

---

# La variación de los tipos de interés, estructura y riesgo

---

PID\_00259540

Elisabet Ruiz Dotras

---

Tiempo mínimo de dedicación recomendado: 3 horas



**Elisabet Ruiz Dotras**

El encargo y la creación de este recurso de aprendizaje UOC han sido coordinados por la profesora: Elisabet Ruiz Dotras

Primera edición: septiembre 2019  
© Elisabet Ruiz Dotras  
Todos los derechos reservados  
© de esta edición, FUOC, 2019  
Avda. Tibidabo, 39-43, 08035 Barcelona  
Realización editorial: FUOC

*Ninguna parte de esta publicación, incluido el diseño general y la cubierta, puede ser copiada, reproducida, almacenada o transmitida de ninguna forma, ni por ningún medio, sea este eléctrico, mecánico, óptico, grabación, fotocopia, o cualquier otro, sin la previa autorización escrita del titular de los derechos.*

# Índice

<b>Introducción.....</b>	<b>5</b>
<b>1. Estructura temporal de tipo de interés: definición.....</b>	<b>7</b>
<b>2. Formas de las curvas.....</b>	<b>11</b>
<b>3. Las curvas de tipos de interés desde 2008.....</b>	<b>14</b>
<b>4. Aplicaciones de la estructura temporal de los tipos de interés.....</b>	<b>17</b>
<b>5. ¿Qué tipos de interés configuran la estructura temporal de tipo de interés?.....</b>	<b>19</b>
<b>6. Riesgo de tipo de interés.....</b>	<b>26</b>
6.1. Riesgo de precio .....	28
6.2. Riesgo de reinversión .....	30
6.3. Resumen de los riesgos de inversión .....	31



## Introducción

Tal y como se ha señalado previamente, en la economía tenemos diferentes tipos de interés y, además, estos cambian continuamente. También hemos estudiado que la variable tipo de interés se puede expresar mediante diferentes magnitudes, como por ejemplo tipo nominal, efectivo, real, rendimiento, etc.

Por otro lado, sabemos que cuando actualizamos valores a un momento presente, como por ejemplo para calcular el valor actual de un proyecto empresarial o de algún producto financiero, o bien el valor actual de los flujos de caja, en realidad estamos suponiendo que para un día concreto hay solo un único tipo de interés para toda la operación.

En realidad esto no es así. Es decir, en un mismo día hay varios tipos de interés en función de las características de la operación financiera. El tipo de interés depende principalmente del plazo de la operación, pero también del riesgo asociado a cada activo financiero y de su emisor.

Es decir, si consideramos un préstamo a un año, el tipo de interés debería ser inferior a un préstamo a quince años, considerando el resto de características de la operación financiera iguales.

Paralelamente, si invertimos en deuda pública de los Estados Unidos, esperamos que el tipo de interés sea inferior al tipo de interés que pague la deuda privada de una empresa norteamericana, suponiendo en los dos casos que el periodo de inversión es el mismo. Esto es así porque la probabilidad de impago o riesgo de impago del gobierno norteamericano es inferior al de una empresa privada.

En términos generales, si pensamos en las diferentes operaciones o transacciones financieras que se dan en un día determinado, se vuelve muy complicado poder comparar los tipos de interés, puesto que las características pueden ser muy diferentes.

La forma más sencilla de poder comparar tipos de interés en una economía es por medio de lo que se denomina **curva de tipo de interés o estructura de tipo de interés** (*yield curve*, ETTI).

La curva de tipo de interés nos proporciona una fotografía de todos los tipos de interés de una economía un día determinado. La manera de elaborarla es **minimizando el riesgo** y, por lo tanto, la única característica que hace que los valores del tipo de interés sean diferentes es el **plazo de la operación**. Es por eso que se calcula a partir de determinados activos financieros de deuda

### Nota

La relación entre riesgo y rendimiento es positiva, es decir, cuanto más riesgo haya, se exige o se espera más rentabilidad.

pública. Dado que los activos emitidos por un estado gubernamental se consideran de bajo riesgo de impago, son útiles para ayudarnos a visualizar los tipos de interés de un país.

Básicamente distinguimos dos tipos de riesgos: riesgo de crédito o impago (*default risc*) y riesgo de plazo (*maturity risc*). La suma de los dos constituye la prima por riesgo. El diferencial de tipo de interés o diferencial entre primas por riesgo se denomina *spread* y se mide en puntos básicos (100 puntos básicos – pb– equivalen al 1%, es decir, a un cambio de 0,01).

