

---

# La variació dels tipus d'interès, estructura i risc

---

PID\_00259531

Elisabet Ruiz Dotras

---

Temps mínim de dedicació recomanat: 3 hores

---



**Elisabet Ruiz Dotras**

L'encàrrec i la creació d'aquest recurs d'aprenentatge UOC han estat coordinats per la professora: Elisabet Ruiz Dotras

Primera edició: setembre 2019  
© Elisabet Ruiz Dotras  
Tots els drets reservats  
© d'aquesta edició, FUOC, 2019  
Av. Tibidabo, 39-43, 08035 Barcelona  
Realització editorial: FUOC

*Cap part d'aquesta publicació, incloent-hi el disseny general i la coberta, no pot ser copiada, reproduïda, emmagatzemada o transmesa de cap manera ni per cap mitjà, tant si és elèctric com mecànic, òptic, de gravació, de fotocòpia o per altres mètodes, sense l'autorització prèvia per escrit del titular dels drets.*

# Índex

<b>Introducció.....</b>	<b>5</b>
<b>1. Estructura temporal de tipus d'interès: definició.....</b>	<b>7</b>
<b>2. Formes de les corbes.....</b>	<b>11</b>
<b>3. Les corbes de tipus d'interès des de 2008.....</b>	<b>14</b>
<b>4. Aplicacions de l'estructura temporal dels tipus d'interès.....</b>	<b>17</b>
<b>5. Quins tipus d'interès configuren l'estructura temporal de tipus d'interès?.....</b>	<b>19</b>
<b>6. Risc de tipus d'interès.....</b>	<b>26</b>
6.1. Risc de preu .....	28
6.2. Risc de reinversió .....	30
6.3. Resum dels riscos d'inversió .....	31



## Introducció

Tal com s'ha assenyalat prèviament, en l'economia tenim diferents tipus d'interès i, a més, aquests canvien contínuament. També hem estudiat que la variable tipus d'interès es pot expressar mitjançant diferents magnituds com ara tipus nominal, efectiu, real, rendiment, etc.

D'altra banda, sabem que quan actualitzem valors a un moment present, com per exemple per a calcular el valor actual d'un projecte empresarial o d'algun producte financer, o bé el valor actual dels fluxos de caixa, en realitat estem suposant que per un dia concret hi ha només un únic tipus d'interès per a tota l'operació.

En realitat això no és així. És a dir, en un mateix dia hi ha diversos tipus d'interès en funció de les característiques de l'operació financera. El tipus d'interès depèn principalment del termini de l'operació, però també del risc associat a cada actiu financer i del seu emissor.

És a dir, si considerem un préstec a un any, el tipus d'interès hauria de ser inferior a un préstec a quinze anys, considerant la resta de característiques de l'operació financera iguals.

Paral·lelament, si invertim en deute públic dels Estats Units, esperem que el tipus d'interès sigui inferior al tipus d'interès que pagui el deute privat d'una empresa nord-americana, suposant en tots dos casos que el període d'inversió és el mateix. Això és així perquè la probabilitat d'impagament o risc d'impagament del govern nord-americà és inferior al d'una empresa privada.

En termes generals, si pensem en les diferents operacions o transaccions financeres que es donen en un dia determinat, se'ns fa molt complicat poder comparar els tipus d'interès, ja que les característiques poden ser molt diferents.

La manera més senzilla de poder comparar tipus d'interès en una economia és per mitjà del que s'anomena **corba de tipus d'interès o estructura de tipus d'interès** (*yield curve*, ETTI).

La corba de tipus d'interès ens proporciona una fotografia de tots els tipus d'interès d'una economia un dia determinat. La manera d'elaborar-la és **minimitzant el risc** i, per tant, l'única característica que fa que els valors del tipus d'interès siguin diferents és el **termini de l'operació**. És per això que es calcula a partir de determinats actius financers de deute públic. Donat que els actius emesos per un estat governamental es consideren de baix risc d'impagament, són útils per ajudar-nos a visualitzar els tipus d'interès d'un país.

### Nota

La relació entre risc i rendiment és positiva, és a dir, com més risc hi hagi, s'exigeix o s'espera més rendibilitat.

Bàsicament distingim dos tipus de riscos: risc de crèdit o impagament (*default risc*) i risc de termini (*maturity risc*). La suma dels dos constitueix la prima per risc. El diferencial de tipus d'interès o diferencial entre primes per risc s'anomena *spread* i es mesura en punts bàsics (100 punts bàsics –pb– equivalen a l'1%, és a dir, a un canvi de 0,01).

La prima per risc és la que explica que el tipus d'interès dels bons corporatius de Google siguin diferents del tipus d'interès d'Apple, o bé que els títols emesos pel govern de Grècia siguin diferents dels que emet la Reserva Federal o el banc central d'Anglaterra.

En general, s'accepta que els tipus d'interès dels governs són el més proper al tipus d'interès lliure de risc i s'utilitzen com a referència (*benchmark*) en les operacions financeres. Malgrat tot, la darrera crisi financera ha posat en entredit aquest concepte.

Així doncs, si una empresa cotitza en el mercat de deute privat, es pot calcular el risc que li assignen els seus inversors a partir del diferencial entre el tipus d'interès dels cupons i el rendiment dels títols, obtingut per mitjà del tipus efectiu calculat tenint en compte el preu de cotització.

## 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 per al seu venciment (*term to maturity*, TTM): bons amb igual nivell de risc, liquiditat i característiques fiscals idèntiques poden tenir tipus d'interès diferents perquè el temps que resta per al seu venciment és diferent.

La representació gràfica que recull els rendiments dels títols (*yields*) en funció dels diferents terminis de venciment (*term to maturity*), 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, per a determinats actius financers; en particular, el deute sobirà (*term structure of interest rates*).

