
Estructura temporal de tipus d'interès i risc de tipus d'interès

PID_00263773

Elisabet Ruiz Dotras

**Elisabet Ruiz Dotras**

Doctora en Ciències Econòmiques i Empresariales. Professora agregada dels Estudis d'Economia i Empresa de la UOC. Ha realitzat estades de recerca a UCLA i a la City University of Hong Kong. És membre del grup de recerca DigiBiz.

Cinquena edició: febrer 2019

© Elisabet Ruiz Dotras

Tots els drets reservats

© d'aquesta edició, FUOC, 2019

Av. Tibidabo, 39-43, 08035 Barcelona

Disseny: Manel Andreu

Realització editorial: Oberta UOC Publishing, SL



Els textos i imatges publicats en aquesta obra estan subjectes –llevat que s'indiqui el contrari– a una llicència de Reconeixement-NoComercial-SenseObraDerivada (BY-NC-ND) v.3.0 Espanya de Creative Commons. Podeu copiar-los, distribuir-los i transmetre'ls públicament sempre que en citeu l'autor i la font (FUOC. Fundació per a la Universitat Oberta de Catalunya), no en feu un ús comercial i no en feu obra derivada. La llicència completa es pot consultar a <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/es/legalcode.ca>

Índex

1. Estructura temporal de tipus d'interès: definició.....	5
2. Formes de les corbes.....	8
3. Aplicacions de l'estructura temporal de tipus d'interès.....	12
4. Quins tipus d'interès configuren l'estructura temporal de tipus d'interès?.....	14
5. Risc del tipus d'interès.....	19
5.1. Risc de preu	20
5.2. Risc de reinversió	22
5.3. Resum	23

1. Estructura temporal de tipus d'interès: definició

Un factor important que influeix en el tipus d'interès d'un títol és el temps o termini que resta perquè venci: bons amb igual nivell de risc, liquiditat i característiques fiscals idèntiques poden tenir tipus d'interès diferents perquè el temps que resta perquè vencin és diferent.

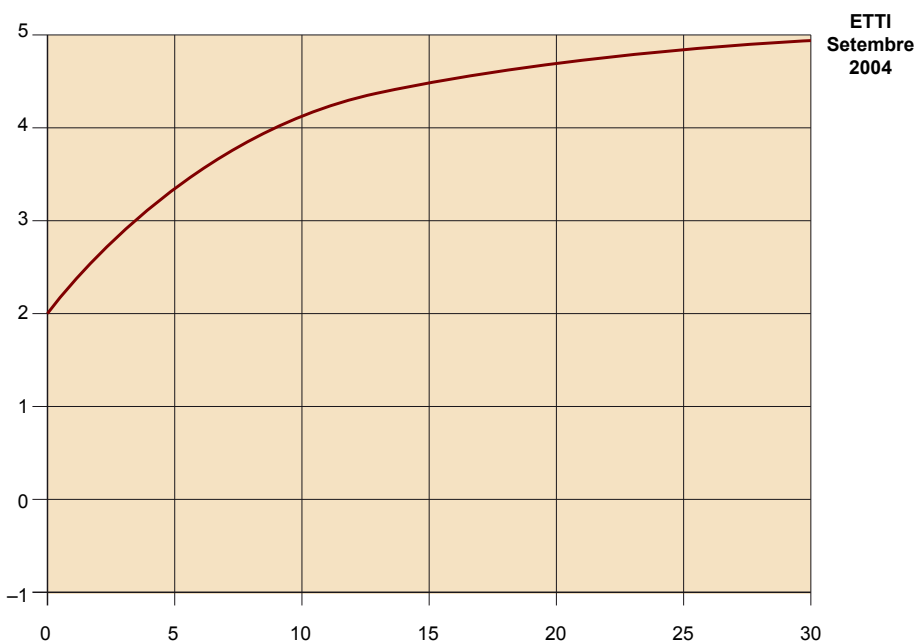
La representació gràfica que recull els rendiments dels títols (*yields*) en funció dels diferents terminis de venciment (*term to maturity*, TTM), on els títols tenen el mateix risc, liquiditat i consideracions fiscals, s'anomena **corba de tipus d'interès** (*yield curve*) i descriu l'**estructura temporal de tipus d'interès** (ETTI) (*term structure of interest rates*, TSIR) per a determinats actius financers, en particular, el deute sobirà.

En el mercat financer podem veure una relació entre el nivell dels diferents tipus d'interès vigents i l'horitzó temporal en què són aplicables. En les gràfiques següents podem veure una fotografia de l'estructura de tipus d'interès, o corba de tipus d'interès, en l'economia europea per a un dia determinat del setembre del 2004 i del setembre del 2017. Aquesta és la informació dels tipus d'interès sobre dos moments concrets de diferents anys. Tal com veurem, tant la forma de les dues corbes com els nivells (valors dels tipus d'interès) són molt diferents.

Estructura temporal de tipus d'interès

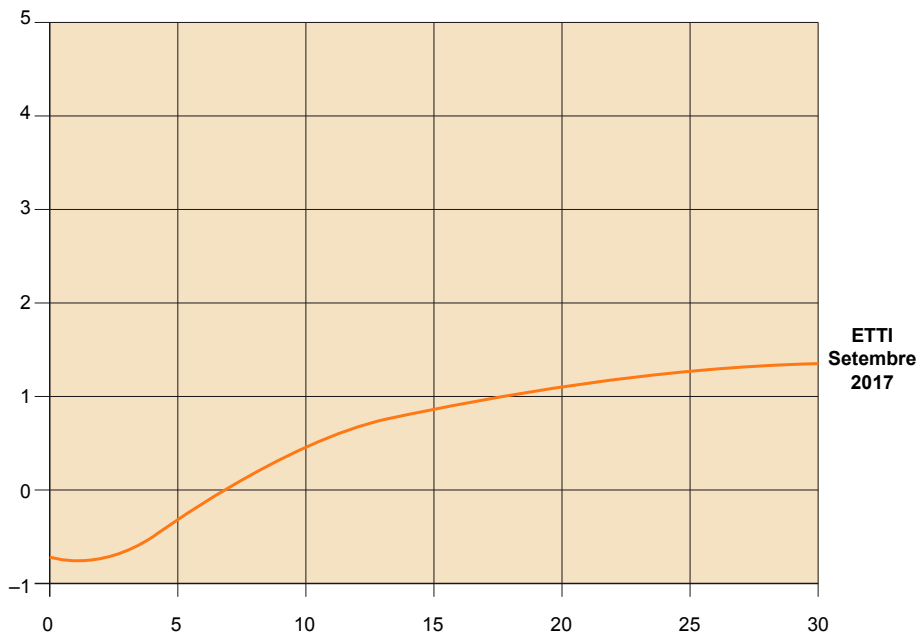
Quan parlem d'una ETTI, ens referim tant al tipus d'interès com als rendiments de la corba, perquè aquests rendiment equivalen a tipus d'interès efectius anuals.