La prima por riesgo es la que explica que el tipo de interés de los bonos corporativos de Google sea diferente del tipo de interés de Apple, o bien que los títulos emitidos por el gobierno de Grecia sean diferentes de los que emite la Reserva Federal o el Banco Central de Inglaterra.

En general, se acepta que los tipos de interés de los gobiernos son lo más cercano al tipo de interés libre de riesgo y se utilizan como referencia (*benchmark*) en las operaciones financieras. A pesar de todo, la última crisis financiera ha puesto en entredicho este concepto.

Así pues, si una empresa cotiza en el mercado de deuda privada, se puede calcular el riesgo que le asignan sus inversores a partir del diferencial entre el tipo de interés de los cupones y el rendimiento de los títulos, obtenido por medio del tipo efectivo calculado teniendo en cuenta el precio de cotización.

## 1. Estructura temporal de tipo de interés: definición

Un factor importante que influye en el tipo de interés de un título es el tiempo o plazo que falta para su vencimiento (*term to maturity*, TTM): bonos con igual nivel de riesgo, liquidez y características fiscales idénticas pueden tener tipos de interés diferentes porque el tiempo que falta para su vencimiento es diferente.

La representación gráfica que recoge los rendimientos de los títulos (*yields*) en función de los diferentes plazos de vencimiento (*term to maturity*), donde los títulos tienen el mismo riesgo, liquidez y consideraciones fiscales, se denomina **curva de tipo de interés** (*yield curve*), y describe la **estructura temporal de tipo de interés**, ETTI, para determinados activos financieros; en particular, la deuda soberana (*term structure of interest rates*).

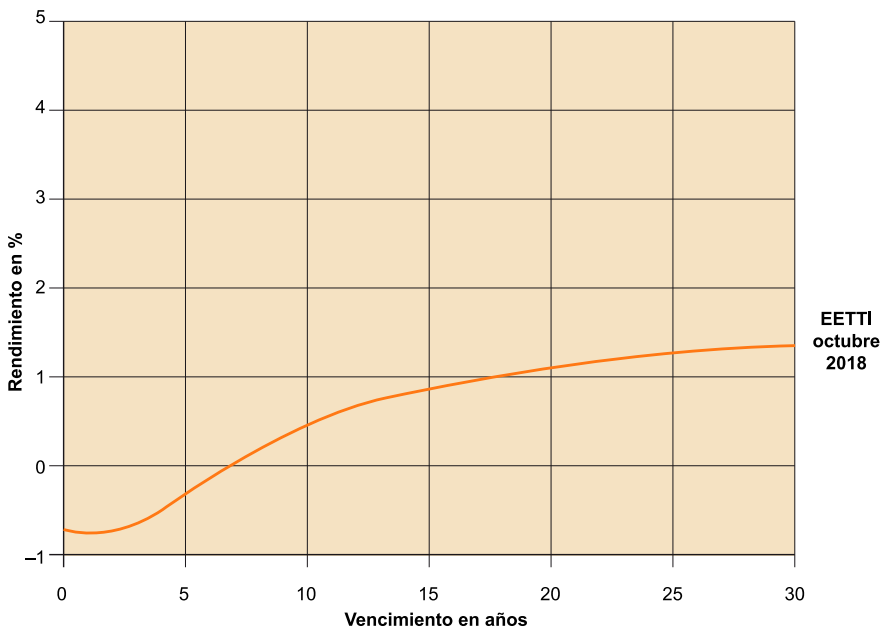
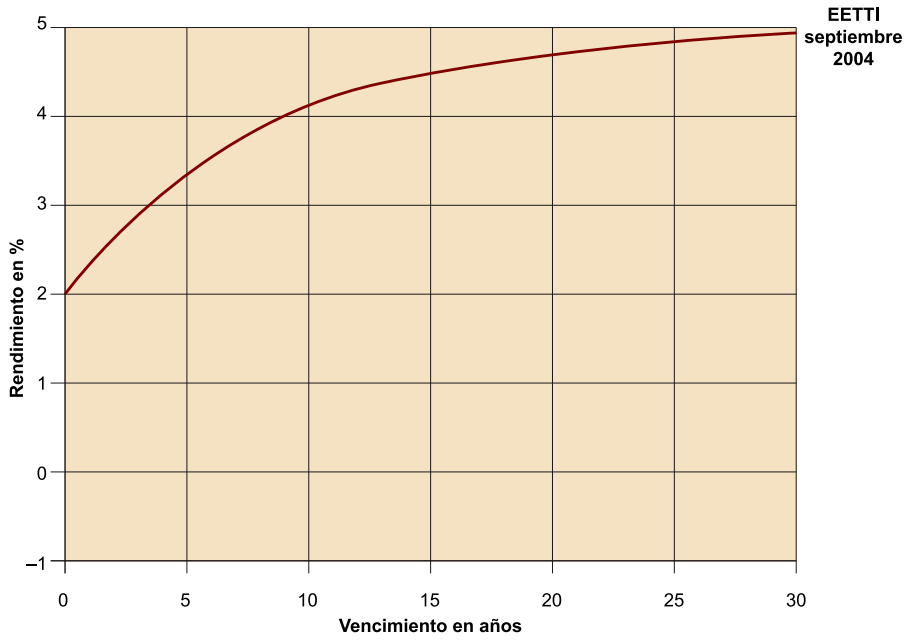
De hecho, la curva de tipo de interés solo se puede calcular a partir de deuda pública, porque para estimar la curva diariamente se necesitan varios títulos (es decir, bastantes datos) que, además, sostengan el mismo nivel de riesgo. Es complicado encontrar otros activos financieros que cumplan ambas propiedades.

