de riesgo: La TIR

- Si la TIR es igual al tipo del cupón, el precio es igual a la par (nominal)
- La rentabilidad efectiva finalmente percibida coincidirá con la TIR sólo si el bono se mantiene al vencimiento y los cupones son reinvertidos a la TIR
- Tenemos Riesgo de reinversión:
  - Vencimiento: A mayor vencimiento del bono, mayor es el riesgo de reinversión, y menor capacidad informativa de la TIR
  - Cupón: A mayor cupón, mayor será el riesgo de reinversión. En el límite, los bonos cupón cero son los que mayor riesgo tienen
- La TIR supone reinvertir los cupones a esa tasa hasta el vencimiento
  - Supone una curva de tipos de interés plana
- La TIR y la rentabilidad efectiva coinciden en los “bonos cupón cero”

# Medidas de riesgo: La TIR

- Relación TIR-precio de un bono es inversa, derivada de la fórmula:

$$P = \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1 + TIR)^t}$$

- Sube TIR, baja precio del bono

$$P_0 = \frac{100}{(1 + 0.04)^2} = 92.455; \quad P_1 = \frac{100}{(1 + 0.05)^2} = 90.702$$

- Baja TIR, sube precio del bono

$$P_0 = \frac{100}{(1 + 0.04)^2} = 92.455; \quad P_1 = \frac{100}{(1 + 0.03)^2} = 94.259$$

*¡¡ La renta fija es la menos fija de las rentas !!*

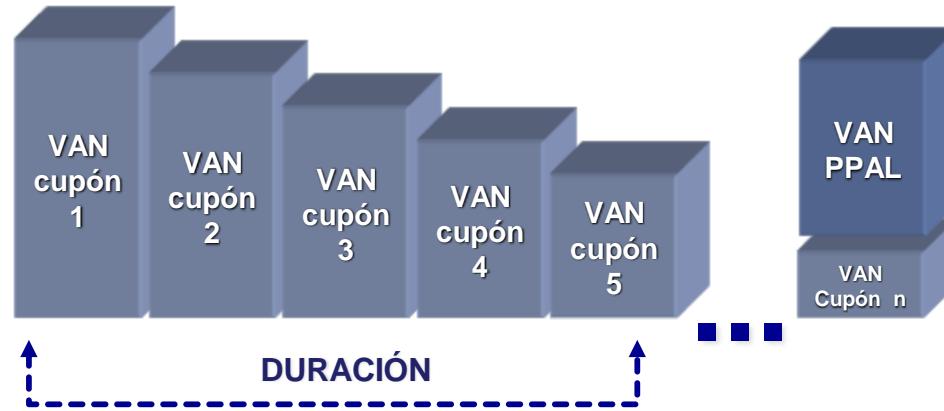
# Medidas de riesgo: Duración

1. **Vida media ponderada** del valor presente de los flujos de caja de un activo (cupones y principal)

- Usando como ponderación el peso del flujo (actualizado a la TIR) sobre el precio del bono y el plazo del mismo

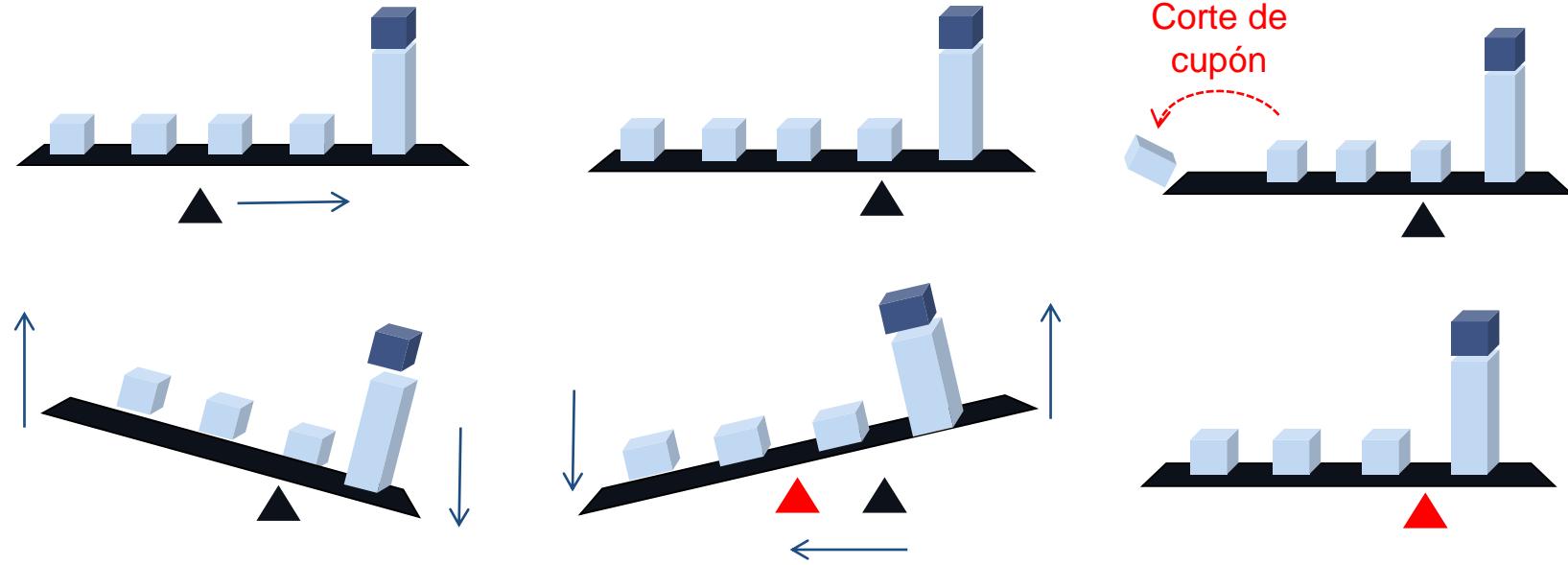
$$\text{Duración} = \frac{1}{P_x} * \sum_{i=1}^n \frac{F_i * a_i}{(1 + \text{TIR})^{a_i}}$$

P = Precio del bono (con CC)  
 ai = Momento de obtención del flujo (en años)  
 Fi = Flujo de caja (cupón + principal)  
 TIR = Rentabilidad



# Medidas de riesgo: Duración

- El paso del tiempo reduce la duración, conforme se reduce el plazo y el pago de un cupón produce un efecto de reducción semejante:



- Muchas veces para gestionar las carteras de bonos no es necesario ajustar las duraciones, ya que ellas solas se ajustan por el paso del tiempo.

# Medidas de riesgo: Duración

## 2. Punto de equilibrio financiero:

- Instante en el que el beneficio/pérdida provocado en el precio del bono por una variación en los tipos de interés se compensa con la pérdida/beneficio provocado por la reinversión de los cupones
  - Aspecto determinante en la inmunización de carteras
- Plazo en el que el bono se comporta como un bono cupón 0, separando en dos partes iguales los valores actuales de los flujos del bono
- Mide el riesgo de un bono de renta fija sirviendo para la gestión del riesgo de tipo de interés al medir la exposición del bono ante variaciones de tipos
  - Permite comparar bonos de distintos/mismos tramos de la curva

## 3. Variación en % (relativa) del precio ante una variación en un 1% de la TIR

$$\pm 1\% \text{ en TIR} \Rightarrow \mp D\% \text{ en precio}$$

# Medidas de riesgo: Duración

□ Conviene saber que ...