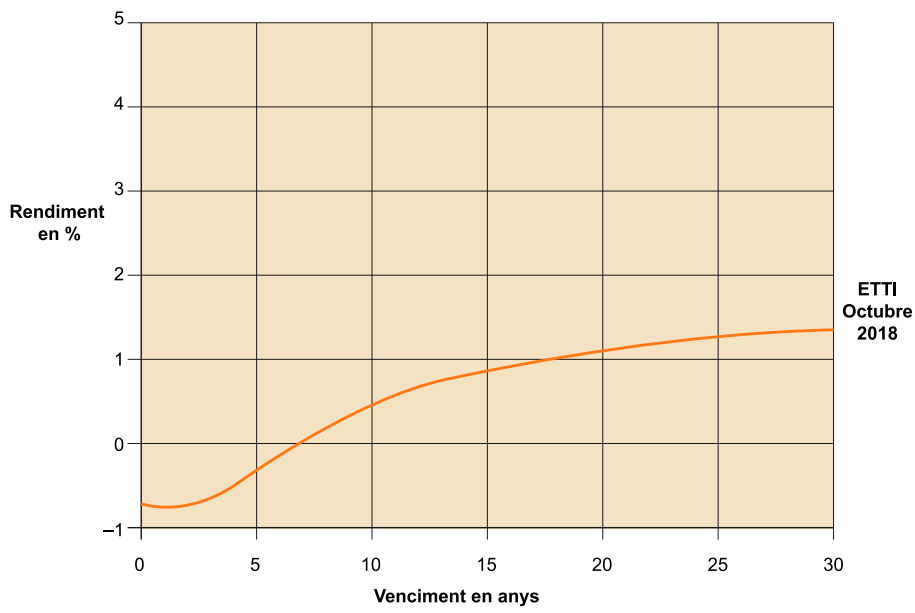
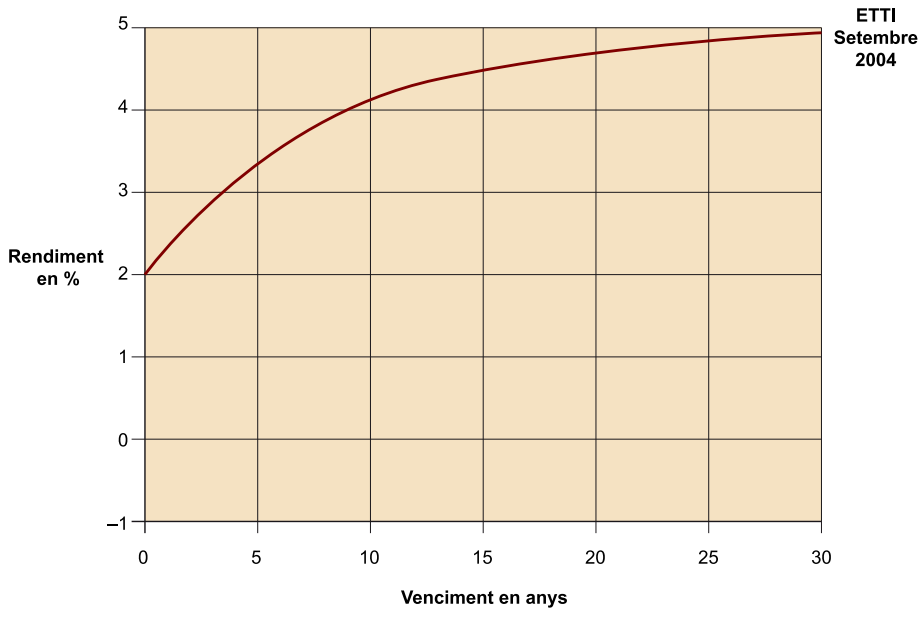
De fet, la corba de tipus d'interès només es pot calcular a partir de deute públic, perquè per estimar la corba diàriament es necessiten diversos títols (és a dir, prou dades) que, a més, sostinguin el mateix nivell de risc. És complicat trobar altres actius financers que compleixin totes dues propietats.

Si donem un cop d'ull al mercat financer, podrem establir una relació entre el nivell dels diferents tipus d'interès vigents i l'horitzó temporal en què són aplicables. En la figura següent podem veure una fotografia de l'estructura de tipus d'interès o corba de tipus d'interès en l'economia europea per un dia determinat de setembre de 2004 i de 2017. Aquesta és la informació dels tipus d'interès sobre dos moments concrets de diferents anys. Com podem veure més endavant, tant la forma de les dues corbes com els nivells (valors dels tipus d'interès) són molt diferents.

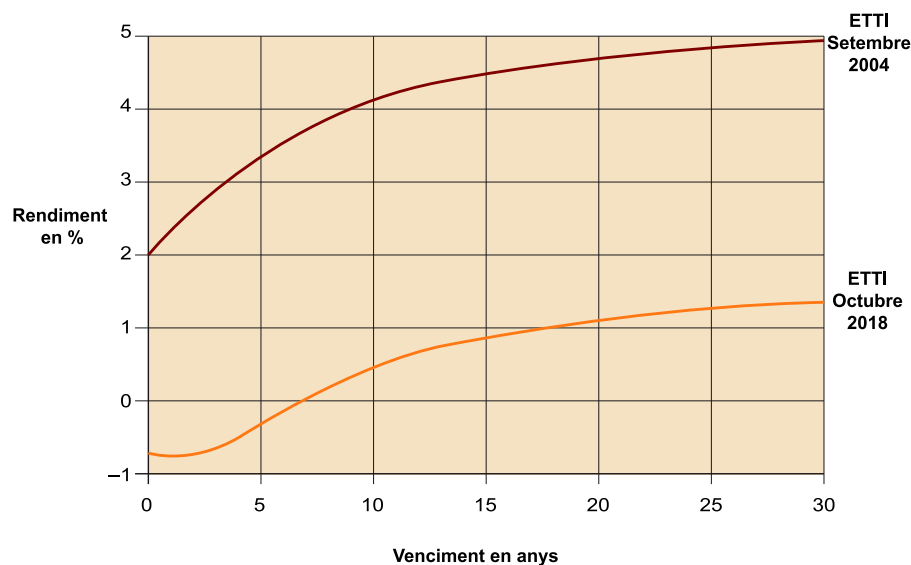
### ETTI

En aquest cas, quan parlem d'ETTI, ens referim tant al tipus d'interès com als rendiments de la corba, perquè aquests rendiments equivalen als tipus d'interès efectius anuals.

Figura 1. Estructura temporal dels tipus d'interès (ETTI)







Font: Banc Central Europeu

Si observem la figura 1 que conté les dues corbes, podem adonar-nos de la baixada dels tipus d'interès des de 2004. Veiem que a molt llarg termini s'esperaven tipus d'interès d'aproximadament el 5%, mentre que ara s'esperen tipus al voltant de l'1%. D'altra banda, també sorprèn la part de la corba del curt termini, ja que fins a un venciment de sis anys s'esperen tipus d'interès negatius.

Com que aquestes corbes s'han calculat a partir de dades de títols europeus, 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, llavors seria la corba de tipus d'interès dels Estats Units.

Veurem més endavant que és important seguir l'evolució de les corbes de tipus d'interès dels diferents països, primer perquè per mitjà d'elles podem comparar el risc entre països o primes per risc. És a dir, podem comparar el tipus d'interès per a un termini de cinc o deu anys entre diferents països. Aquells països que tenen els tipus d'interès més alts significa que tenen més risc comparativament a la resta de països que estiguem analitzant. Així doncs, podem conèixer el risc d'un país mitjançant el seu deute públic o governamental. I en segon lloc, ens ofereix informació sobre les expectatives de creixement d'una economia quan analitzem la part del mitjà i llarg termini de la corba. Recordeu que el tipus d'interès és un dels instruments de política monetària que ajuden a regular l'economia.

També estudiarem més endavant que els títols que s'utilitzen per a obtenir aquestes corbes són títols lliures de risc o el més proper a no tenir risc. D'aquesta manera assegurem que els tipus d'interès no estan distorsionats per altres factors.

Anomenem **estructura temporal dels tipus d'interès** (ETTI, *term structure of interest rates*, TSIR) a la relació funcional que ens informa dels diferents tipus d'interès existents en un mercat en funció del termini en què s'apliquen.