Gràfica 1a. ETTI



Font: Banc Central Europeu

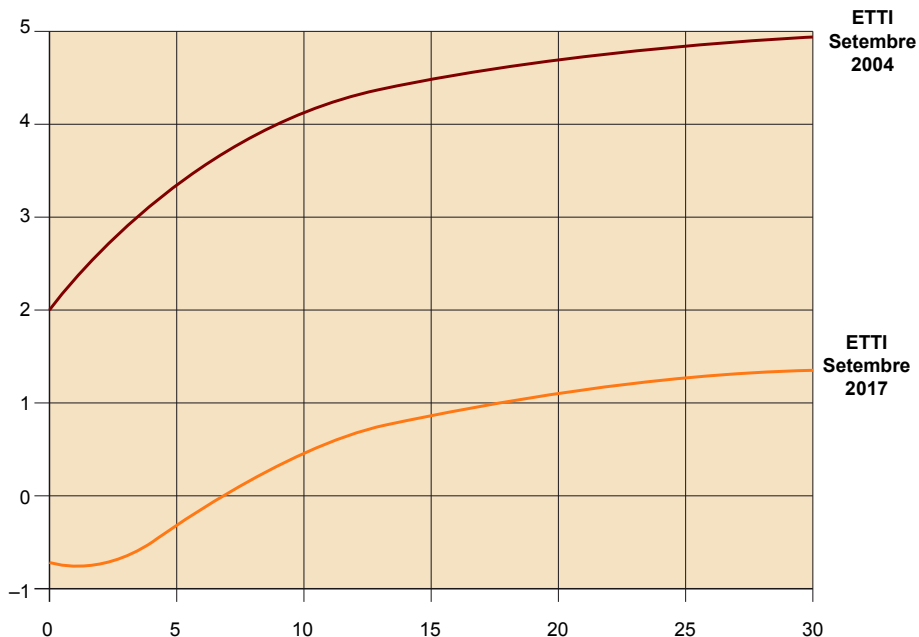
Gràfica 1b. ETTI



Font: Banc Central Europeu

A continuació, comparem les dues corbes en un únic gràfic:

Gràfica 1c. ETTI



Font: Banc Central Europeu

Aquestes corbes s'han calculat a partir de dades de títols europeus i aquestes són les estructures de tipus d'interès que regien a Europa en les dates assenyalades. Si s'haguessin calculat a partir de títols americans, la corba de tipus d'interès seria dels Estats Units.

Més endavant veurem que els títols que s'utilitzen per a obtenir aquestes corbes són títols lliures de risc o quasi sense risc. D'aquesta manera, assegurem que el tipus d'interès no inclogui altres valors per primes de risc.

L'estructura temporal dels tipus d'interès ens informa del nivell dels diferents tipus d'interès per a cada moment del temps en funció del termini en què s'apliquen.

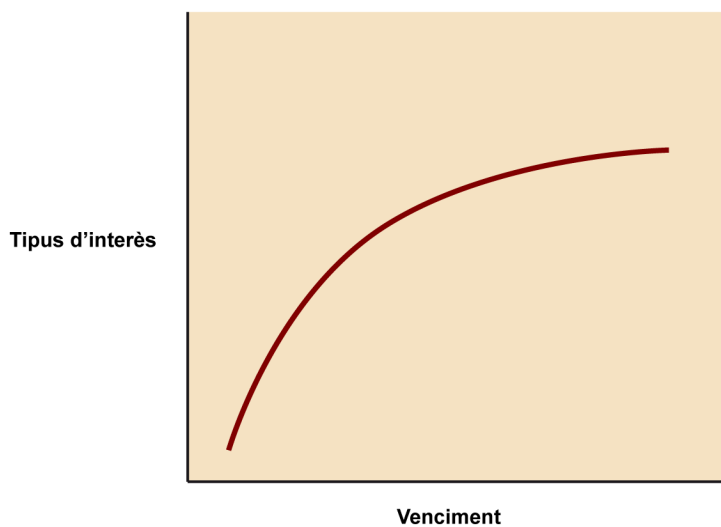
Anomenem **estructura temporal dels tipus d'interès** (ETTI) la relació funcional que ens informa dels diferents tipus d'interès existents en un mercat en funció del termini en què s'apliquen.

2. Formes de les corbes

Les corbes de tipus d'interès es poden classificar segons la forma que adoptin. Hi ha tres formes bàsicament: creixent, decreixent i plana. Vegem-les:

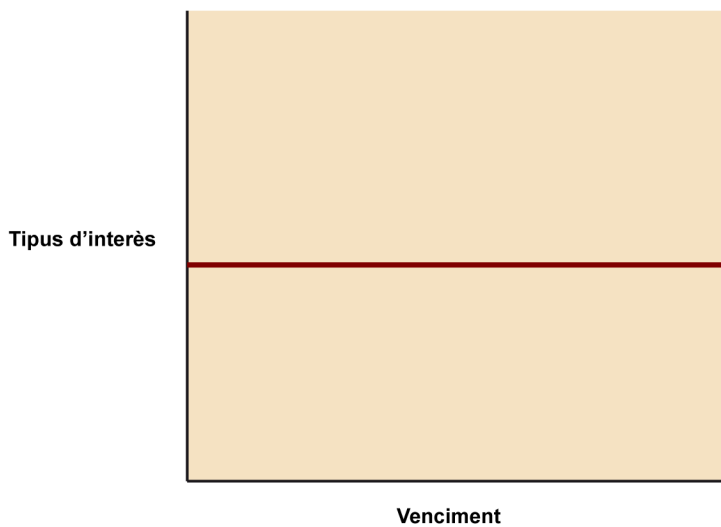
1) **Corba amb pendent positiu** (*upward sloping yield curve*) o corba normal (*normal yield curve*).

Gràfica 2. ETTI normal o amb pendent positiu



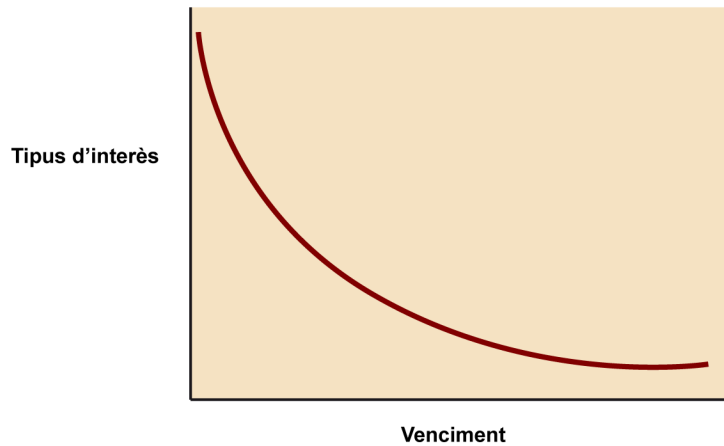
2) **Corba plana** (*flat yield curve*)

Gràfica 3. ETTI plana



3) **Corba amb pendent negatiu** (*downward sloping yield curve*), més coneguda com a corba invertida (*inverted yield curve*).