- A MAYOR PLAZO, MAYOR DURACIÓN.
- La Duración de un bono cupón cero es igual a su plazo.
- Un bono NUNCA puede tener una duración superior a su vida residual.

Duración Bono 4,00% 30/7/24

Px	100,000%	Precio	101,304%	Ultimo cupón	30-jul.-21
CC	1,304%	TIR	3,989%	Cupón	4,000%

	Flujos (1)	Días(2)	Años (3)=(2)/Act	FD (4)	VAN Flujos (5)=(1)*(4)	Duración (3)*(5)
26-nov.-21	-101,304%					
30-jul.-22	4,00%	246	0,674	0,9740	3,896%	0,0263
30-jul.-23	4,00%	611	1,674	0,9366	3,746%	0,0627
30-jul.-24	4,00%	977	2,669	0,9009	3,603%	0,0962
30-jul.-24	100,00%	977	2,677	0,9006	90,059%	2,4106
	VR		2,677	Duración	2,562	

Duración Bono 4,00% 30/7/29

Px	100,000%	Precio	101,304%	Ultimo cupón	30-jul.-21
CC	1,304%	TIR	3,994%	Cupón	4,000%

	Flujos (1)	Días(2)	Años (3)=(2)/Act	FD (4)	VAN Flujos (5)=(1)*(4)	Duración (3)*(5)
26-nov.-21	-101,304%					
30-jul.-22	4,00%	246	0,674	0,9739	3,896%	0,0263
30-jul.-23	4,00%	611	1,674	0,9365	3,746%	0,0627
30-jul.-24	4,00%	977	2,669	0,9007	3,603%	0,0962
30-jul.-25	4,00%	1.342	3,677	0,8659	3,464%	0,1273
30-jul.-26	4,00%	1.707	4,677	0,8326	3,330%	0,1558
30-jul.-27	4,00%	2.072	5,677	0,8006	3,203%	0,1818
30-jul.-28	4,00%	2.438	6,661	0,7704	3,081%	0,2053
30-jul.-29	4,00%	2.803	7,679	0,7402	2,961%	0,2274
30-jul.-29	100,00%	2.803	7,679	0,7402	74,024%	5,6846
	VR		7,679	Duración	6,680	

# Medidas de riesgo: Duración

□ Conviene saber que ...

➤ CUANTO MAYOR ES EL CUPÓN, MENOR ES LA DURACIÓN

Duración Bono 4,00% 30/7/24

Px	<b>100,000%</b>	Precio	<b>101,304%</b>	Ultimo cupón	<b>30-jul.-21</b>
CC	<b>1,304%</b>	TIR	<b>3,989%</b>	Cupón	<b>4,000%</b>

	Flujos (1)	Días(2)	Años (3)=(2)/Act	FD (4)	VAN Flujos (5)=(1)*(4)	Duración (3)*(5)
26-nov.-21	-101,304%					
30-jul.-22	4,00%	246	0,674	0,9740	3,896%	0,0263
30-jul.-23	4,00%	611	1,674	0,9366	3,746%	0,0627
30-jul.-24	4,00%	977	2,669	0,9009	3,603%	0,0962
30-jul.-24	100,00%	977	2,677	0,9006	90,059%	2,4106
	<b>VR</b>	<b>2,677</b>	<b>Duración</b>	<b>2,562</b>		

Duración Bono 8,00% 30/7/24

Px	<b>100,000%</b>	Precio	<b>102,608%</b>	Ultimo cupón	<b>30-jul.-21</b>
CC	<b>2,608%</b>	TIR	<b>7,963%</b>	Cupón	<b>8,000%</b>

	Flujos (1)	Días(2)	Años (3)=(2)/Act	FD (4)	VAN Flujos (5)=(1)*(4)	Duración (3)*(5)
26-nov.-21	-102,608%					
30-jul.-22	8,00%	246	0,674	0,9497	7,597%	0,0512
30-jul.-23	8,00%	611	1,674	0,8796	7,037%	0,1178
30-jul.-24	8,00%	977	2,669	0,8150	6,520%	0,1741
30-jul.-24	100,00%	977	2,677	0,8146	81,457%	2,1804
	<b>VR</b>	<b>2,677</b>	<b>Duración</b>	<b>2,459</b>		

# Medidas de riesgo: Duración

□ Conviene saber que ...

- A MAYOR FRECUENCIA DE PAGO DE CUPONES, MENOR DURACIÓN
- Equivaliendo al caso anterior mayor cupón, menor duración

Duración Bono 4,00%			30/7/26	Semestral		
Px	100,000%	Precio	101,304%	Ultimo cupón		
CC	1,304%	TIR	7,445%	Cupón		
	Flujos (1)	Días(2)	Años (3)=(2)/Act	FD (4)	VAN Flujos (5)=(1)*(4)	Duración (3)*(5)
26-nov.-21	-101,304%					
30-jul.-22	4,00%	246	0,674	0,9528	3,811%	0,0257
30-ene.-23	4,00%	430	1,178	0,9189	3,676%	0,0433
30-jul.-23	4,00%	611	1,674	0,8867	3,547%	0,0594
30-ene.-24	4,00%	795	2,178	0,8552	3,421%	0,0745
30-jul.-24	4,00%	977	2,677	0,8251	3,300%	0,0883
30-ene.-25	4,00%	1.161	3,181	0,7958	3,183%	0,1013
30-jul.-25	4,00%	1.342	3,677	0,7679	3,072%	0,1129
30-ene.-26	4,00%	1.526	4,181	0,7406	2,963%	0,1239
30-jul.-26	4,00%	1.707	4,677	0,7147	2,859%	0,1337
30-jul.-26	100,00%	1.707	4,677	0,7147	71,473%	3,3426
	VR	4,677	Duración	4,053		

Duración Bono 4,00%			30/7/26	Anual		
Px	100,000%	Precio	101,304%	Ultimo cupón		
CC	1,304%	TIR	3,994%	Cupón		
	Flujos (1)	Días(2)	Años (3)=(2)/Act	FD (4)	VAN Flujos (5)=(1)*(4)	Duración (3)*(5)
26-nov.-21	-101,304%					
30-jul.-22	4,00%	246	0,674	0,9740	3,896%	0,0263
30-ene.-23						
30-jul.-23	4,00%	611	1,674	0,9365	3,746%	0,0627
30-ene.-24						
30-jul.-24	4,00%	977	2,677	0,9005	3,602%	0,0964
30-ene.-25						
30-jul.-25	4,00%	1.342	3,677	0,8659	3,464%	0,1273
30-ene.-26						
30-jul.-26	4,00%	1.707	4,677	0,8326	3,330%	0,1558
30-jul.-26	100,00%	1.707	4,677	0,8326	83,262%	3,8939
	VR	4,677	Duración	4,306		

# Medidas de riesgo: Duración

□ Conviene saber que...