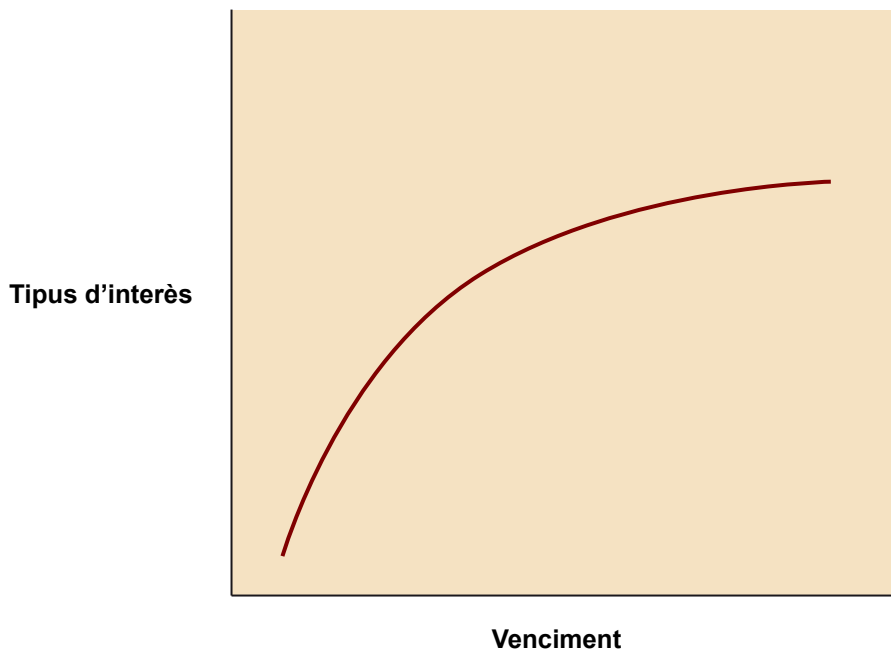
## 2. Formes de les corbes

Les corbes de tipus d'interès (*yield curves*) es poden classificar segons la forma que adoptin. Bàsicament són tres:

- creixent
- decreixent
- plana

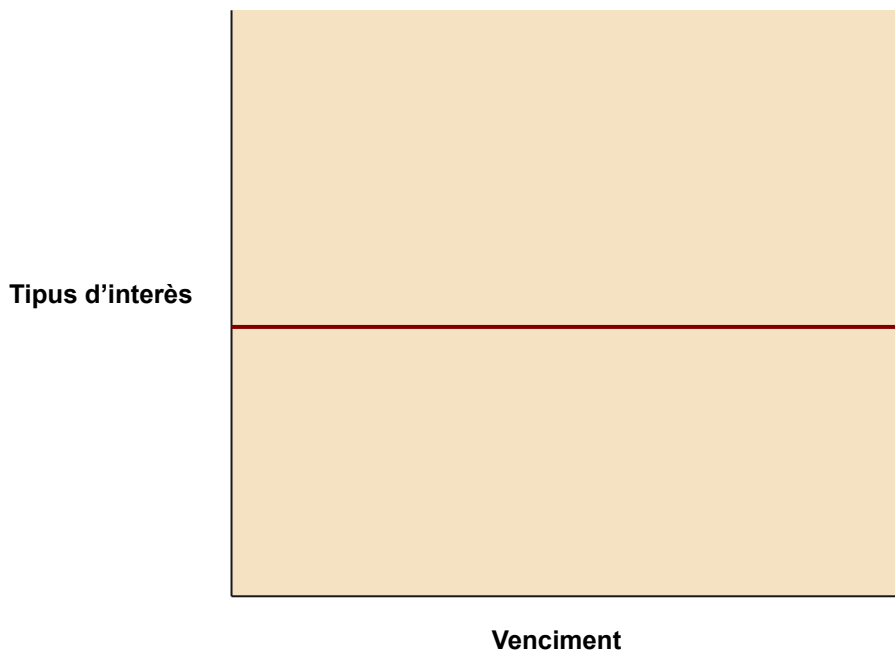
1) Corba amb **pendent positiu** o normal (*upward-sloping yield curve* o *normal yield curve*).

Figura 2. ETTI normal o amb pendent positiu



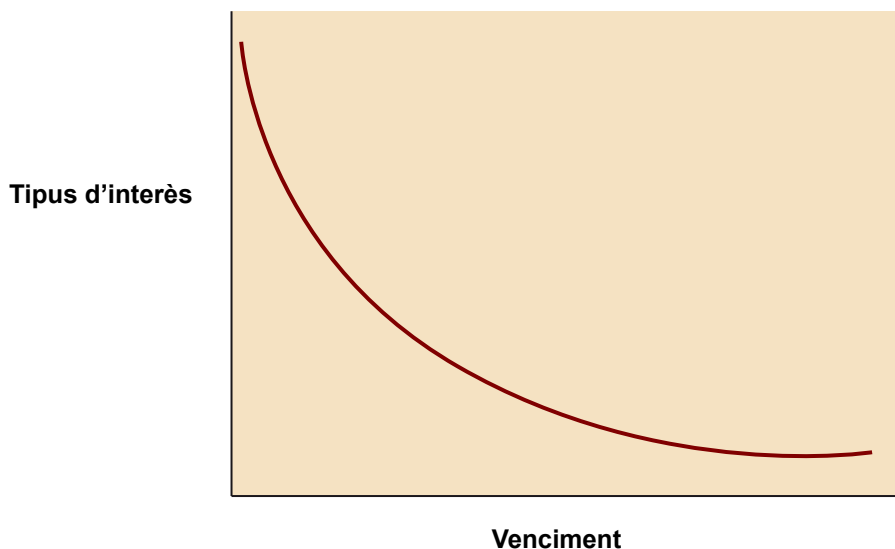
2) Corba plana (*flat yield curve*)

Figura 3. ETTI plana



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

Figura 4. ETTI amb pendent negatiu o ETTI 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. De manera que, a major termini hi ha més incertesa, ja que es desconeix si l'inversor podrà recuperar els seus diners. Llavors, aquest major risc o incertesa suposa una major prima per risc i es veurà compensada per un major tipus d'interès o rendiment exigint en l'actiu en qüestió.

Quan les corbes de tipus d'interès són **planes**, significa que els tipus d'interès a curt i llarg termini són els mateixos. Normalment les corbes planes es donen com a situació intermèdia entre corbes creixents i corbes invertides.

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. De fet, les corbes invertides normalment s'han donat just abans d'una crisi econòmica, anticipant, doncs, una recessió econòmica.

Les corbes de tipus d'interès també poden tenir formes 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 bé tipus d'interès decreixents al llarg del temps.

### 3. Les corbes de tipus d'interès des de 2008

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 llarg de finals de 2017 i durant el 2018, la corba de tipus d'interès dels Estats Units i Europa mostra una forma força plana. Per tant, ens està informant que els inversors no veuen clar què passarà en el futur i, ara com ara, exigeixen per inversions a curt termini el mateix que s'exigeix per inversions a llarg termini.