Si echamos un vistazo al mercado financiero, podremos establecer una relación entre el nivel de los diferentes tipos de interés vigentes y el horizonte temporal en que son aplicables. En la figura siguiente podemos ver una fotografía de la estructura de tipo de interés o curva de tipo de interés en la economía europea para un día determinado de septiembre de 2004 y de 2018. Esta es la información de los tipos de interés sobre dos momentos concretos de diferentes años. Como podremos ver más adelante, tanto la forma de las dos curvas como los niveles (valores de los tipos de interés) son muy diferentes.

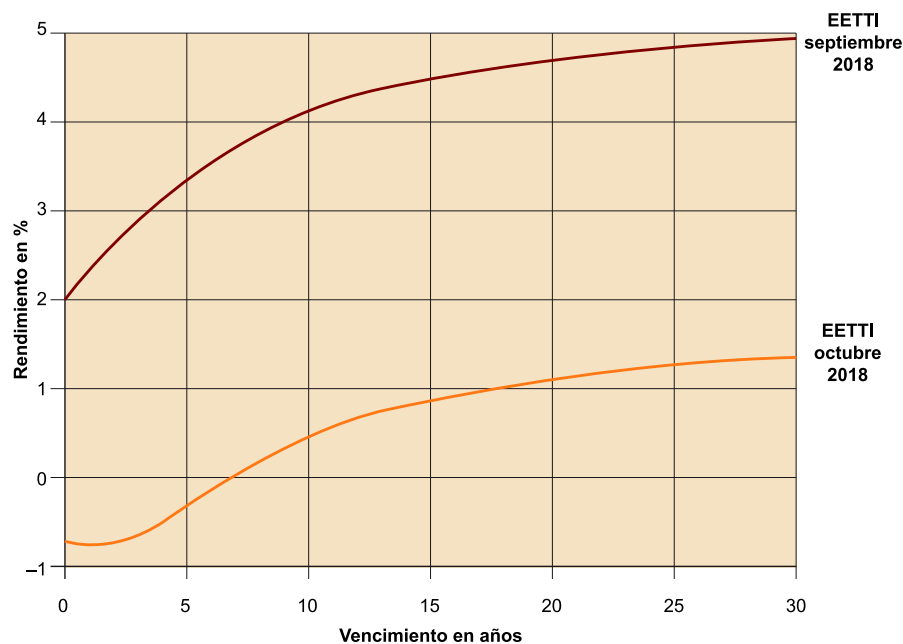
### ETTI

En este caso, cuando hablamos de ETTI, nos referimos tanto al tipo de interés como a los rendimientos de la curva, porque estos rendimientos equivalen a los tipos de interés efectivos anuales.

Figura 1. Estructura temporal de los tipos de interés (ETTI)







Fuente: Banco Central Europeo

Si observamos la figura 1 que contiene las dos curvas, podemos darnos cuenta de la bajada de los tipos de interés desde 2004. Vemos que a muy largo plazo se esperaban tipos de interés de aproximadamente el 5%, mientras que ahora se esperan tipos alrededor del 1%. Por otro lado, también sorprende la parte de la curva del corto plazo, puesto que hasta un vencimiento de seis años se esperan tipos de interés negativos.