- La DURACIÓN AUMENTA ANTE BAJADAS DE TIR, intensificándose cuanto mayor es el plazo de vencimiento
- La disminución del peso relativo de los flujos finales es mayor

Duración Bono 4,00% 30/7/34 Anual

Px	<b>75,250%</b>	Precio	<b>76,554%</b>	Ultimo cupón	<b>30-jul.-21</b>
CC	<b>1,304%</b>	TIR	<b>7,002%</b>	Cupón	<b>4,000%</b>

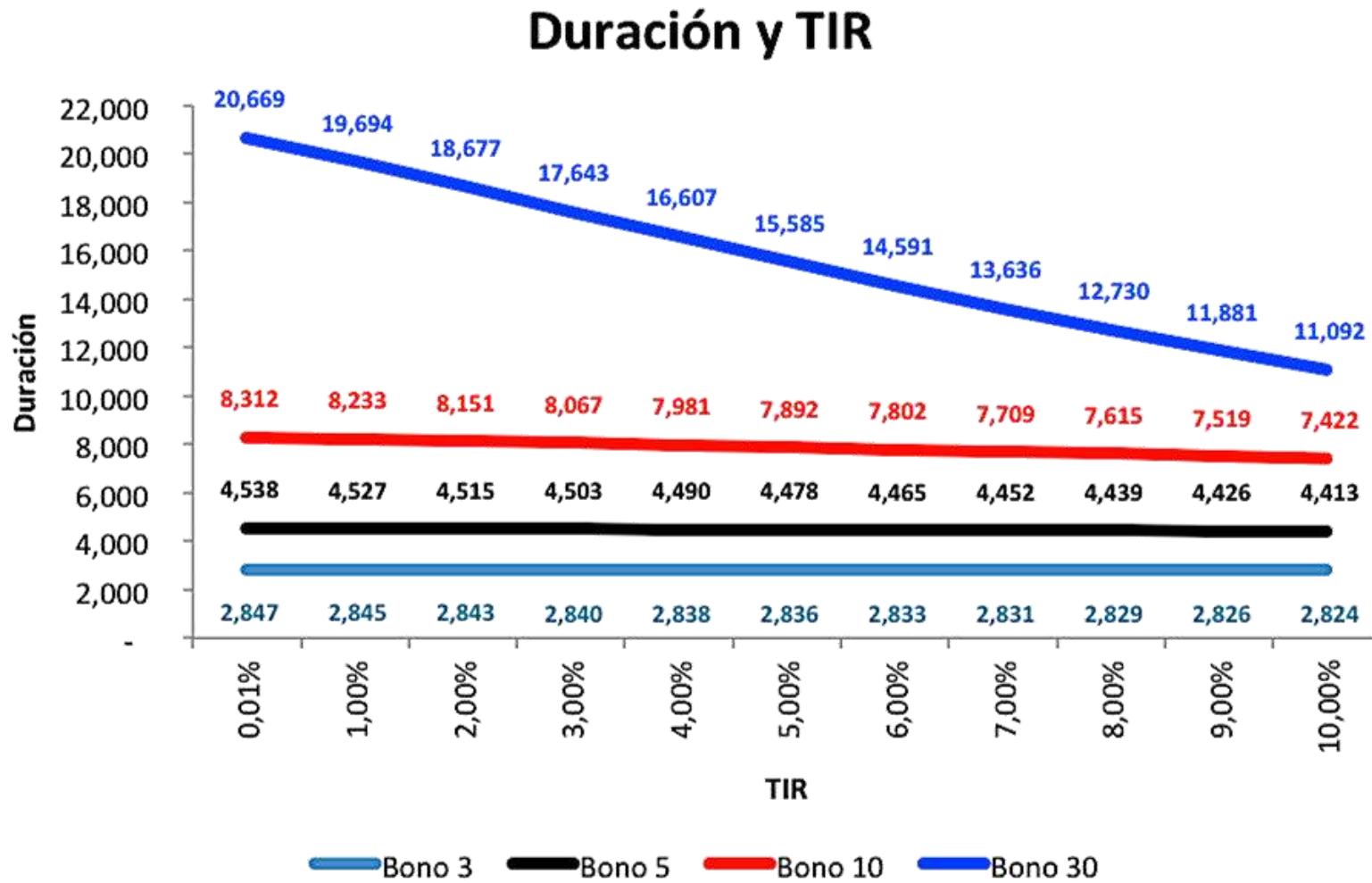
	Flujos (1)	Días(2)	Años (3)=(2)/Act	FD (4)	VAN Flujo (5)=(1)*(4)	Duración (3)*(5)
26-nov.-21	-76,554%					
30-jul.-22	4,00%	246	0,674	0,9554	3,822%	0,0258
30-jul.-23	4,00%	611	1,674	0,8929	3,572%	0,0598
30-jul.-24	4,00%	977	2,677	0,8343	3,337%	0,0893
30-jul.-25	4,00%	1,342	3,677	0,7797	3,119%	0,1147
30-jul.-26	4,00%	1,707	4,677	0,7287	2,915%	0,1363
30-jul.-27	4,00%	2,072	5,677	0,6810	2,724%	0,1546
30-jul.-28	4,00%	2,438	6,679	0,6363	2,545%	0,1700
30-jul.-29	4,00%	2,803	7,679	0,5947	2,379%	0,1827
30-jul.-30	4,00%	3,168	8,679	0,5558	2,223%	0,1930
30-jul.-31	4,00%	3,533	9,679	0,5194	2,078%	0,2011
30-jul.-32	4,00%	3,899	10,682	0,4853	1,941%	0,2074
30-jul.-33	4,00%	4,264	11,682	0,4536	1,814%	0,2120
30-jul.-34	4,00%	4,629	12,682	0,4239	1,696%	0,2150
30-jul.-34	100,00%	4,629	12,682	0,4239	42,390%	5,3759
	<b>VR</b>	<b>12,682</b>			<b>Duración</b>	<b>9,585</b>

Duración Bono 4,00% 30/7/34 Anual

Px	<b>135,500%</b>	Precio	<b>136,804%</b>	Ultimo cupón	<b>30-jul.-21</b>
CC	<b>1,304%</b>	TIR	<b>1,002%</b>	Cupón	<b>4,000%</b>