Si tornem a mirar la figura 1 on tenim la fotografia dels tipus d'interès per un dia d'octubre de 2018, ens adonem que hi ha una part de la corba de 2018 amb tipus d'interès negatius, mentre que en el 2004 el tipus d'interès més baix era del 2%. Aquesta situació bastant particular, que fins al moment només s'havia donat en moments puntuals durant períodes de crisis econòmiques i financeres, és el resultat de diversos factors: un entorn econòmic majoritàriament amb deflació i amb poc creixement del PIB i un atur elevat, juntament amb un tipus d'interès del preu oficial del diner<sup>1</sup> al voltant del 0% i mesures de flexibilització monetària molt laxes. Sense oblidar que les tecnologies i la globalització també han modificat els mercats financers. A més, aquestes característiques són comunes en diversos països per un període prolongat de temps.

Si revisem l'entorn econòmic internacional, ens adonem que, per una banda, tenim diferents bancs centrals com la Reserva Federal dels Estats Units (The Fed), el Banc Central Europeu (ECB), el Banc d'Anglaterra (BoE) o el Banc del Jap (BoJ), que a partir de 2008 van anar baixant el tipus d'interès oficial del diner fins al punt d'arribar al nivell del 0% o proper a aquest valor<sup>2</sup>. Aquestes mesures o polítiques monetàries laxes han perseguit estimular l'economia davant un entorn on, en lloc d'haver-hi inflació, és a dir, que els preus pugin, hi ha hagut una deflació sostinguda durant molts anys.

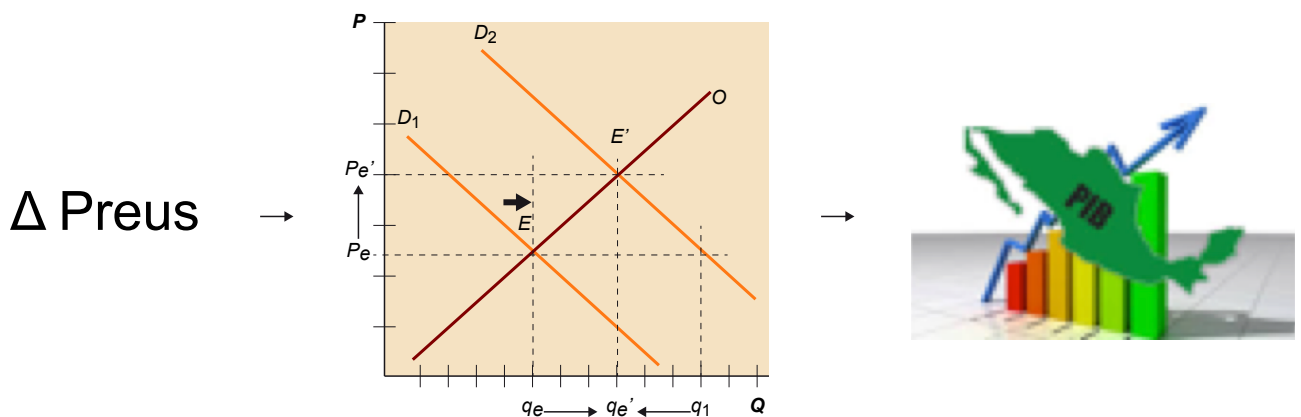
Tal com assenyala la teoria econòmica, els preus dels béns i serveis pugen quan la demanda augmenta. És a dir, si tenim la mateixa oferta per un producte o servei, quan la quantitat demandada s'incrementa, la corba de demanda es desplaça a la dreta i el preu d'equilibri puja<sup>3</sup>. En general, quan parlem d'una economia en creixement, estem dient 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, llavors tenim inflació (vegeu figura 5).

<sup>(1)</sup>Aquest tipus d'interès del diner és un tipus d'interès diferent del de l'ETI.

<sup>(2)</sup>Més endavant veurem quin és aquest tipus d'interès oficial del diner que fixen els bancs centrals i com aquest pot arribar a afectar la hipoteca o altres préstecs.

<sup>(3)</sup>En aquesta anàlisi no parlem de béns i serveis de primera necessitat sinó de béns i serveis elàstics.

Figura 5. Efecte de l'increment de preus sobre el consum



Els bancs centrals, per tal de controlar la inflació i evitar que aquesta es dispari, apliquen mesures de política monetària. Una de les mesures més coneguda és pujar o baixar el tipus d'interès. Si els tipus d'interès pugen, segons la teoria econòmica, obtenir crèdit és més costós i, per tant, la renda disponible de les famílies o els diners disponibles per a les empreses (ja sigui per fer inversions o contractar nou personal o realitzar noves inversions, etc.) és menor. Com menor sigui la renda o fons disponibles en una economia, la demanda de béns i serveis disminuirà i d'aquesta manera es frena la pujada de preus.

Però el panorama econòmic després de la crisi econòmica i financera de 2008 va ser 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 baixar els tipus d'interès del preu oficial del diner fins a valors propers al 0%. Baixant el tipus d'interès s'espera que, en abaratir el crèdit, les empreses i les famílies demanin més crèdit i, per tant, tinguin més renda o recursos disponibles 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 de 2008, el resultat d'aquest estímul no va ser 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, els estímuls de política monetària no acabessin traslladant-se completament a qui corresponia, per més baix que fos el tipus d'interès oficial del diner.

Des de 2008 han estat molt populars les mesures de flexibilització quantitativa o QE Measures (*quantitative easing measures*) dels bancs centrals per tal d'injectar liquiditat a les economies. Aquestes mesures consisteixen en la compra d'actius de deute públic per part del banc central. Aquesta compra es duu a terme creant nou diner que el banc central emet, tot 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, com que hi ha més demanda de deute, n'apuja el preu i, consegüentment, rebaixa els tipus d'interès. Des de 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 ultra laxes en política monetària dutes a terme per diferents bancs centrals han portat a tipus d'interès negatius en el deute públic i a certa especulació en el mercat de deute. Per consegüent, les corbes de tipus d'interès han pres valors negatius en el curt termini, o bé han adoptat formes planes.

Serà interessant seguir l'evolució de les corbes a partir del moment en què el banc central europeu comença a reduir aquestes polítiques i es planteja pujar els tipus d'interès. Tanmateix, s'afegeix el fet que els Estats Units, igual que altres països, fa temps que revisen el seu preu oficial del diner i, al mateix temps, duen a terme dures mesures d'aranzels en el comerç internacional i això pot tenir un impacte en els guanys de les empreses europees, igual que en la resta del comerç.

### Revisió del preu oficial del diner

Des de 2008, tant la Reserva Federal dels Estats Units com el Banc Central del Japó, el Banc Central Europeu i el Banc Central d'Anglaterra han aplicat les QE Measures i baixades importants del tipus d'interès oficial del diner, fins al punt d'arribar en alguna economia al 0%. La retirada d'aquests estímuls ha estat progressiva en els darrers anys i s'ha dut a terme en diferents moments en funció del país.

Però el més curiós en els recents anys és que no només el deute públic mostra tipus d'interès anuals (*yields*) negatius, sinó que a Europa, fins i tot el deute privat o corporatiu, el deute que emeten les empreses, també està oferint rendiments negatius.