Como estas curvas se han calculado a partir de datos de títulos europeos, estas son las estructuras de tipos de interés que regían en Europa en las fechas señaladas. Si se hubieran calculado a partir de títulos americanos, entonces sería la curva de tipo de interés de los Estados Unidos.

Veremos más adelante que es importante seguir la evolución de las curvas de tipos de interés de los diferentes países, primero porque por medio de ellas podemos comparar el riesgo entre países o primas por riesgo. Es decir, podemos comparar el tipo de interés para un plazo de cinco o diez años entre diferentes países. Aquellos países que tienen los tipos de interés más altos significa que tienen más riesgo comparativamente con el resto de países que estamos analizando. Así pues, podemos conocer el riesgo de un país mediante su deuda pública o gubernamental. Y en segundo lugar, nos ofrece información sobre las expectativas de crecimiento de una economía cuando analizamos la parte del medio y largo plazo de la curva. Recordad que el tipo de interés es uno de los instrumentos de política monetaria que ayudan a regular la economía.

También estudiaremos más adelante que los títulos que se utilizan para obtener estas curvas son títulos libres de riesgo o lo más cercano a no tener riesgo. De este modo aseguramos que los tipos de interés no están distorsionados por otros factores.

Denominamos **estructura temporal de los tipos de interés** (ETTI, *term structure of interest rates*, TSIR) a la relación funcional que nos informa de los diferentes tipos de interés existentes en un mercado en función del plazo en que se aplican.

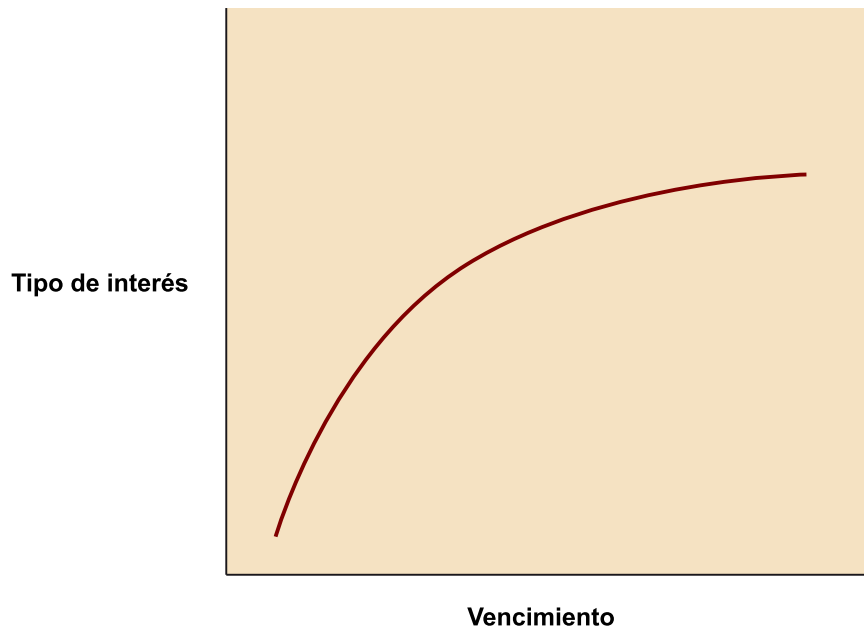
## 2. Formas de las curvas

Las curvas de tipos de interés (*yield curves*) se pueden clasificar según la forma que adopten. Básicamente son tres:

- creciente
- decreciente
- plana

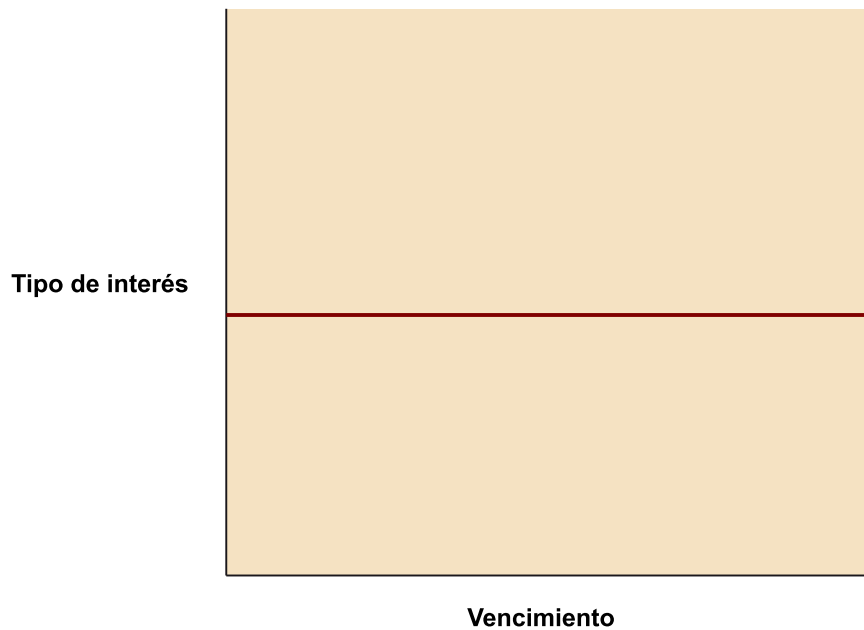
1) Curva con **pendiente positiva** o normal (*upward-sloping yield curve* o *normal yield curve*).