	Flujos (1)	Días(2)	Años (3)=(2)/Act	FD (4)	VAN Flujo (5)=(1)*(4)	Duración (3)*(5)
26-nov.-21	-136,804%					
30-jul.-22	4,00%	246	0,674	0,9933	3,973%	0,0268
30-jul.-23	4,00%	611	1,674	0,9834	3,934%	0,0659
30-jul.-24	4,00%	977	2,677	0,9737	3,895%	0,1042
30-jul.-25	4,00%	1,342	3,677	0,9640	3,856%	0,1418
30-jul.-26	4,00%	1,707	4,677	0,9544	3,818%	0,1785
30-jul.-27	4,00%	2,072	5,677	0,9450	3,780%	0,2146
30-jul.-28	4,00%	2,438	6,679	0,9356	3,742%	0,2500
30-jul.-29	4,00%	2,803	7,679	0,9263	3,705%	0,2845
30-jul.-30	4,00%	3,168	8,679	0,9171	3,668%	0,3184
30-jul.-31	4,00%	3,533	9,679	0,9080	3,632%	0,3516
30-jul.-32	4,00%	3,899	10,682	0,8990	3,596%	0,3841
30-jul.-33	4,00%	4,264	11,682	0,8900	3,560%	0,4159
30-jul.-34	4,00%	4,629	12,682	0,8812	3,525%	0,4470
30-jul.-34	100,00%	4,629	12,682	0,8812	88,120%	11,1756
	<b>VR</b>	<b>12,682</b>			<b>Duración</b>	<b>10,496</b>

# Medidas de riesgo: Duración



# Medidas de riesgo: Sensibilidad

- La práctica en los mercados relaciona la **variación en puntos básicos en precio del bono ante un cambio de 1 punto básico en tipos de interés:**

$$\pm 1 \text{ pb TIR} \Rightarrow \mp S \text{ pb Precio}$$

- La **sensibilidad** es la derivada primera del precio respecto de la TIR

$$S = \frac{dP}{dTIR} = -\frac{\text{Duración}^0}{1 + TIR} * Px$$

- También denominada:

- **DV01 ó PV01**
- “Risk” o “Riesgo” en Bloomberg
- **Valor del Punto Básico (VPB), “Price Value of a Basis Point, PVBP”**
  - Valor en euros =  $-S * \text{Nominal} \rightarrow S=7,3; 1.000\text{€} \rightarrow VPB = 0,0073 * 1000 = 0,73\text{€}$

# Medidas de riesgo : Comparativa

## RENTABILIDAD

Variación  
Relativa (%)

## Duración

## PRECIOS

Variación  
Relativa (%)

Cuanto varía el precio del bono en % cuando la TIR varía en un 1%

Variación  
Absoluta (p.b.)

## Duración MODIFICADA

Variación  
Relativa (%)

Cuanto varía el precio del bono en % cuando la TIR varía en 1 p.b.

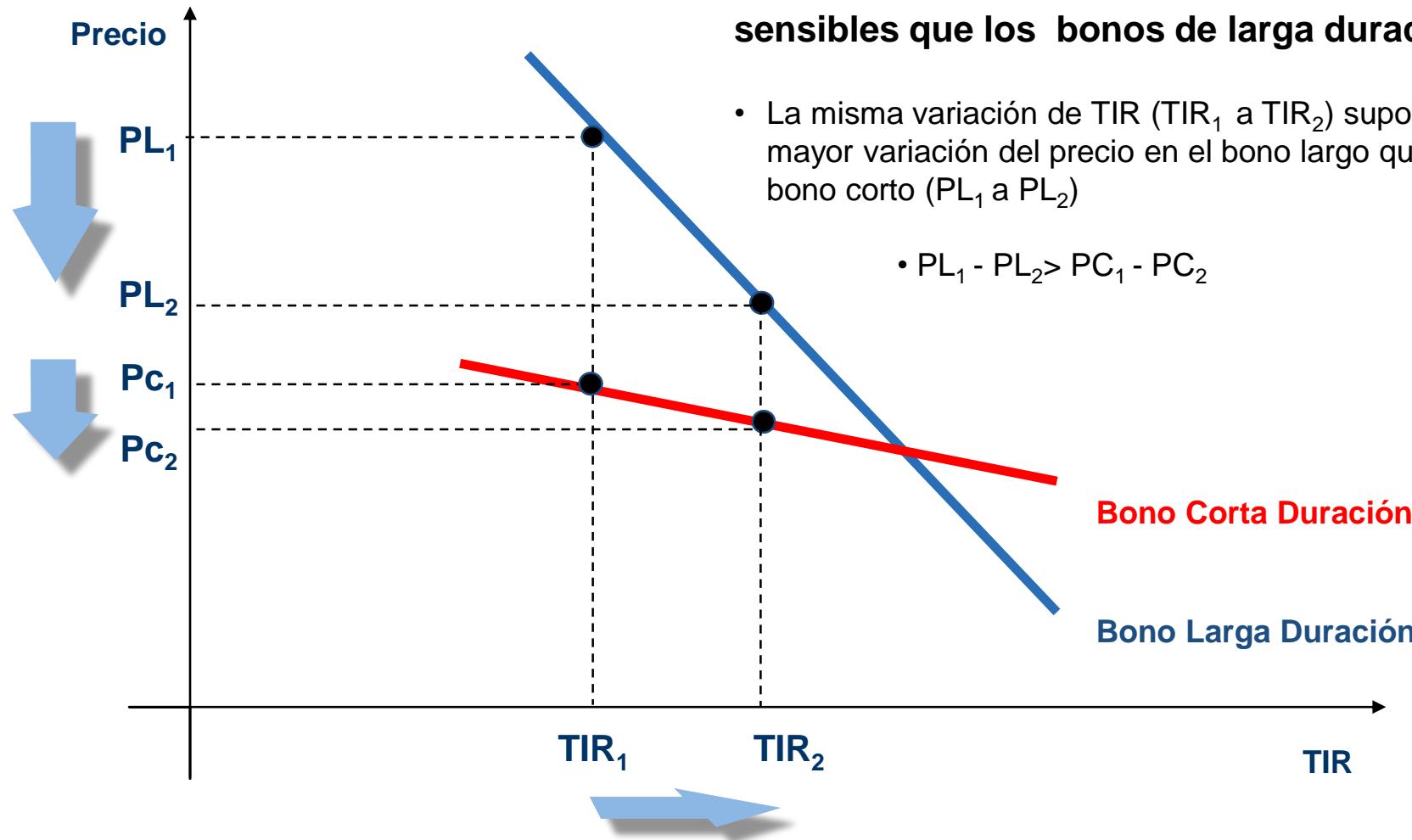
Variación  
Absoluta (p.b.)

## SENSIBILIDAD

Variación  
Absoluta  
(p.b.)

Cuanto varía el precio del bono en p.b. cuando la TIR varía en 1 p.b.

# Medidas de riesgo: Sensibilidad



# Medidas de riesgo: Sensibilidad, sí, pero...

- Los movimientos al alza o a la baja en el precio del bono no son los mismos ante un movimiento en los tipos de interés del mismo importe
  - Cuando la TIR baja un 1% el precio sube un 2,82%, mientras que cuando la TIR sube un 1%, el precio del bono baja un 2,72%...
  - La subida en precio es mayor que la bajada...