Gràfica 4. ETTI amb pendent negatiu o invertida



Normalment, la corba de tipus d'interès té un **pendent positiu**, i això implica que els tipus d'interès a llarg termini són superiors als tipus d'interès a curt termini. Així, com més termini més incertesa, ja que es desconeix si l'inversor podrà recuperar els seus diners. Llavors aquest major risc o incertesa comporta una major prima per risc i es veurà compensada per un major tipus d'interès o rendiment exigít en l'actiu en qüestió.

Quan les corbes de tipus d'interès són **planes**, els tipus d'interès a curt i llarg terminis són els mateixos. I quan les corbes de tipus d'interès són **invertides**, els tipus d'interès a llarg termini estan per sota dels tipus d'interès a curt termini.

Les corbes de tipus d'interès poden ser una mica més complicades quan, per exemple, tenen dos punts d'inflexió i combinen més d'una de les formes que acabem d'assenyalar. Però en general mostren una única tendència: tipus d'interès creixents al llarg del temps, tipus d'interès estables al llarg del temps o tipus d'interès decreixents al llarg del temps.

Des de la darrera crisi financera, els mercats financers han canviat molt i hi ha molta incertesa en tots els terminis de la corba. De fet, al final del 2017 la corba de tipus d'interès dels Estats Units i Europa mostra una forma plana. Per tant, ens està informant que els inversors no veuen clar què passarà en el futur, i ara per ara exigeixen, per a inversions a curt termini, el mateix que s'exigeix per a inversions a llarg termini.

En la gràfica 1, fotografia dels tipus d'interès per a un dia de setembre del 2017, hi ha una part de la corba del 2017 amb tipus d'interès negatius, mentre que el 2004 el tipus d'interès més baix era el 2%. Aquesta situació, bastant particular i que fins ara només s'havia donat en moments puntuals durant períodes de crisis econòmiques i financeres, és el resultat de diversos factors: un entorn econòmic de deflació sense creixement del PIB i un atur elevat, juntament amb un tipus d'interès del preu oficial del diner¹ al voltant del 0% i mesures de flexibilització monetària molt laxes. Cal no oblidar que les tecnologies i

⁽¹⁾Aquest tipus d'interès del diner és un tipus d'interès diferent del de la ETTI.

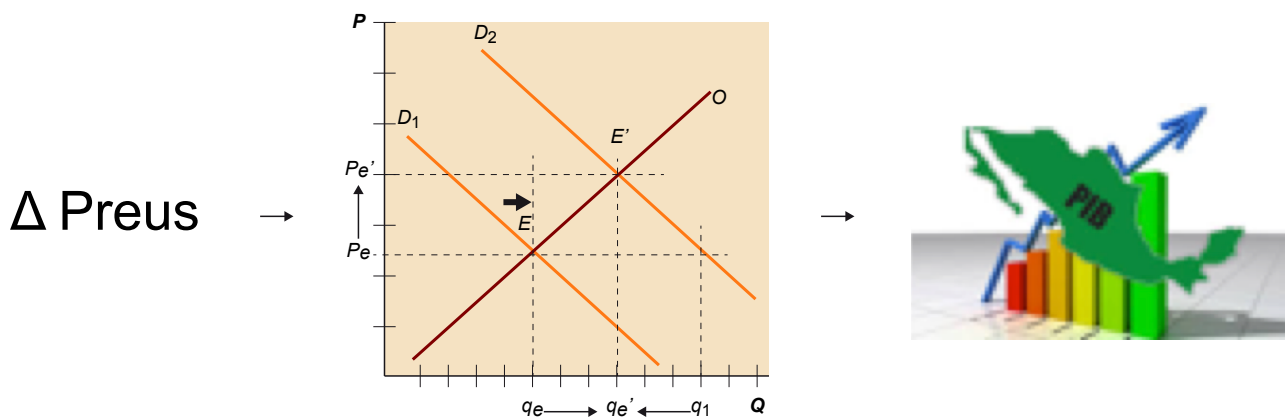
la globalització també han modificat els mercats financers. A més, aquestes característiques són comunes en diversos països per un període prolongat de temps.

D'altra banda, hi ha diferents bancs centrals, com la Reserva Federal dels Estats Units (*the Fed*), el Banc Central Europeu (BCE), el Banc d'Anglaterra (BoE) o el Banc del Japó (BoJ), que han abaixat en determinats moments els tipus d'interès oficial del diner fins al punt d'arribar al 0% o a prop d'aquest valor. Aquestes mesures són la resposta a un entorn on, en lloc d'haver-hi inflació, és a dir, on els preus pugen, hi ha deflació, és a dir, on els preus baixen.

Tal com heu vist en assignatures d'economia, els preus dels béns i serveis pugen perquè la demanda augmenta. És a dir, si tenim la mateixa oferta per un producte o servei, quan la quantitat de demanda s'incrementa la corba de demanda es desplaça a la dreta i el preu d'equilibri puja². En general, quan parlem d'una economia en creixement, diem que el seu PIB (GDP) augmenta perquè hi ha més demanda. Quan tenim més demanda, els preus dels béns i serveis també pugen. I, si els preus pugen, tenim inflació.

⁽²⁾En aquesta anàlisi no parlem de béns i serveis de primera necessitat sinó de béns i serveis elàstics.

Gràfica 5. Efecte de l'increment de preus sobre el consum: desplaçament a la dreta de la demanda



Els bancs centrals, per tal de controlar la inflació i evitar que es dispari, apliquen mesures de política monetària. Una de les mesures més coneguda és apujar o abaixar el tipus d'interès. Segons la teoria econòmica, si els tipus d'interès pugen obtenir crèdit és més costós i, per tant, la renda disponible de les famílies és menor o hi ha menys diners disponibles per a les empreses (per a fer inversions, contractar nou personal, etc.). Si hi ha menys renda o diner disponible en una economia, la demanda de béns i serveis disminuirà i d'aquesta manera es frenarà la pujada de preus.

Però el panorama econòmic després de la crisi econòmica i financera del 2008 fou diferent del d'altres crisis anteriors. Els bancs centrals de diferents països, per tal d'estimular el consum i el creixement de les economies, van abaixar els tipus d'interès del preu oficial del diner fins a valors propers al 0%. Abaixant el tipus d'interès, s'espera que s'abarateixi el crèdit i que les empreses i famílies en demanin més i, per tant, tinguin més renda disponible per a consumir

béns i serveis. D'aquesta manera, s'aconsegueix estimular el consum d'una economia. Malgrat tot, en la crisi financera i econòmica del 2008 el resultat d'aquest estímul no fou ben bé l'esperat. La situació financera i els desequilibris en els balanços que afectaven moltes entitats financeres van fer que el crèdit no acabés arribant a les famílies o empreses i, per tant, que els estímuls de política monetària no acabessin de traslladar-se completament a qui corresponia per més baix que fos el tipus d'interès oficial del diner.