Figura 2. ETTI normal o con pendiente positiva



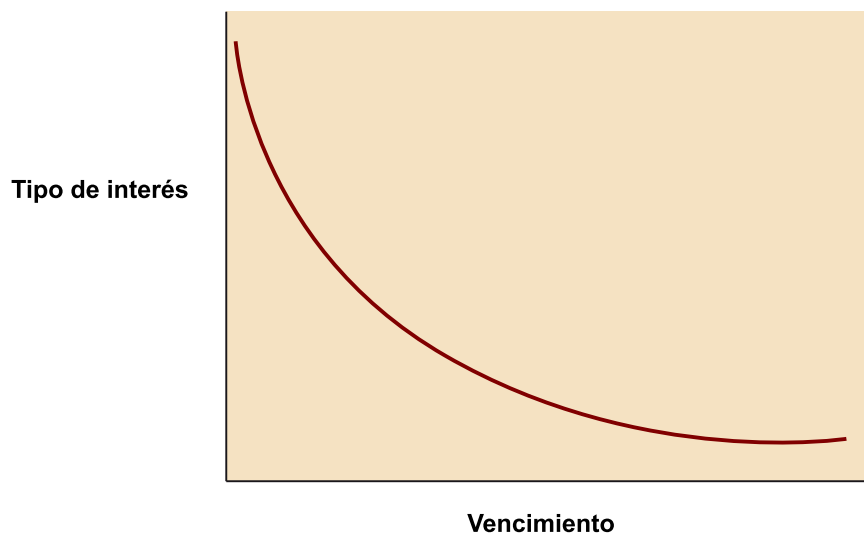
2) **Curva plana** (*flat yield curve*)

Figura 3. ETTI plana



3) o bien, curva con **pendiente negativa** (*downward-sloping yield curve*), o más conocida como curva invertida (*inverted yield curve*).

Figura 4. ETTI con pendiente negativa o ETTI invertida



Normalmente, la curva de tipo de interés tiene una **pendiente positiva**, y esto implica que los tipos de interés a largo plazo son superiores a los tipos de interés a corto plazo. De forma que, a mayor plazo hay más incertidumbre, puesto que se desconoce si el inversor podrá recuperar su dinero. Entonces, este mayor riesgo o incertidumbre supone una mayor prima por riesgo y se verá compensada por un mayor tipo de interés o rendimiento exigido en el activo en cuestión.

Cuando las curvas de tipos de interés son **planas**, significa que los tipos de interés a corto y largo plazo son los mismos. Normalmente las curvas planas se dan como situación intermedia entre curvas crecientes y curvas invertidas.

Y cuando las curvas de tipos de interés son **invertidas**, los tipos de interés a largo plazo están por debajo de los tipos de interés a corto plazo. De hecho, las curvas invertidas normalmente se han dado justo antes de una crisis económica, anticipando, pues, una recesión económica.

Las curvas de tipos de interés también pueden tener formas algo más complicadas, cuando por ejemplo tienen dos puntos de inflexión y combinan más de una de las formas que acabamos de señalar. Pero, en general, muestran una única tendencia: tipos de interés crecientes a lo largo del tiempo, tipos de interés estables a lo largo del tiempo, o bien tipos de interés decrecientes a lo largo del tiempo.

### 3. Las curvas de tipos de interés desde 2008

Desde la última crisis financiera, los mercados financieros han cambiado mucho y hay mucha incertidumbre en todos los plazos de la curva. De hecho, a lo largo de finales de 2017 y durante el 2018, la curva de tipos de interés de los Estados Unidos y Europa muestra una forma bastante plana. Por lo tanto, nos está informando que los inversores no ven claro qué pasará en el futuro y, por ahora, exigen por inversiones a corto plazo lo mismo que se exige por inversiones a largo plazo.