Año	Flujo	Fd	TIR = 3%	Fd	TIR = 4%	Fd	TIR = 5%
1	4%	0,9709	3,883%	0,9615	3,846%	0,9524	3,810%
2	4%	0,9426	3,770%	0,9246	3,698%	0,9070	3,628%
3	104%	0,9151	95,175%	0,8890	92,456%	0,8638	89,839%
		<b>102,829%</b> <b>+ 2,829%</b>		<b>100,000%</b>		<b>97,277%</b> <b>- 2,723%</b>	

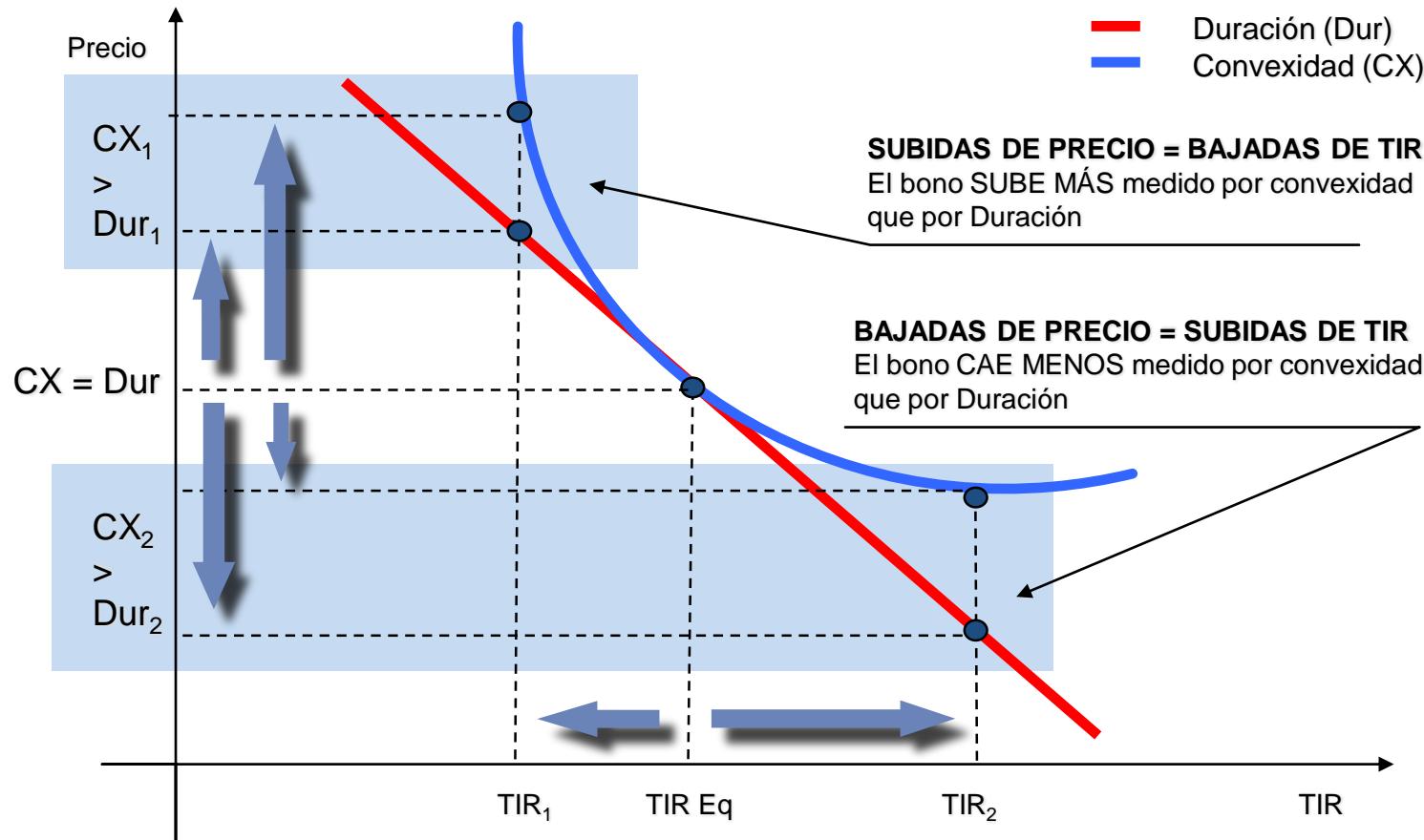
...¿por qué?

# Medidas de riesgo: Convexidad

- ❑ La función que define la relación TIR - precio no es una recta
- ❑ Es una función con pendiente negativa y convexa.
  - Aumentos de la TIR provocan caídas de precio, pero menos intensa en magnitud.
- ❑ El criterio de duración / sensibilidad es bastante conservador, ya que perdemos más y ganamos menos de lo que en la realidad es
  - La magnitud de las variaciones del precio del bono ante cambios en la rentabilidad dependerá del nivel en el que se encuentre el precio
  - El valor de la sensibilidad es distinto para cada nivel de precios.
- ❑ La convexidad es asimétrica:
  - Las subidas en el precio de los bonos ante bajadas de 1 p.b. de TIR son mayores que las bajadas de precios de los bonos ante una subida de 1 p.b. de TIR
- ❑ La convexidad es positiva y siempre beneficia al comprador del bono

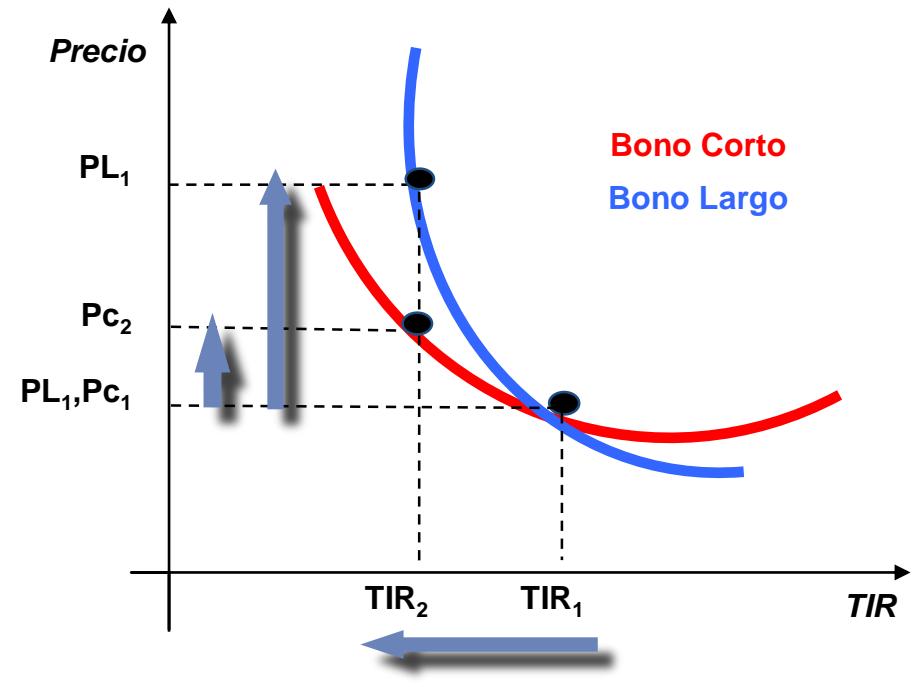
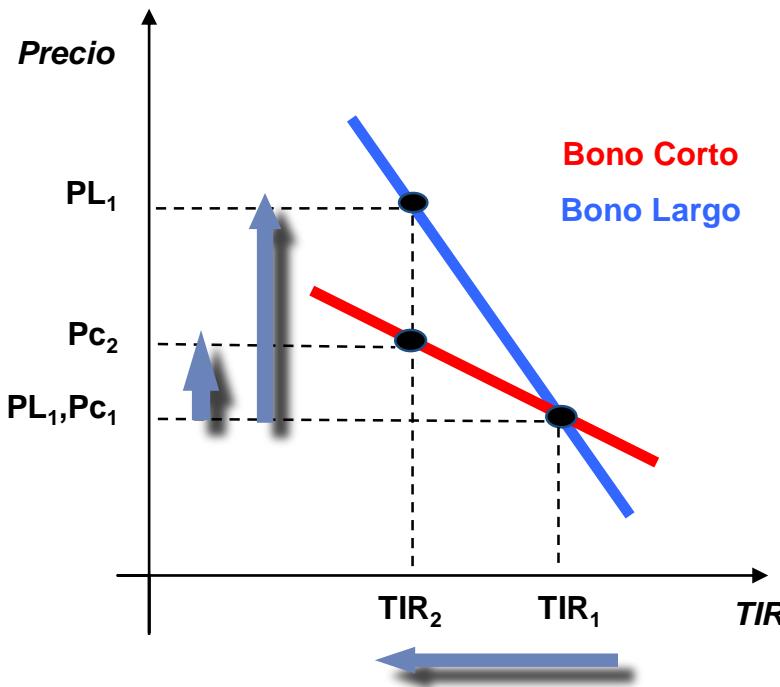
# Medidas de riesgo: Convexidad