Des del 2008 les mesures de flexibilització quantitativa (*quantitative easing measures* o *QE measures*) dels bancs centrals per tal d'injectar liquiditat a les economies han estat molt populars. Aquestes mesures consisteixen a comprar actius de deute pública per part del banc central. Aquesta compra es duu a terme creant nou diner, que el banc central emet ampliant el balanç tant d'actius com de passius, al mateix temps que introdueix més diners en el sistema financer.

Quan un banc central compra deute públic, hi ha més demanda de deute. Per tant, n'apuja el preu i, conseqüentment, abaixa els tipus d'interès³. Des del 2008, diferents bancs centrals han estat introduint grans quantitats de diners als mercats financers mitjançant la compra de títols de deute públic principalment.

El resultat de les mesures ultralaxes en política monetària, dutes a terme per diferents bancs centrals, han comportat tipus d'interès negatius en el deute públic i a una certa especulació en el mercat de deute. Conseqüentment, les corbes de tipus d'interès han tingut valors negatius en el curt termini o bé han adoptat formes planes.

Però el més curiós del que està succeint en els recents anys és que no solament el deute públic mostra tipus d'interès anuals negatius, sinó que a Europa fins i tot el deute privat o corporatiu, el que emeten les empreses, també ofereix rendiments negatius.

Lectures recomanades

Us animem a llegir un parell d'articles del *Financial Times* per a entendre una mica per què ens trobem amb deute públic i privat amb rendiments negatius i encara hi ha demanda, és a dir, encara hi ha inversors que volen comprar aquests títols. Podeu trobar aquests articles en la secció Recursos d'Aprenentatge de l'aula:

Negative-yielding bonds: Why buy them? Why sell them?

Over \$9tn of bonds trade with negative yields

⁽³⁾Recordeu que hi ha una relació inversa entre el preu i el rendiment o tipus d'interès (*yield to maturity*, YTM) d'un títol de deute.

Interessos 0%

La Reserva Federal dels Estats Units, el Banc Central del Japó, el Banc Central Europeu i el Banc Central d'Anglaterra han aplicat mesures de flexibilització quantitativa i baixades importants del tipus d'interès oficial del diner, fins al punt d'arribar al 0% en alguna economia.

Lectures complementàries

Aquestes lectures complementàries les podeu trobar en la secció Recursos d'Aprenentatge de l'aula:
 Política monetària en economías avanzadas (BdE, 2014).
 The signal and the noise in the flat yield curve (Financial Times)
 Not Your Dad's Yield-Curve Flattening; Bond World Has Changed (Bloomberg)

3. Aplicacions de l'estructura temporal de tipus d'interès

El coneixement de l'estructura temporal dels tipus d'interès té una importància capital en l'anomenada economia financera. A més a més, a causa del caràcter instrumental, té diverses aplicacions, algunes de les quals van més enllà de l'àmbit estrictament financer. A continuació presentem, sense intenció de ser exhaustius, una **relació de les aplicacions principals de l'estructura temporal dels tipus d'interès**:

1) **Valoració d'actius financers.** Conèixer els tipus d'interès és bàsic per a la valoració financera, és a dir, per a assignar el preu dels actius financers (*swaps, fras, caps, floors*, etc.), sobretot dels que no tenen una cotització donada pel mercat. En aquest grup s'inclouen tots els instruments de OTC (*over the counter*), que bàsicament són productes derivats que no tenen un mercat organitzat que en cotitzi els preus, i per això s'han de definir mitjançant una valoració financera.

2) **Valoració d'actius reals.** Totes les metodologies serioses de valoració i selecció d'inversions reals incorporen una valoració financera; per tant, necessiten informació dels tipus d'interès. Un cas particular molt important és quan s'aplica a la valoració d'empreses.

3) **Gestió d'actius i passius.** Per a una entitat de crèdit, és fonamental que hi hagi una gestió integrada de tots els actius i passius que la componen, amb la finalitat de fer una valoració financera conjunta del risc que assumeix l'entitat.

4) **Mesura i gestió del risc de tipus d'interès.** Evidentment, els tipus d'interès són la variable bàsica per a avaluar el risc que genera la seva volatilitat. El càlcul de la variació del valor de mercat d'operacions aïllades o de carteres enfront de les variacions de tipus d'interès és l'eina per a mesurar el risc del tipus d'interès.

5) **Arbitratge i especulació.** L'estructura dels tipus d'interès ens permet calcular els preus teòrics dels actius que cotitzen en el mercat. La comparació entre els preus teòrics i els preus cotitzats pot donar lloc a operacions d'especulació amb risc molt baix o directament a operacions d'arbitratge.

6) **Referència per a noves emissions.** Els tipus d'interès són una referència per a les noves operacions i, d'una manera especial, per a les operacions de renda fixa. Conseqüentment, els tipus de mercat són la rendibilitat mínima que es pot oferir en una emissió de títols, tot i que la rendibilitat final ha d'incloure una prima per risc relacionada amb la qualificació creditícia del deutor, amb la liquiditat que tindrà el títol, etc.

Operacions d'arbitratge

Una operació d'arbitratge és la que permet obtenir un benefici amb inversió nul·la i sense assumir cap risc.

7) **Aplicació en política monetària.** Els tipus d'interès són una variable macroeconòmica molt important i, per això mateix, del seu estudi empíric en deriven conclusions que poden ser aplicades a la política monetària.

8) **Modelització d'expectatives.** D'acord amb la informació de les estructures dels tipus que va generant el mercat, es modelitza l'evolució dinàmica d'aquesta estructura, és a dir, el comportament futur dels tipus d'interès.

Aplicacions de l'estructura temporal del tipus d'interès

- Valoració d'actius financers
- Valoració d'actius reals
- Gestió d'actius i passius
- Mesura i gestió del risc del tipus d'interès
- Arbitratge i especulació
- Referència per a noves emissions
- Política monetària
- Expectatives

4. Quins tipus d'interès configuren l'estructura temporal de tipus d'interès?

Abans d'aprofundir en l'estructura dels tipus d'interès, és convenient aclarir alguns dels seus aspectes. Al marge de la diferenciació clàssica entre tipus nominals i tipus efectius que ja s'ha estudiat, cal introduir nous conceptes relacionats amb el moment temporal en què un determinat tipus d'interès és vigent.