### Lectures recomanades

Us animem que destineu temps a llegir un parell d'articles del *Financial Times* per entendre una mica els motius de per què ens trobem amb deute públic i privat amb rendiments negatius i hi continua havent demanda, és a dir, hi continua havent inversors que volen comprar aquests títols:

*Negative-Yielding Bonds. Why Buy Them. Why Sell Them*

*Over \$9tn Of Bonds Trade With Negative Yields*

### Nota

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.

### Enllaços d'interès

Us recomanem que visiteu els següents enllaços:

Política monetària en economies avançades, BdE 2014.pdf

Has the yield curve predicted the next US downturn? - Financial Times

Over \$9tn of bonds trade with negative yields - Financial Times

The signal and the noise in the flat yield curve: Has the most watched economic indicator lost some of its value? - Financial Times



## 4. Aplicacions de l'estructura temporal dels tipus d'interès

El coneixement de l'estructura temporal dels tipus d'interès és d'una importància capital en l'anomenada economia financera. Més enllà de la informació que puguem extreure a simple vista, la corba dels tipus d'interès, a causa del seu caràcter instrumental, té diverses aplicacions, algunes de les quals van més enllà de l'àmbit estrictament financer.

A continuació, i sense intenció de ser exhaustius, es presenta 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 l'assignació o càlcul del preu dels actius financers (*swaps, fras, caps, floors*, etc.), sobretot aquells que no tenen una còtització donada pel mercat.

Dins d'aquest grup s'inclouen tots els instruments OTC (*over the counter*), que bàsicament són productes derivats que no tenen un mercat organitzat que en còtitz els preus i per això s'han de definir mitjançant una valoració financera. Quan l'actiu financer còtitz, el seu preu és aquell que sorgeix de l'equilibri entre oferta i demanda. Però quan l'actiu no còtitz, no es té un preu de referència.

2) **Valoració d'actius reals.** Totes les metodologies serioses de valoració i selecció d'inversions reals incorporen una valoració financera. Per tant, necessitem informació dels tipus d'interès per tal de poder dur a terme la valoració. A més, aquests tipus d'interès han de ser els que s'obtenen del mercat. 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 que s'utilitza 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.

#### Operació d'arbitratge

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

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. És a dir, quan una empresa emet deute per primer cop, necessita tenir un tipus d'interès de referència (*benchmark*).

Per consegüent, els tipus d'interès de mercat són la rendibilitat mínima que es pot oferir en una emissió de títols, ja que són rendibilitats obtingudes a partir de títols lliures de risc o amb risc mínim.

De totes maneres, la rendibilitat final ha d'incloure també una prima per risc relacionada amb la qualificació creditícia del deutor, amb la liquiditat que tindrà el títol, etc.

7) **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. Algunes d'elles les hem discutit ja prèviament.

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 o evolució futura dels tipus d'interès.

Principals aplicacions de l'estructura temporal dels tipus d'interès

#### Aplicacions de l'estructura temporal dels tipus d'interès

Valoració dels actius financers

Valoració dels 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

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

Abans d'aprofundir en l'estructura dels tipus d'interès com a tal, és convenient aclarir alguns aspectes sobre els tipus d'interès. Al marge de la diferenciació clàssica entre tipus nominals i tipus efectius que ja hem analitzat prèviament, 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 es poden produir per moltes causes, entre les quals en trobem una de molt important: el risc d'insolvència de l'emissor.

I és precisament aquest risc d'insolvència de l'emissor allò 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 estan afectats per l'anomenada **prima per risc**, que dependrà conseqüentment de cada deutor i de la seva classificació creditícia.

L'objectiu és que la corba dels tipus d'interès no inclogui cap element que distorsioni el valor del finançament per un determinat termini. És a dir, si un tipus d'interès inclou la prima per risc, aquest valor no ens serà útil per construir l'estructura temporal dels 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.

Es consideren els títols de deute públic amb elevada qualificació creditícia (AAA) com els títols adequats per a estimar l'estructura temporal dels tipus d'interès, donat que aquests 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, telemàticament, el mercat negocia sobre la referència de l'emissió. Aquest mètode agilita les transaccions alhora que en redueix el cost, generant, al mateix temps, un mercat més eficient.

Així doncs, cal destacar que aquest mercat, que genèricament s'anomena deute públic, a causa del seu estat de desenvolupament i alt nivell d'eficiència, proporciona informació de tipus d'interès adients per a construir l'estructura temporal dels tipus d'interès.

El Banc d'Espanya publica en línia les cotitzacions i els tipus d'interès negociats en el mercat de deute públic.

D'altra banda, observem que per a un mateix emissor, per exemple l'Estat, es troben diferents tipus d'interès en funció del termini de l'operació. És a dir, si mirem el mercat secundari de negociació de deute públic, veurem que el termini de venciment de cada títol és diferent.

En la figura 6 que tenim a continuació, veiem que en la primera columna (Descripció), primer tenim el tipus de títol emès (Obl. Tresor públic), a continuació tenim el tipus d'interès que paga el cupó i el darrer número correspon al mes i l'any de venciment del títol. Veiem que tot i ser obligacions del Tresor públic, paguen cupons diferents i, a més, els venciments són l'any 2029, 2040, 2048, etc. Per tant, malgrat que totes són emeses per l'Estat, totes aquestes emissions tenen venciments diferents, per això el cupó que es paga també és diferent.

En aquesta mateixa figura, en la quarta i setena columna tenim la TIR dels títols (*yield*). Aquest valor correspon al tipus d'interès efectiu anual del qual hem parlat darrerament i, per tant, seria el valor que utilitzaríem per construir la corba de tipus d'interès o estructura temporal de tipus d'interès (*yield curve*) per aquest dia concret, 11 de desembre de 2017. En aquesta imatge tenim dos valors perquè en aquest cas el preu de compra i venda són diferents. Recordeu que el preu és el valor que tenim a l'esquerra de l'equació quan calculem el tipus d'interès efectiu. Així doncs, si el preu canvia, canviarà també el tipus d'interès efectiu<sup>4</sup>. Els valors corresponents a la venda del títol són els que s'usen per a la corba de tipus d'interès.

Figura 6. Cotització de deute públic espanyol en el mercat secundari, 11 de desembre de 2017

▲ Precios de Compra y Venta SEND: Deuda Pública

Descripción	ISIN	Compra		Venta		Ul.Precio Negoc.	Ul.TIR Negoc.	Importe Nominal**		
		Importe	TIR*	Precio*	TIR*					
<b>BO - Bonos y Obligaciones</b>										
OBL TESORO PÚBLICO- 6,000 01/2029	ES0000011868	1.975.000,00	1,810	144,420	146,705	1,432	2.000.000,00	143,000	1,722	25.000,00
OBL TESORO PÚBLICO- 4,900 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- 4,600 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

### Enllaç d'interès

Podeu trobar més informació en aquesta adreça web: <http://www.bde.es/webbde/es/secciones/informes/banota/banota.html>

### Enllaç d'interès

Podeu trobar informació del mercat secundari de negociació de deute públic a la següent adreça: <https://www.bmerf.es/esp/asp/comun/posiciones.aspx?Mercado=SDP>