- La relación entre precio y TIR no es lineal sino convexa, cometiéndose un error



# Medidas de riesgo: Sensibilidad y convexidad

- Bonos de corto plazo son menos sensibles y convexos que bonos de largo plazo:
  - La misma variación de TIR ( $TIR_1$  a  $TIR_2$ ) supone más variación del precio en el bono largo que en el bono corto ( $P_1$  a  $P_2$ ):  $PL_1 - PL_2 > PC_1 - PC_2$
  - El bono largo sube o baja más de precio que el corto



# Medidas de riesgo: Duración, sensibilidad y convexidad

## Resumen de efectos

	Evolución	Duración	Convexidad
Plazo al vencimiento	+	+	+
	-	-	-
Valor del cupón	+	-	-
	-	+	+
Frecuencia de cupones	+	-	-
	-	+	+
Nivel tipos de interés (TIR)	+	-	-
	-	+	+
Duración	+		+
	-		-

# Medidas de riesgo: Duración, sensibilidad y convexidad

SPAIN, KINGDOM OF (GOVERNMENT) - FIXED 0.500% OCT 31, 2031 EUR UNDEFINED ( NAN, NAN ) ISIN: E50000012132

NEW Perform Return Calculations on a List of Bonds - Please Click Here

**SETTLEMENT**

Trade Date: Nov 19, 2021 Settlement Date: Nov 23, 2021

**PRICING**

Clean Price (%): 100,51050000 Mid Yield: 0.447354

ES10YT=RR Nov 19, 2021 08:04:00 REFINITIV

Calculate with: Yield 1 (0.447354) Yield 2 (0.447354)

Native ISMA ASLP 1Y YTA

Redemption Date: Oct 31, 2031 - Maturity - YTM

Redemption Price: 100,00000

Accrued: 0,031506849 A5L

Dirty Price (%): 100,54200685

**COUPON**

Previous / Next: Nov 1, 2021 - Oct 31, 2022 Frequency: Annual

Next Ex-Dividend: Oct 31, 2022 Rate (%): 0.500

**Main** Yields Yield Curve Cash Flows Return Zero Curve Forward Price Cross Currency Trade Ticket

**PROCEEDS**

Rounding: No Rounding Face Amount: 1.000.000,00 Principal: 1.005.105,00 23 Days Accrued: 315,07 Total: 1.005.420,07 Min Denom / Incr: 1.000 / 1.000

**RISK**

Duration (Years): 9,7168 Modified Duration: 9,6735 Convexity: 104,5458 Average Life: 9,9370 BPV: 0,0973 PVBP: 972,59

**SPREADS**

References	Prices	Yields	Nearest	Instruments
Government (DE)	102,61700000	-0,265259	71,26131841	DEGV 08/15/31
Government (Gove...)	100,51050000	0,447354	0,00000000	ESGV 0,500 10/31/31
Swap		0,184000	26,33543473	10Y AB30/360-6MEURIB
Rating		0,628000	-18,06456527	A A EUR 10Y
BMK to Next Red	102,61700000	-0,265259	71,26131841	DEGV 08/15/31
User Bond / Swap				
Asset Swap			26,44380261	Upfront: -5.420,068
Z-Spread			27,04610912	Zero Curve: EUR - Swap vs 6M

Fuente: Reuters

# Medidas de riesgo de una cartera

- El riesgo de una cartera de bonos (duración, sensibilidad y convexidad) es el riesgo ponderado de los bonos que constituyen la cartera.
- En el caso de la duración y sensibilidad:

$$\text{Duración } D_{\text{ptf}} = \frac{D_{\text{Bono1}} * \text{Valor}_{\text{Bono1}}}{\text{Valor Cartera}} + \frac{D_{\text{Bono2}} * \text{Valor}_{\text{Bono2}}}{\text{Valor Cartera}} + \dots + \frac{D_{\text{Bono j}} * \text{Valor}_{\text{Bono j}}}{\text{Valor Cartera}}$$

$$\text{Sensibilidad } S_{\text{ptf}} = \frac{S_{\text{Bono1}} * \text{Valor}_{\text{Bono1}}}{\text{Valor Cartera}} + \frac{S_{\text{Bono2}} * \text{Valor}_{\text{Bono2}}}{\text{Valor Cartera}} + \dots + \frac{S_{\text{Bono j}} * \text{Valor}_{\text{Bono j}}}{\text{Valor Cartera}}$$

Referencia	Cupón	Vencimiento	Nom 1	Nom 2	Peso1	Peso2	D. Bono	S.Bono	Cartera 1		Cartera 2	
									Dur	Sensi	Dur	Sensi
OE 2,75% 31/10/24	2,75%	31-oct.-2024	1.000.000 €	1.000 €	16,67%	16,67%	2,857	3,158	0,476	0,526	0,476	0,526
OE 6% 31/01/2029	6,00%	31-ene.-2029	1.000.000 €	1.000 €	16,67%	16,67%	6,048	8,971	1,008	1,495	1,008	1,495
OE 1,45% 30/4/2029	1,45%	30-abr.-2029	1.000.000 €	1.000 €	16,67%	16,67%	7,070	7,844	1,178	1,307	1,178	1,307
OE 1,85% 30/07/2035	1,85%	30-jul.-2035	1.000.000 €	1.000 €	16,67%	16,67%	12,346	14,122	2,058	2,354	2,058	2,354
OE 2,70% 31/10/2048	2,70%	31-oct.-2048	1.000.000 €	1.000 €	16,67%	16,67%	21,452	27,838	3,575	4,640	3,575	4,640
OE 1,45% 31/10/2071	1,45%	31-oct.-2071	1.000.000 €	1.000 €	16,67%	16,67%	31,857	31,857	5,310	5,310	5,310	5,310
<b>Posición total cartera</b>			<b>6.000.000,0 €</b>	<b>6.000,0 €</b>					<b>13,61</b>	<b>15,632</b>	<b>13,61</b>	<b>15,632</b>
									<b>VPB</b>	<b>9.379,00 €</b>	<b>VPB</b>	<b>9,38 €</b>