És un fet prou conegut que en el mercat coexisteixen operacions de finançament regides per tipus d'interès diferents. Aquestes diferències tenen moltes causes, una de les quals és molt important: el risc d'insolvència de l'emissor. I és precisament aquest risc d'insolvència de l'emissor el que els agents valoren negativament, de manera que si el risc és considerat alt els agents no estan disposats a finançar si no és a canvi d'una rendibilitat més elevada que compensi el risc assumit. Llavors diem que aquests tipus d'interès són afectats per l'anomenada **prima per risc**, que dependrà consegüentment de cada deutor i de la seva classificació creditícia. L'objectiu és que la corba de tipus d'interès no inclogui cap element que distorsioni el valor del finançament per a un determinat termini. És a dir, si un tipus d'interès inclou la prima per risc, aquest valor no ens serà útil per a construir l'estructura temporal de tipus d'interès.

Com que la prima per risc és difícil de quantificar i hem vist que ens distorsiona el tipus d'interès, caldrà que l'ETI estigui construïda amb tipus lliures de risc d'insolvència.

Els títols de deute públic amb elevada qualificació creditícia (AAA) es consideren els adequats per a estimar l'estructura temporal de tipus d'interès, atès que es consideren lliures de risc d'insolvència.

Tal com hem assenyalat, els passius financers de l'Estat són la principal font d'informació per a quantificar la corba de tipus d'interès. No existeixen els títols físicament, sinó que el mercat negocia telemàticament sobre la referència de l'emissió. Aquest mètode agilita les transaccions alhora que en redueix el cost, generant un mercat més eficient. Així, doncs, cal destacar que aquest mercat, que s'anomena genèricament deute públic, a causa del seu estat de desenvolupament i alt nivell d'eficiència, proporciona informació de tipus d'interès adient per a construir l'estructura temporal dels tipus d'interès.

D'altra banda, observem que per a un mateix emissor, per exemple l'Estat, hi ha diferents tipus d'interès en funció del termini de l'operació. És a dir, en el mercat secundari de negociació de deute públic el termini de venciment de cada títol és diferent. En la primera columna (Descripció) de la gràfica 6,

Enllaç d'interès

El Banc d'Espanya publica en línia les cotitzacions i els tipus d'interès negociats en el mercat de deute públic. Podeu trobar-ne més informació en aquesta adreça web: <https://www.bde.es/webbde/es/secciones/informes/banota/banota.html>.

primer hi ha el tipus de títol emès (Obl. Tesoro Público), a continuació el tipus d'interès que paga el cupó, i finalment el mes i l'any de venciment del títol. Veiem que, tot i ser tot obligacions del Tresor Público, paguen cupons diferents i, a més, els venciments són el 2029, el 2040, el 2048, etc. Per tant, malgrat que totes són emeses per l'Estat, aquestes emissions tenen venciments diferents, i per això el cupó que es paga també és diferent.

Gràfica 6. Cotització del deute públic espanyol en el mercat secundari (11 de desembre de 2017)

▲ Precios de Compra y Venta SEND: Deuda Pública

Descripción	ISIN	Compra			Venta			Ult.Precio Negoc.	Ult.TIR Negoc.	Importe Nominal**
		Importe	TIR*	Precio*	Precio*	TIR*	Importe			
BO - Bonos y Obligaciones										
OBL TESORO PÚBLICO- 6,000 01/2029	ES0000011868	1.975.000,00	1,610	144,420	146,705	1,432	2.000.000,00	143,000	1,722	25.000,00
OBL TESORO PÚBLICO- 4,800 07/2040	ES00000120N0	2.000.000,00	2,444	142,290	145,975	2,277	2.000.000,00			
OBL TESORO PÚBLICO- 4,100 07/2018	ES00000121A5	2.000.000,00	1,908	101,345	104,380	-2,707	2.000.000,00			
OBL TESORO PÚBLICO- 4,800 01/2024	ES00000121G2	2.000.000,00	0,797	123,870	126,690	0,388	2.000.000,00			
OBL TESORO PÚBLICO- 4,800 07/2019	ES00000121L2	2.000.000,00	0,518	106,595	109,650	-1,230	2.000.000,00			
OBL TESORO PÚBLICO- 4,30 10/2019	ES00000121O6	2.000.000,00	0,411	107,275	108,940	-0,421	10.000,00			

Font: BMERF

En la quarta i setena columnes d'aquesta mateixa imatge, hi ha la TIR dels títols. Aquest valor correspon al tipus d'interès efectiu anual del qual hem parlat darrerament i, per tant, seria el valor que utilitzaríem per a construir la corba de tipus d'interès o estructura temporal de tipus d'interès per aquest dia concret (11 de desembre de 2017). En aquesta imatge hi ha dos valors perquè en aquest cas els preus de compra i venda són diferents. Recordeu que el preu és el valor que hi ha a l'esquerra de l'equació quan calculem el tipus d'interès efectiu. Així, doncs, si el preu canvia canviarà també el tipus efectiu. Els valors corresponents a la venda del títol són els que s'usen per a la corba de tipus d'interès.

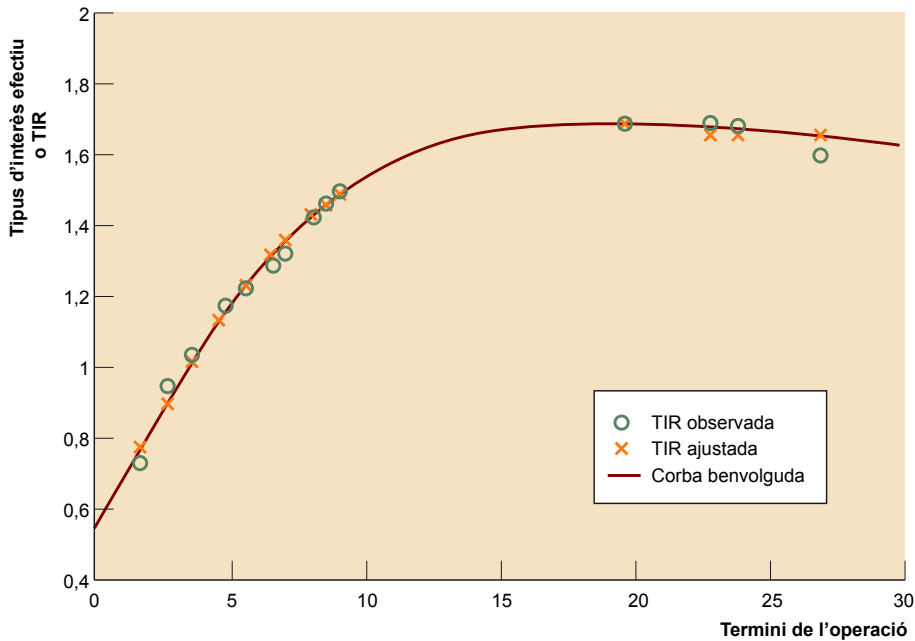
Vegeu també

Podeu revisar l'equació d'equilibri en el mòdul *Els tipus d'interès*.