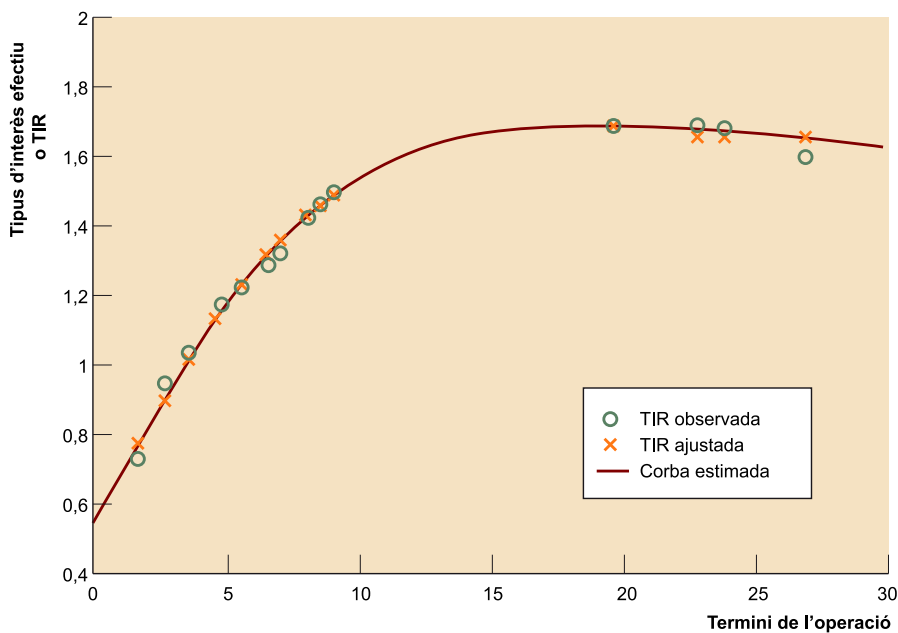
<sup>(4)</sup>Podem revisar l'equació d'equilibri quan hem estudiat les diferents unitats de mesura del tipus d'interès i el valor actual.

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 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, pel primer títol, que venç el gener de 2029, considerant que les dades de la figura 6 són de desembre de 2017, el termini de l'operació seria 11 anys i 1 mes, o bé 11,0833 anys. 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 pel venciment, llavors tindríem diversos punts en un gràfic.

En la figura 7 hi ha un exemple d'una altra ETTI. Els cercles en blau corresponen a les TIRs amb els venciments observats un altre dia en un altre mercat de deute públic diferent de l'anterior. En aquest cas, els cercles en blau seria el que podríem dibuixar amb les dades de la figura 6 si procedíssim a fer els càlculs pertinents.

Figura 7. Gràfic de punts de la corba de tipus d'interès



Font: Reserva Federal dels Estats Units. ETTI, juny de 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 punt ajustat o estimat a partir de la dada observada. La diferència entre el cercle i l'X correspon a l'error en l'estimació o ajust de la corba.

A l'estructura temporal dels tipus d'interès també se l'anomena **corba cupó zero**, perquè cada un dels tipus d'interès que componen la corba equivaldria a un de deute públic on no es pagui cap cupó, d'aquí "cupó zero". Això vol

dir que a partir d'aquesta corba podem obtenir el tipus d'interès necessari per a qualsevol venciment que necessitem per fer valoracions d'operacions financeres.

Tornant a la figura 6 on tenim les dades del deute públic espanyol, si considerem que aquestes dades canvien cada dia perquè el deute públic es negocia contínuament i diàriament, això implica que 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 (figura 8) i, si mirem l'evolució de l'ETI al llarg de diferents dies, seria com una pel·lícula de com evolucionen els tipus d'interès per diferents terminis al llarg del temps (figura 9).

Figura 8. ETI Europa, 14 de juliol de 2010

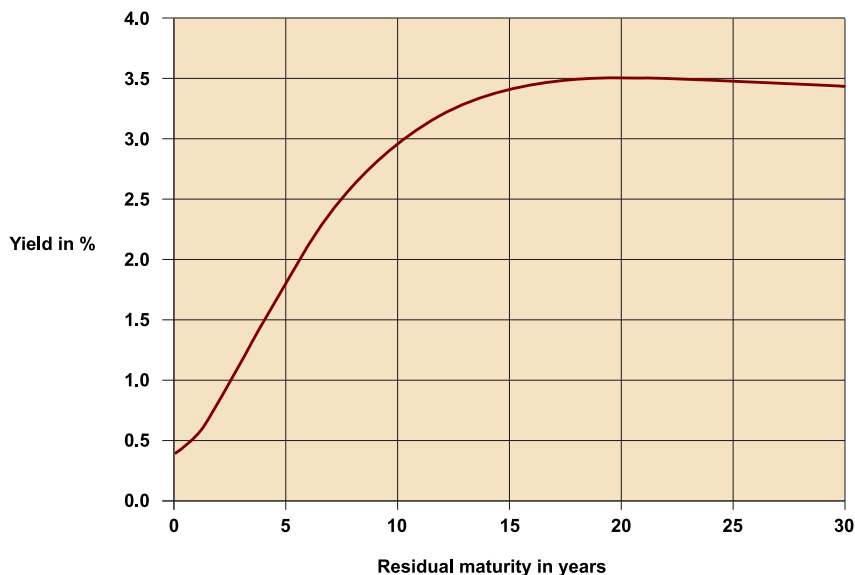
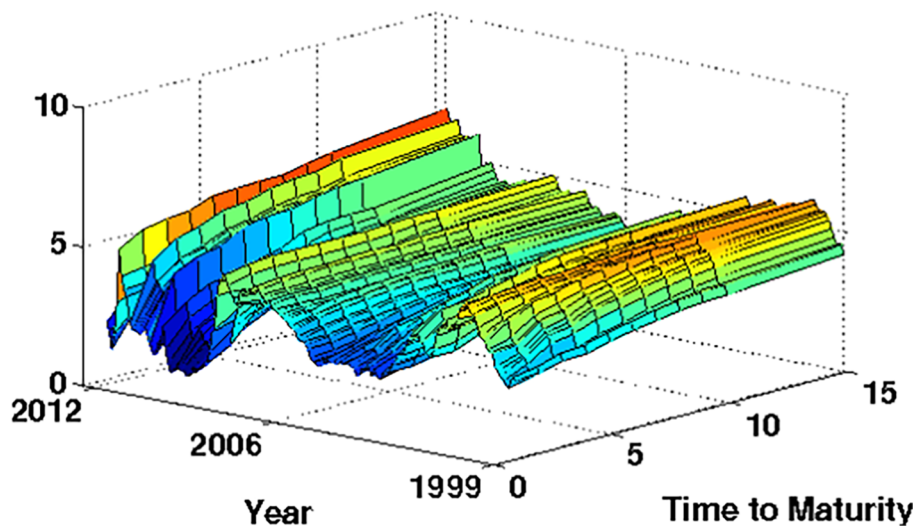