# Índice

1. Fundamentos matemáticos
2. Valoración de un bono
  - Cálculo del Precio Forward de un bono
3. Medidas de riesgo de bonos:
  - El criterio de la TIR
  - Duración, sensibilidad y convexidad
4. Estrategias con bonos

# Estrategias direccionales: Posicionamiento en duración

- Según las expectativas de tipos, se ajustará la duración de la cartera:
- Expectativas de subida de tipos ⇒ Reducir duración de la cartera
  - Compra (venta) de bonos con cupón alto (bajo)
  - Reducción del plazo (comprar bonos cortos, vender bonos largos)

Referencia	Cupón	Vencimiento	Nom 1	Nom 2	Peso1	Peso2	D. Bono	S.Bono	Dur	Sensi	Cartera 1	Cartera 2
OE 2,75% 31/10/24	2,75%	31-oct.-2024	1.000.000 €	6.000.000 €	16,67%	100,00%	2,857	3,158	0,476	0,526	2,857	3,158
OE 6% 31/01/2029	6,00%	31-ene.-2029	1.000.000 €		16,67%	0,00%	6,048	8,971	1,008	1,495	0,000	0,000
OE 1,45% 30/4/2029	1,45%	30-abr.-2029	1.000.000 €		16,67%	0,00%	7,070	7,844	1,178	1,307	0,000	0,000
OE 1,85% 30/07/2035	1,85%	30-jul.-2035	1.000.000 €		16,67%	0,00%	12,346	14,122	2,058	2,354	0,000	0,000
OE 2,70% 31/10/2048	2,70%	31-oct.-2048	1.000.000 €		16,67%	0,00%	21,452	27,838	3,575	4,640	0,000	0,000
OE 1,45% 31/10/2071	1,45%	31-oct.-2071	1.000.000 €		16,67%	0,00%	31,857	31,857	5,310	5,310	0,000	0,000
<b>Posición total cartera</b>			6.000.000,0 €	6.000.000 €					13,61	15,632	2,86	3,158
									VPB	9.379,00 €	VPB	1.894,80 €

- OJO al modificar la duración vía cupón, por que se puede lograr el efecto contrario al deseado (compensando cupón con vencimiento)

# Estrategias direccionales: Posicionamiento en duración

- Según las expectativas de tipos, se ajustará la duración de la cartera:
- Expectativas de bajada de tipos ⇒ Incrementar duración de la cartera
  - Compra (venta) de bonos con cupón bajo (alto)
  - Ampliar del plazo (comprar bonos largos, vender bonos cortos)

Referencia	Cupón	Vencimiento	Nom 1	Nom 2	Peso1	Peso2	D. Bono	S.Bono	Cartera 1		Cartera 2	
									Dur	Sensi	Dur	Sensi
OE 2,75% 31/10/24	2,75%	31-oct.-2024	1.000.000 €		16,67%	0,00%	2,857	3,158	0,476	0,526	0,000	0,000
OE 6% 31/01/2029	6,00%	31-ene.-2029	1.000.000 €		16,67%	0,00%	6,048	8,971	1,008	1,495	0,000	0,000
OE 1,45% 30/4/2029	1,45%	30-abr.-2029	1.000.000 €		16,67%	0,00%	7,070	7,844	1,178	1,307	0,000	0,000
OE 1,85% 30/07/2035	1,85%	30-jul.-2035	1.000.000 €		16,67%	0,00%	12,346	14,122	2,058	2,354	0,000	0,000
OE 2,70% 31/10/2048	2,70%	31-oct.-2048	1.000.000 €		16,67%	0,00%	21,452	27,838	3,575	4,640	0,000	0,000
OE 1,45% 31/10/2071	1,45%	31-oct.-2071	1.000.000 €	6.000.000 €	16,67%	100,00%	31,857	31,857	5,310	5,310	31,857	31,857
<b>Posición total cartera</b>			6.000.000,0 €	6.000.000 €					13,61	15,632	31,86	31,857
									VPB	9.379,00 €	VPB	19.114,20 €

- OJO al modificar la duración vía cupón, por que se puede lograr el efecto contrario al deseado (compensando cupón con vencimiento)

# Estrategias de valor relativo

## Prima de riesgo España – Alemania

- Se adopta una **posición larga de bono (supuestamente infravalorado)** frente a una **posición corta en otro (supuestamente sobrevalorado)** de diferentes países:
  - La prima de riesgo es el **diferencial de rentabilidades de bonos del tesoro de Alemania y otros países**, periféricos o no, para un plazo (normalmente 10y).
- Se **compra deuda alemana** como estrategia de “flight to quality” ante cualquier noticia negativa en la eurozona, **vendiéndose la deuda de los otros países** como por ejemplo, Grecia, Italia, España o Portugal.
  - Los precios de la deuda alemana suben (**bajan**), bajando (**subiendo**) su TIR, mientras que la periférica **baja (sube)** en precio, subiendo (**bajando**) su TIR
  - El spread de TIR “Periferia – Core”, se incrementa (**disminuye**).
- **Alemania** se toma como **referencia de deuda pública de mejor calidad** y, en principio, es uno de los países de la zona euro **con rating de AAA**.