Acabem de veure que difícilment es pot establir un únic tipus d'interès que ens informi del tipus d'interès o preu del mercat per a un termini. Així, doncs, cal pensar en un conjunt de tipus d'interès, que estaran en funció del termini de l'operació. El termini de l'operació correspon al temps que resta entre la data en què s'observa el tipus d'interès efectiu o TIR i el seu venciment. Per exemple, per al primer títol, que venç el gener de 2029, el termini de l'operació seria 11 anys i 1 mes o bé, 11,0833 anys tenint en compte que les dades de la gràfica 6 són de desembre del 2017. Recordeu que la corba de tipus té dos eixos: el tipus d'interès i el termini de l'operació. Per tant, aquest primer títol seria un únic punt de la corba de tipus (1,432%, 11,08833). Si agaféssim tots els títols d'un dia i calculéssim la TIR i el temps que resta per al venciment, tindríem diversos punts en una gràfica.

En la gràfica 7 hi ha un exemple d'una altra ETTI. Els cercles en blau corresponen a les TIR amb els venciments observats un altre dia en un mercat de deute públic diferent de l'anterior. En aquest cas, els cercles en blau serien el que podríem representar amb les dades de la gràfica 6.

Gràfica 7. Punts de la corba de tipus d'interès



Font: Reserva Federal dels Estats Units. ETTI juny del 2005

Aplicant determinades tècniques estadístiques, es pot ajustar o estimar una corba a partir de les dades observades (cercles). La línia contínua correspon a l'ETI estimada i les X corresponen al punts ajustats o estimats a partir de la dada observada. La diferència entre el cercle i la X correspon a l'error en l'estimació o ajustament de la corba.

L'estructura temporal de tipus d'interès també se l'anomena **corba de cupó zero** perquè cada un dels tipus d'interès que componen la corba equivalen a bons o obligacions de deute públic en què no es paga cap cupó; per això s'anomenen de cupó zero. Això vol dir que a partir d'aquesta corba podem obtenir el tipus d'interès per a qualsevol venciment que necessitem per a fer valoracions d'operacions financeres.

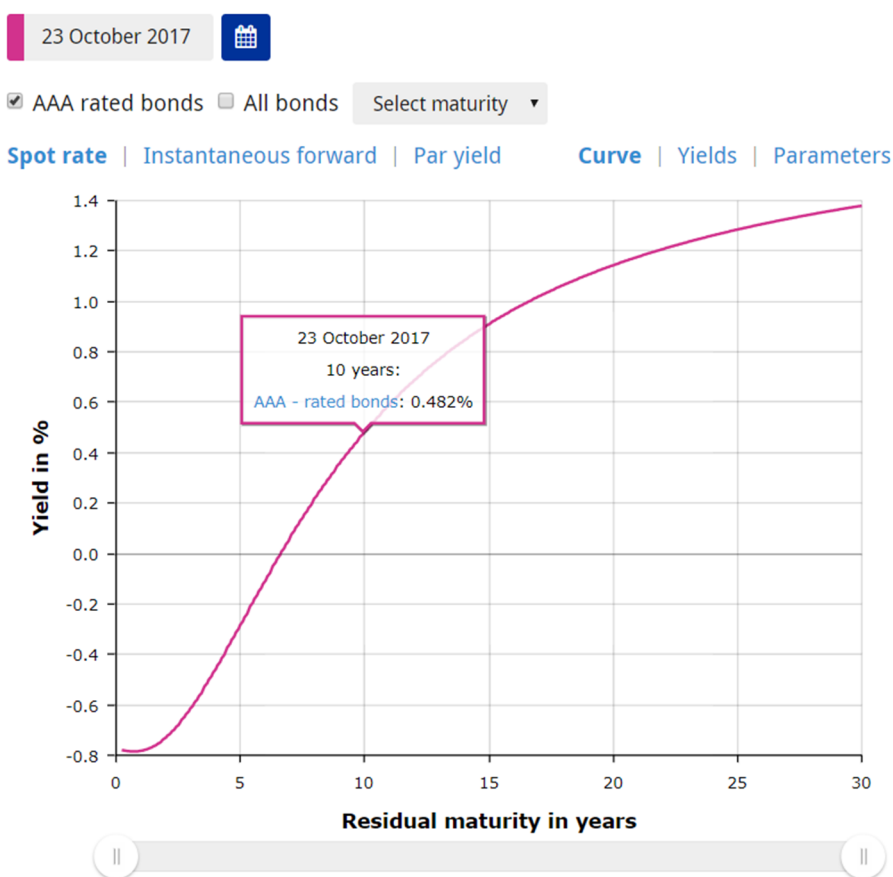
Tornant a la gràfica 6, on hi ha les dades del deute públic espanyol, com que aquestes dades canvien cada dia perquè el deute públic es negocia contínuament i diàriament, cada dia podem construir una corba de tipus d'interès diferent.

En certa manera, podem fer el símil que la corba de tipus d'interès d'un dia seria una fotografia del tipus d'interès per diferents venciments d'un dia concret i, si mirem l'evolució de l'ETI al llarg de diferents dies, com una pel·lícula de com evolucionen els tipus d'interès per diferents terminis al llarg del temps.

A continuació, en la gràfica 8, podeu veure l'ETI o *yield curve* que el Banc Central Europeu calcula per a Europa. Tal com es veu en la gràfica, en principi és calculada amb actius de baix risc o de risc pràcticament nul. Per això a l'esquerra hi ha «AAA rated bonds», que significa que són bons de molt bona qualificació creditícia segons les agències de qualificació.

També observem que aquesta corba és representada fins a un venciment de 30 anys. I, per tant, podem veure el tipus d'interès que regeix en el mercat en una data concreta per qualsevol operació des d'un dia fins a trenta anys. És una mena de fotografia que ens diu el preu del diner per cada operació financera en funció del seu termini per a un dia concret.

Gràfica 8. ETI per a la Unió Monetària europea en data 23 d'octubre de 2017.

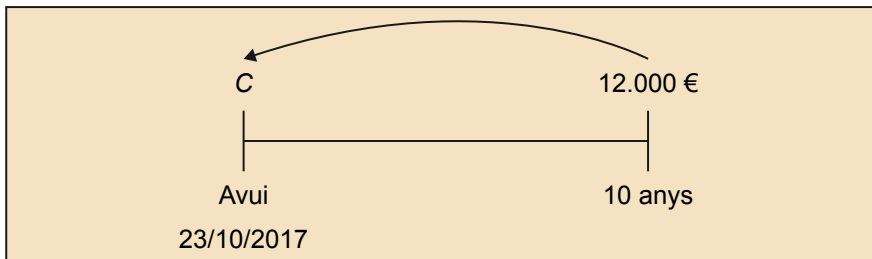


Dashed lines indicate the spot rate based on all government bonds; solid lines on AAA-rated bonds only.