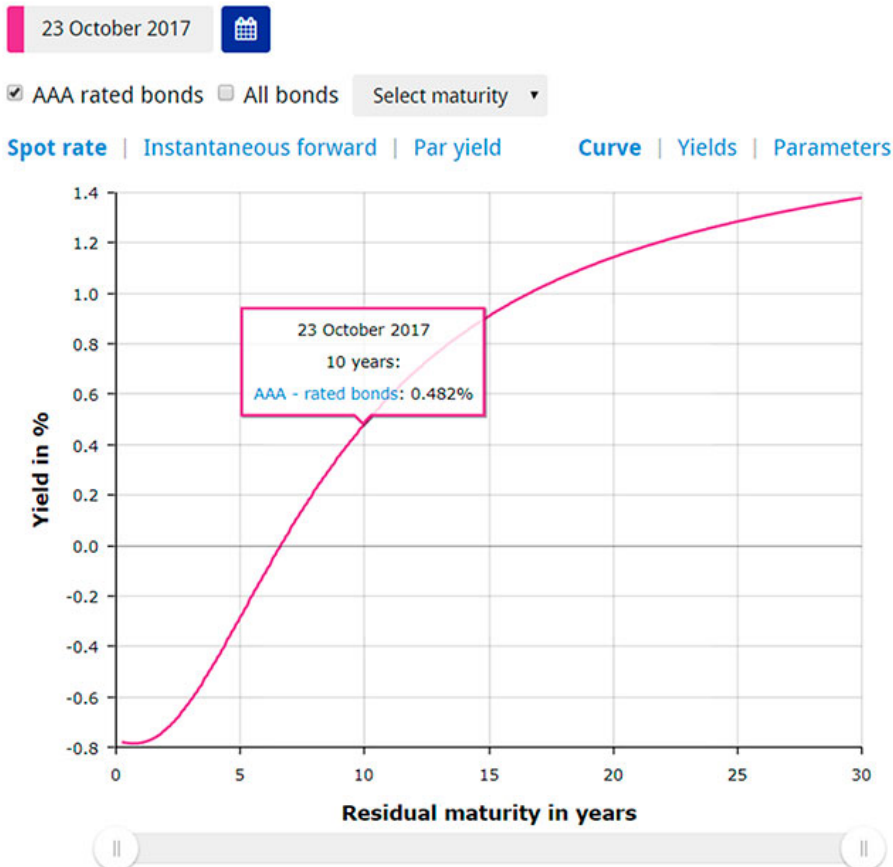
Figura 9. Evolució temporal o dinàmica de l'ETI d'Espanya des de 1999 fins a 2012



A continuació, en la figura 10 podeu trobar l'estructura temporal de tipus d'interès o *yield curve* que calcula el Banc Central Europeu per Europa. Com es veu en la figura, en principi està calculada amb actius de baix risc o risc pràcticament nul. A l'esquerra podem veure *AAA rated bonds*, que significa que són bons de molt bona qualificació creditícia segons les agències de *rating*.

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

Figura 10. ETTI per la Unió Monetària Europea a data 23 d'octubre de 2017



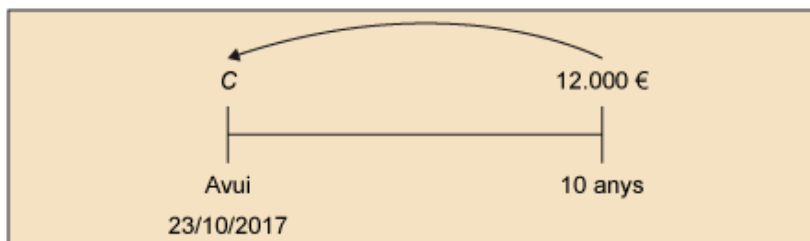
*Dashed lines indicate the spot rate based on all government bonds; solid lines on AAA-rated bonds only.*

Font: Banc Central Europeu

Tal com s'ha assenyalat anteriorment, cada punt de la corba ens informa del tipus d'interès per un termini concret en una data concreta. Però no només s'obté informació de la forma de la corba per tal de conèixer les expectatives del mercat, sinó que també ens proporciona informació per valorar operacions financeres, donat que els tipus d'interès són tipus efectius anuals.

### Exemple

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 deu anys. Per calcular el valor actual necessitem conèixer l'ETT europea en aquesta data i buscar el tipus corresponent per al termini de deu anys. En aquest cas, si mirem el gràfic 7 anterior, veiem que el tipus d'interès a deu anys equival al 0,482%. Gràficament estem parlant del següent:



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



$$(C; 0) \sim (12.000; 10) \quad (1)$$

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

$$C = 12.000 \cdot (1 + 0,00482)^{-10} \quad (2)$$

$$C = 11.436,64 \text{ euros} \quad (3)$$

### **Enllaç d'interès**

Us animem que aneu a la pàgina web del BCE i escolliu diferents dates de diferents anys i mireu com canvia la forma de l'estructura temporal dels tipus d'interès ([http://www.ecb.europa.eu/stats/financial\\_markets\\_and\\_interest\\_rates/euro\\_area\\_yield\\_curves/html/index.en.html](http://www.ecb.europa.eu/stats/financial_markets_and_interest_rates/euro_area_yield_curves/html/index.en.html)).

De fet, matemàticament una corba es pot dibuixar 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.

## 6. Risc de 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. És moment, doncs, de reflexionar una mica més enllà...

Alguns dels riscos als quals s'exposa el posseïdor d'un títol de renda fixa (com per exemple un bo o una obligació) o una cartera de renda fixa són riscos comuns a altres actius com: el risc d'impagament o crèdit, el risc de contrapartida, el de liquiditat, el de canvi, etc. No obstant això, hi ha un tipus de risc que podem considerar característic de la renda fixa i que de vegades no es té present. Aquest és el **risc de tipus d'interès**.

El **risc de tipus d'interès** és el risc derivat de la variabilitat dels tipus d'interès que afecta la rendibilitat de la cartera o d'un actiu de renda fixa, a causa de la variació que poden experimentar els preus dels títols quan varien els tipus d'interès. Aquest efecte dels tipus d'interès sobre els preus dels títols de renda fixa són majors o menors segons siguin les característiques dels títols en qüestió.

Així doncs, la variació de la corba de tipus d'interès al llarg del temps genera l'anomenat risc del tipus d'interès. És un risc estrictament financer que el mateix mercat provoca i que afecta directament les carteres compostes per títols de renda fixa.

De manera que una variació en els tipus d'interès provoca, d'una banda, una variació en el preu dels títols, donat que l'oferta i la demanda del mercat fan que el preu d'un títol s'ajusti fins a generar la rendibilitat d'equilibri del mateix mercat. Per tant, la valoració d'una cartera fluctua en funció dels tipus d'interès. I d'altra banda, una variació de tipus també afecta la futura retribució dels fluxos de capital que genera la cartera i que es reinverteixen al tipus d'interès vigent en cada moment a mesura que aquests es generen.

Com veureu, l'efecte que una variació en els tipus d'interès causa sobre el valor del títol és invers al que es produeix per la reinversió dels fluxos de la cartera. Dit d'una altra manera, el risc del tipus d'interès es pot descompondre en dos efectes de signe contrari, que, fins i tot, es poden arribar a compensar entre si sota determinades hipòtesis.

Quan pensem en diferents actius financers, sovint diferenciem en termes generals, entre els actius de renda fixa i els actius de renda variable. Els actius de renda fixa, com 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 són les accions, tal com el seu nom indica, el seu tipus d'interès és variable i es desconeix en l'inici de l'operació.