# Estrategias de valor relativo

## □ Primas de riesgo de la Eurozona

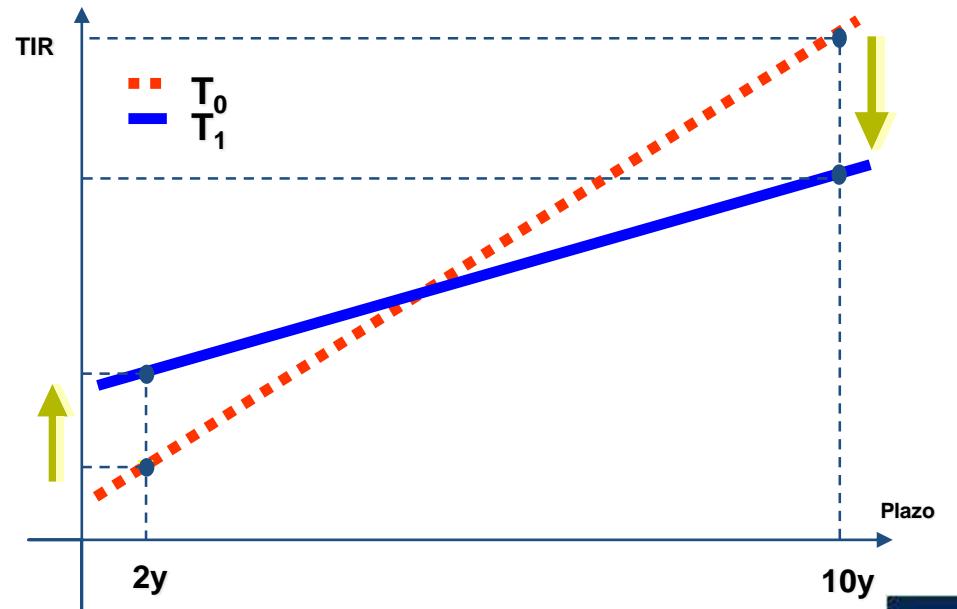


Fuente: Infobolsa

# Estrategias de valor relativo: Pendiente

## Aplanamiento (“flattening”)

- Pendiente positiva: ↑ TIR plazos Cortos y ↓ TIR plazos Largos:
  - En escenarios de reactivación económica combinada con fuerte restricción monetaria.
  - Venta bono a 2y y compra bono a 10y
  - Spread entre 2 plazos de la curva se estrecha,
    - Menos positivo (curva positiva)
    - Menos negativo (curva invertida)
  - T0 : TIR 2y: -0,66% - TIR 10y: +0,45%
    - ⇒ Pendiente 111 p.b.
  - T1: TIR 2y: -0,40% / TIR 5y: +0,25%
    - ⇒ Pendiente 65 p.b.
  - Spread 2-10 ha estrechado → la curva ha aplanado o hecho “flattening”



# Estrategias de valor relativo: Pendiente

## Aplanamiento (“flattening”)

### OPERACIÓN IDA

			Bono	5.000.000,00 €				
			Cupón	Vencimiento	Precio	Efectivo	Sensibilidad	TIR
Venta	SPGB 4,40% 31/10/23	4,40%	31-oct.-23	109,951%	28.225.676,2 €		1,937	-0,690%
Compra	SPGB 0,50% 31/10/31	0,50%	31-oct.-31	101,052%	5.052.600,0 €		9,945	0,394%
Spread TIR	108,4							
C. Sensib.	5,134							
Estrategia	Aplanamiento							

### OPERACIÓN VUELTA

			Bono	5.000.000,00 €					
			Cupón	Vencimiento	Precio	Efectivo	Sensibilidad	TIR	Var. TIR
Compra	SPGB 4,40% 31/10/23	4,40%	31-oct.-23	109,941%	28.223.189,9 €		1,937	-0,685%	0,005%
Venta	SPGB 0,50% 31/10/31	0,50%	31-oct.-31	101,102%	5.055.086,3 €		9,945	0,389%	-0,005%
Spread TIR	107,4								
Movimiento	Aplanamiento								

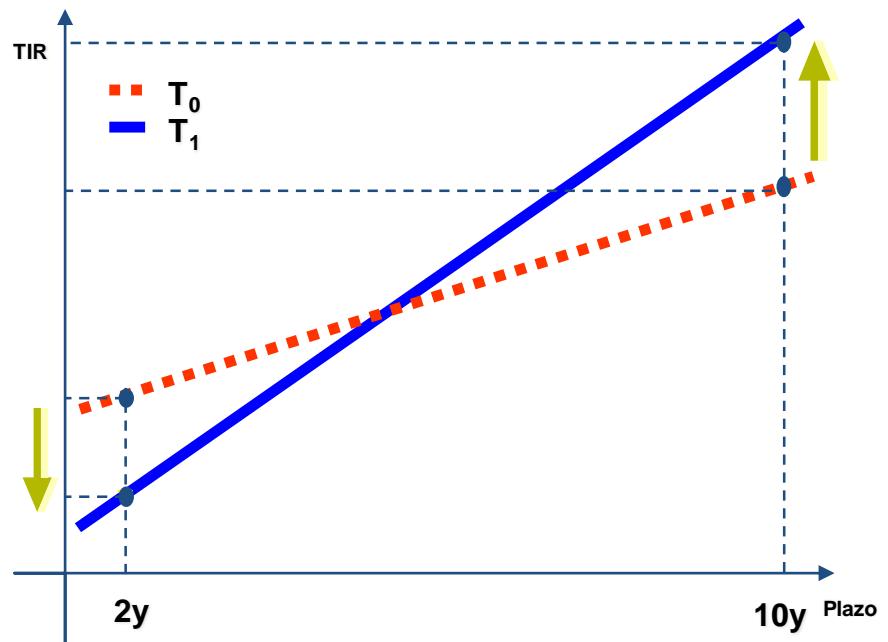
		Bono
Resultado Bono	4,40%	31-oct.-23
Resultado Bono	0,50%	31-oct.-31
		Resultado total 4.972,5 €

# Estrategias de valor relativo: Pendiente

## Positivación (steepening)

- Pendiente positiva: ↓ TIR plazos Cortos y ↑ TIR plazos Largos:

- Escenarios de reactivación económica combinada con poca restricción monetaria
- Compra bono a 2y y venta bono a 10y
- Spread entre 2 plazos de la curva se amplia,
  - Más positivo (curva positiva)
  - Más negativo (curva invertida)
- T0 : TIR 2y: -0,66% - TIR 10y: +0,45%
  - ⇒ Pendiente 111 p.b.
- T1: TIR 2y: -0,75% / TIR 5y: +0,55%
  - ⇒ Pendiente 130 p.b.
- Spread 2-10 se ha ampliado, la curva ha positivado o hecho “steepening”



# Estrategias de valor relativo: Pendiente

## Positivación (steepening)

OPERACIÓN IDA							
		Bono		5.000.000,00 €			
		Cupón	Vencimiento	Precio	Efectivo	Sensibilidad	TIR
Compra	SPGB 4,40% 31/10/23	4,40%	31-oct.-23	109,951%	28.225.676,2 €	1,937	-0,690%
Venta	SPGB 0,50% 31/10/31	0,50%	31-oct.-31	101,052%	5.052.600,0 €	9,945	0,394%
Spread TIR	108,4						
C. Sensib.	5,134						
Estrategia	Positivación						

OPERACIÓN VUELTA							
		Bono		5.000.000,00 €			
		Cupón	Vencimiento	Precio	Efectivo	Sensibilidad	TIR
Venta	SPGB 4,40% 31/10/23	4,40%	31-oct.-23	109,961%	28.228.162,4 €	1,937	-0,695%
Compra	SPGB 0,50% 31/10/31	0,50%	31-oct.-31	101,002%	5.050.113,8 €	9,945	0,399%
Spread TIR	109,4						
Movimiento	Positivación						

		Bono					
		Resultado Bono	4,40%	31-oct.-23	2.486,3 €		
		Resultado Bono	0,50%	31-oct.-31	2.486,3 €		
		Resultado total			4.972,5 €		

¡¡Gracias por  
vuestra  
atención!!



# Master mIA –X: Mercados de renta fija