Font: Banc Central Europeu (https://www.ecb.europa.eu/stats/financial_markets_and_interest_rates/euro_area_yield_curves/html/index.en.html)

Tal com s'ha assenyalat anteriorment, cada punt de la corba ens informa del tipus d'interès per a un termini concret en una data concreta. Però la gràfica no solament dona informació de la forma de la corba per tal de conèixer les expectatives del mercat, sinó que també ens proporciona informació per a valorar operacions financeres, atès que els tipus d'interès són tipus efectius anuals. Per exemple, suposem que avui és 23 d'octubre de 2017 i volem conèixer el valor actual d'un import de 12.000 euros que rebrem d'aquí a 10 anys. Per a calcular el valor actual, necessitem conèixer l'ETI europea en aquesta

data i buscar el tipus corresponent per al termini de 10 anys. En aquest cas, en la gràfica 8 veiem que el tipus d'interès a 10 anys equival al 0,482%. Gràficament, és el següent:



És a dir, l'equivalència entre capitals correspon a:

$$(C; 0) \sim (12.000; 10).$$

I el càlcul del valor actual amb el tipus d'interès corresponent és el següent:

$$C = 12.000 \cdot (1 + 0,00482)^{-10},$$

$$C = 11.436,64 \text{ euros.}$$

Us animem que aneu a la pàgina web del BCE, escolliu diferents dates de diferents anys i mireu com canvia la forma de l'estructura temporal de tipus d'interès. De fet, una corba es pot representar matemàticament a partir del nivell, el pendent i la curvatura. És interessant veure com han evolucionat aquests paràmetres de nivell, pendent i curvatura en l'ETI europea al llarg dels anys.

5. Risc del tipus d'interès

Ara ja sabem que en un determinat moment hi pot haver diferents tipus d'interès en funció del termini de l'operació. Ara reflexionem-hi una mica més.

Quan pensem en diferents actius financers, en termes generals sovint diferenciem entre els actius de renda fixa i els actius de renda variable. Els actius de renda fixa, com els bons i obligacions, proporcionen un tipus d'interès que és conegut a l'inici de l'operació o adquisició de l'actiu. I, d'altra banda, els actius de renda variable, com les accions, tenen el tipus d'interès variable tal com indica el nom, i es desconeix aquest tipus a l'inici de l'operació.

Però, malgrat que els actius de renda fixa tenen un tipus d'interès conegut i se'ls anomena renda fixa, també tenen un risc. És el risc de tipus d'interès.

El **risc de tipus d'interès** és el risc que té el preu d'un títol que esdevé a un interès fix, com un bo, una obligació o un préstec, de veure's afectat per una variació dels tipus d'interès del mercat. En general, un augment dels tipus d'interès de mercat influeix negativament en el preu d'un títol de cupó fix, i, al contrari, un descens dels tipus d'interès afecta positivament la cotització dels títols de cupó fix.

No obstant això, aquest risc desapareix si adquirim un títol de renda fixa en el moment de l'emissió i el mantenim fins al venciment. De fet, quan hem vist algun exemple de deute, tant públic (obligacions del Tresor) com privat (bons de l'empresa Apple o Alphabet), sempre hem assenyalat que la taxa de rendiment anual era el tipus efectiu anual que s'obtenia si es comprava aquell títol i es mantenia fins al venciment (per això en anglès s'anomena *yield to maturity*).

Però, normalment, els títols no es mantenen fins al venciment, sinó que es negocien contínuament al llarg de la vigència. Això és així perquè els mercats financers funcionen contínuament, i per tant es negocien actius financers constantment. Per tant, encara que comprem un actiu de renda fixa, el fet de ser considerat «fix» no implica que no tingui cap tipus de risc associat, ja que el tipus d'interès també té un risc en el moment que aquest actiu financer es negocia en el mercat.

Així, doncs, el risc del tipus d'interès deriva de la variació que pateixen els tipus d'interès al llarg del temps. El risc que genera el tipus d'interès és de dos tipus:

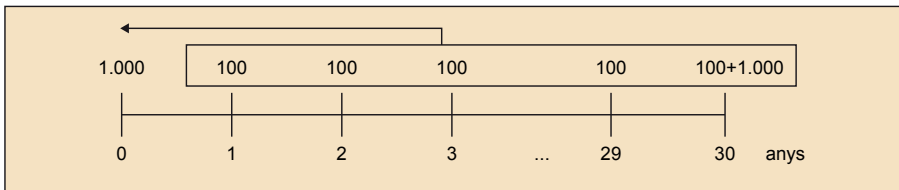
- 1) El **risc de preu**, que és la variació del preu o el valor d'un títol enfront de les variacions dels tipus d'interès.

2) El risc de reinversió, que apareix davant la necessitat de reinvertir els fluxos que genera una cartera als tipus d'interès vigents en el mercat en cada moment.

5.1. Risc de preu

Ara analitzarem amb detall com afecta un canvi de tipus d'interès a un bo o obligació que paga un cupó sempre fix. Suposem una obligació emesa a data d'avui per un període de 30 anys, que paga un cupó fix del 10% i que té un nominal de 1.000 euros.

Gràficament, tenim:



Si volem calcular el valor actual d'aquesta obligació en qualsevol moment del temps en què l'obligació és vigent en el mercat, hem d'aplicar l'equació següent que iguala prestacions i contraprestacions:

$$VA_0 = \text{Cupó} \cdot \frac{1 - (1 + I_m)^{-n}}{I_m} + \frac{P_A}{(1 + I_m)^n}$$

Així, doncs, el càlcul del valor actual d'aquesta obligació, amb cupó fix al cap de 5 anys de l'emissió, és a dir, quan encara resten 25 anys per al venciment i a un tipus d'interès efectiu del 5%, és el següent:

$$VA_5 = 100 \cdot \frac{1 - (1 + 0,05)^{-25}}{0,05} + \frac{1.000}{(1 + 0,05)^{25}}$$

$$VA_5 = 1.216,47 \text{ euros.}$$

I el càlcul del valor al cap de 10 anys de l'emissió, quan falten 20 anys per al venciment i al mateix tipus d'interès, és el següent:

$$VA_{10} = 100 \cdot \frac{1 - (1 + 0,05)^{-20}}{0,05} + \frac{1.000}{(1 + 0,05)^{20}}$$

$$VA_{10} = 1.623,11 \text{ euros.}$$

És interessant calcular el valor actual d'aquesta obligació per a diferents venciments i amb diferents tipus efectius. A continuació es detalla el preu de l'obligació si apliquem l'equació que iguala el valor actual de les prestacions i contraprestacions amb diferents tipus d'interès, és a dir, si actualitzem al 20%, al 10% i al 5%:

Anys pendents fins al venciment	Valor actual del bo al 20%	Valor actual del bo al 10%	Valor actual del bo al 5%
30	502,11 €	1.000 €	1.768,62 €
20	513,04 €	1.000 €	1.623,11 €
10	580,75 €	1.000 €	1.386,09 €
5	700,94 €	1.000 €	1.216,47 €
2	847,22 €	1.000 €	1.092,97 €
1	916,67 €	1.000 €	1.047,62 €