Però malgrat que els actius de renda fixa tinguin un tipus d'interès conegut i se'ls anomeni "renda fixa", aquests també tenen un risc. Aquest és l'anomenat risc del tipus d'interès.

El **risc de tipus d'interès** és el risc que el preu d'un títol que esdevingui a un interès fix, com pot ser un bo, una obligació o un préstec, es vegi 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 seu 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 o *yield* 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*, YTM).

Però, normalment, els títols no es mantenen fins al venciment, sinó que es negocien contínuament al llarg de la seva vigència. Això és així perquè com bé sabeu els mercats financers funcionen contínuament i, per tant, es negocien actius financers constantment. De manera que encara que comprem un actiu de renda fixa, pel 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 en què aquest actiu financer es negocia en el mercat.

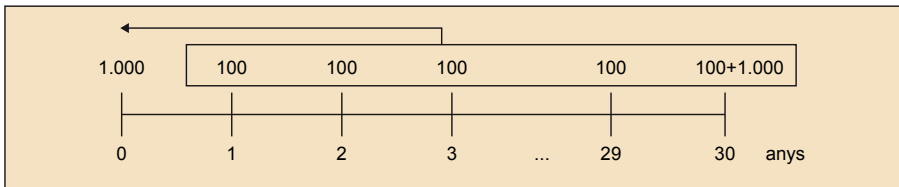
Així doncs, el risc del tipus d'interès deriva de la variació que pateixen els tipus d'interès al llarg del temps. El risc que genera el tipus d'interès té dos vessants: el risc de preu i el risc de reinversió.

- El **risc de preu** és la variació del preu o del valor d'un títol enfront de les variacions dels tipus d'interès.
- El segon vessant, el **risc de reinversió**, apareix davant la necessitat de reinvertir els fluxos que genera una cartera als tipus d'interès vigents en el mercat en cada moment.

## 6.1. Risc de preu

A continuació 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 trenta anys, que paga un cupó fix del 10% i que el seu nominal és 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, només hem d'aplicar la següent l'equació que iguala prestacions i contraprestacions:

$$VA_0 = \text{Cupó} \cdot \frac{1 - (1 + I_m)^{-n}}{I_m} + P_A \cdot (1 + I_m)^{-n} \quad (4)$$

Així doncs, si volem saber el valor actual d'aquesta obligació amb cupó fix al cap de cinc anys de la seva emissió, és a dir, quan encara resten vint-i-cinc anys per al seu venciment a un tipus d'interès efectiu del 5%, tindrem:

$$VA_5 = 100 \cdot \frac{1 - (1 + 0,05)^{-25}}{0,05} + 1.000 \cdot (1 + 0,05)^{-25} \quad (5)$$

$$VA_5 = 1.704,697 \text{ euros} \quad (6)$$

I si volem calcular el seu valor al cap de deu anys de la seva emissió (quan falten vint anys per al seu venciment) al mateix tipus d'interès, tindrem:

$$VA_{10} = 100 \cdot \frac{1 - (1 + 0,05)^{-20}}{0,05} + 1.000 \cdot (1 + 0,05)^{-20} \quad (7)$$

$$VA_{10} = 1.623,11 \text{ euros} \quad (8)$$

És interessant calcular el valor actual d'aquesta obligació per 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 següents **conclusions** que són aplicables a qualsevol títol que tingui un cupó fix:

1) 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 seu venciment.

Si tipus interès cupó = Tipus efectiu títol → Preu títol = Valor nominal títol

2) 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 seu venciment.

Si tipus interès cupó > Tipus efectiu títol → Preu títol > Valor nominal títol

3) 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 **inferior** al seu valor **nominal** independentment del temps que resti per al seu venciment.

Si tipus interès cupó < Tipus efectiu títol → Preu títol < Valor nominal títol

4) A mesura que el tipus d'interès augmenta, el preu del bo o obligació disminueix 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 seu venciment.

$\Delta$  tipus interès → Preu títol  $\nabla$

5) Com **més temps falti pel venciment** del bo o obligació, **més gran serà el canvi del tipus d'interès**, donat a una variació en el tipus d'interès.

Major venciment del títol → Major canvi tipus efectiu del títol

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 desapareix si es mantingués el títol fins al venciment. Però com ja hem assenyalat anteriorment, els títols es negocien, és a dir, es compren i venen contínuament i no s'acostuma a mantenir el títol en cartera fins al seu venciment.

## 6.2. 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 l'anomenat risc de reinversió.

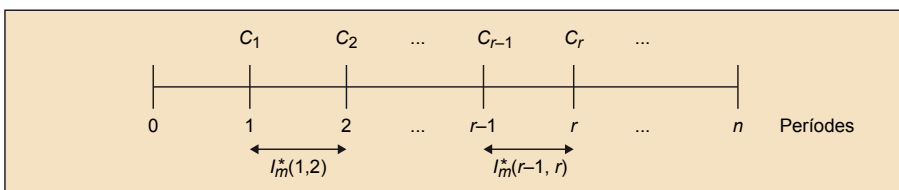
Tot seguit establirem, de forma analítica, la quantificació del risc de reinversió del tipus d'interès, i podrem constatar la relació inversa que hi ha entre el risc de preu i el risc de reinversió davant de la variació dels tipus d'interès.

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.

De fet, l'esquema és el mateix per a un títol que per a una cartera, tal com veurem detalladament, però, per tal de simplificar, ens referirem a un sol títol perquè, sobretot pel que fa al càlcul, serà molt més fàcil. 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  $C_s = C \cdot I_m^e$  són els cupons al tipus de l'emissió de l'emprèstid 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:

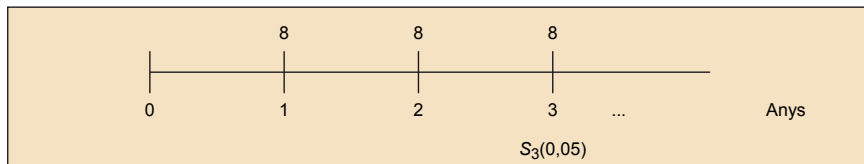
$$S_r = C \cdot I_m^e \cdot S_{\overline{r}|I_m} = C \cdot I_m^e \cdot \frac{(1+I_m)^r - 1}{I_m}. \quad (9)$$

Vegem un exemple.

### 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 del 5% anual.

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



Si apliquem la fórmula de capitalització de fluxos (en lloc d'actualització o valor actual) i calculem  $S_3(0,05)$ , tenim:

$$S_3(0,05) = 8 \cdot S_{\overline{3}|0,05} = 8 \cdot \frac{(1+0,05)^3 - 1}{0,05} = 25,22 \text{ euros}. \quad (10)$$

Veiem tot seguit 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.

### 6.3. Resum dels riscos d'inversió

Acabem de diferenciar 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:

$$\Delta I_m \Rightarrow \nabla V_r \Rightarrow \Delta S_r, \quad (11)$$

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:

$$\nabla I_m \Rightarrow \Delta V_r \Rightarrow \nabla S_r, \quad (12)$$

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