Observant els resultats de la taula, arribem a les conclusions següents, que són aplicables a qualsevol títol que tingui un cupó fix:

- Quan el tipus d'interès del cupó (10%) és igual al tipus efectiu anual o taxa de rendiment anual (10%), el preu actual del bo o obligació serà igual al seu nominal independentment del moment temporal, és a dir, independentment del temps que resti per al venciment.
- Quan el tipus d'interès del cupó (10%) és més gran que el tipus efectiu anual o taxa de rendiment anual (5%), el valor del bo o obligació serà més gran que el seu valor nominal independentment del temps que resti per al venciment.
- Contràriament, quan el tipus d'interès del cupó (10%) és menor que el tipus efectiu anual o taxa de rendiment anual (20%), el valor del bo o obligació serà més gran que el seu valor nominal independentment del temps que resti per al venciment.
- A mesura que el tipus d'interès augmenta, el preu del bo o obligació disminuirà i la pèrdua serà més gran com més lluny s'estigui del venciment del bo o obligació. Per tant, increments en el tipus d'interès afecten negativament el preu del bo o obligació, principalment com més temps resti per al venciment.
- Com més temps falti per al venciment del bo o obligació més gran serà el canvi del tipus d'interès si hi ha un canvi de tipus d'interès.

Acabem de veure que, malgrat que un bo o una obligació són títols que tenen un cupó fix —i per tant paguen un import fix—, tenen igualment associat un risc quan els tipus d'interès canvien. Recordeu que aquest risc desapareixeria si es mantingués el títol fins al venciment, però, tal com hem assenyalat, els títols es negocien, és a dir, es compren i venen contínuament, i no s'acostuma a mantenir el títol en cartera fins al venciment.

5.2. Risc de reinversió

Fins aquí hem analitzat de quina manera afecta la variació del tipus d'interès al valor o preu del títol, però la variació dels tipus d'interès també afecta la reinversió de les quanties generades pel títol (cupons). Cada vegada que es cobrin cupons, caldrà tornar a col·locar aquests imports en el mercat. És a dir, es podran reinvertir aquests imports al tipus d'interès vigent. Aquest és el risc de reinversió.

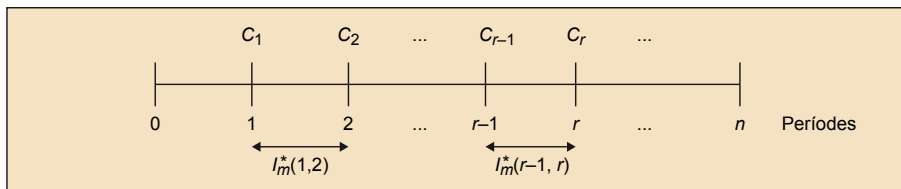
Tot seguit establirem, de manera analítica, la quantificació del risc de reinversió del tipus d'interès i podrem constatar la relació inversa que hi ha entre el risc de preu i el risc de reinversió davant de la variació dels tipus d'interès.

Les eines financeres que s'analitzen a continuació s'apliquen en carteres de renda fixa, però, per a facilitar-ne l'aprenentatge, ens referirem a un sol títol en comptes de tota la cartera.

Tal com veurem detalladament, l'esquema és el mateix per a un títol que per a una cartera, però ens referirem a un sol títol per tal de simplificar perquè serà molt més fàcil, sobretot pel que fa al càlcul. Així, doncs, la referència a un títol és sempre ampliable a tota la cartera.

Definim el **saldo de l'operació**, $S_r(I_m^*)$, com el valor final resultant de la reinversió dels cupons al tipus de mercat vigent en cada moment.

L'esquema temporal que il·lustra aquest procés de reinversió és el que es detalla a continuació:



on $C_s = C \cdot I_m^c$ són els cupons al tipus de l'emissió de l'emprestit en el moment s , i $I_m^*(s-1, s)$ correspon al tipus de mercat implícit al qual ha estat possible reinvertir els cupons cobrats.

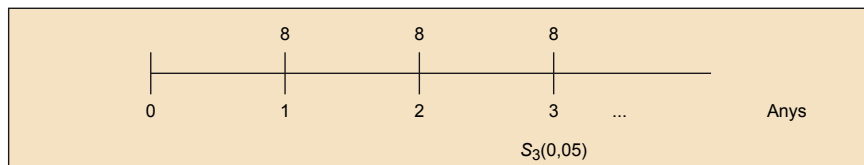
El saldo de l'operació s'obté de la capitalització del període que va des de la compra del títol fins al moment del temps actual r . Si el tipus d'interès de mercat se suposa constant per a qualsevol termini i per a un títol que pagui cupons constants i periòdics, el saldo s'obté com a valor final d'una renda constant de r termes:

$$S_r = C \cdot I_m^e \cdot S_{\overline{r}|I_m} = C \cdot I_m^e \cdot \frac{(1+I_m)^r - 1}{I_m}.$$

Càlcul del saldo acumulat d'un títol que paga cupons constants i periòdics

Calculem el saldo acumulat per a un títol de nominal 100 euros comprat fa tres anys, que paga cupons anualment al 8%, si el tipus de mercat és el 5% anual.

L'esquema temporal de l'operació és el següent:



Si apliquem la fórmula de capitalització de fluxos (enlloc de l'actualització o valor actual) i calculem $S_3(0,05)$, obtenim:

$$S_3(0,05) = 8 \cdot S_{\overline{3}|0,05} = 8 \cdot \frac{(1+0,05)^3 - 1}{0,05} = 25,22 \text{ euros.}$$

Veiem que el saldo de l'operació, $S_r(I_m^*)$, manté una relació directa amb el tipus d'interès. Efectivament, un increment del tipus d'interès genera un increment del saldo de l'operació, i un increment del saldo genera un increment del tipus.

5.3. Resum

Hem diferenciat els dos tipus de risc generats per les variacions del tipus d'interès del mercat:

- El **risc de preu**: risc derivat del fet que variï el preu d'un actiu si es produeixen variacions en el tipus d'interès del mercat.
- El **risc de reinversió**: risc derivat del fet que variï el saldo S_r en haver de col·locar les quanties vençudes en cada període al tipus d'interès vigent en el mercat.

Aquests dos riscos presenten una relació inversa. Per tant, si partim d'un increment del tipus d'interès,

$$\Delta I_m \Rightarrow \nabla V_r \Rightarrow \Delta S_r,$$

com que la reinversió dels cupons es fa a un tipus més alt, és possible compensar totalment o parcialment el descens del preu.

Si partim d'una baixada del tipus d'interès,

$$\nabla I_m \Rightarrow \Delta V_r \Rightarrow \nabla S_r,$$

l'increment del preu de l'actiu es compensa pel fet d'haver de reinvertir els cupons a un tipus més baix.