Si volvemos a mirar la figura 1 donde tenemos la fotografía de los tipos de interés para un día de octubre de 2018, nos damos cuenta de que hay una parte de la curva de 2018 con tipos de interés negativos, mientras que en 2004 el tipo de interés más bajo era del 2%. Esta situación bastante particular, que hasta el momento solo se había dado en momentos puntuales durante periodos de crisis económicas y financieras, es el resultado de varios factores: un entorno económico mayoritariamente con deflación y con poco crecimiento del PIB y un paro elevado, junto con un tipo de interés del precio oficial del dinero<sup>1</sup> alrededor del 0% y medidas de flexibilización monetaria muy laxas. Sin olvidar que las tecnologías y la globalización también han modificado los mercados financieros. Además, estas características son comunes en varios países por un periodo prolongado de tiempo.

Si revisamos el entorno económico internacional, nos damos cuenta de que, por un lado, tenemos diferentes bancos centrales como la Reserva Federal de los Estados Unidos (The Fed), el Banco Central Europeo (ECB), el Banco de Inglaterra (BoE) o el Banco del Jap (BoJ), que a partir de 2008 fueron bajando el tipo de interés oficial del dinero hasta el punto de llegar al nivel del 0% o cercano a este valor<sup>2</sup>. Estas medidas o políticas monetarias laxas han perseguido estimular la economía ante un entorno donde, en lugar de haber inflación, es decir, que los precios suban, ha habido una deflación sostenida durante muchos años.

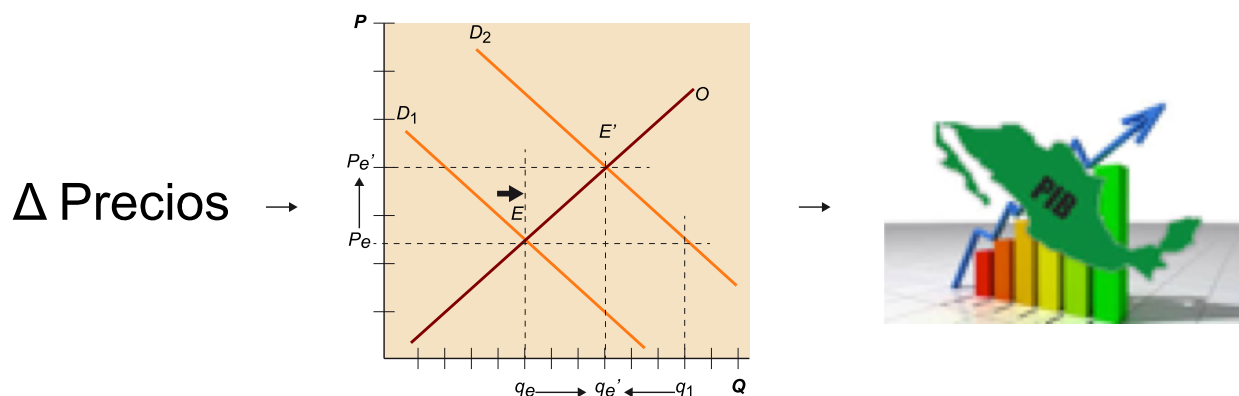
Tal y como señala la teoría económica, los precios de los bienes y servicios suben cuando la demanda aumenta. Es decir, si tenemos la misma oferta por un producto o servicio, cuando la cantidad demandada se incrementa, la curva de demanda se desplaza a la derecha y el precio de equilibrio sube<sup>3</sup>. En general, cuando hablamos de una economía en crecimiento, estamos diciendo que su PIB (GDP) aumenta porque hay más demanda. Cuando tenemos más demanda, los precios de los bienes y servicios también suben. Y si los precios suben, entonces tenemos inflación (véase figura 5).

<sup>(1)</sup> Este tipo de interés del dinero es un tipo de interés diferente del de la ETTI.

<sup>(2)</sup> Más adelante veremos cuál es este tipo de interés oficial del dinero que fijan los bancos centrales y cómo este puede llegar a afectar a la hipoteca u otros préstamos.

<sup>(3)</sup> En este análisis no hablamos de bienes y servicios de primera necesidad sino de bienes y servicios elásticos.

Figura 5. Efecto del incremento de precios sobre el consumo



Los bancos centrales, para controlar la inflación y evitar que esta se dispare, aplican medidas de política monetaria. Una de las medidas más conocida es subir o bajar el tipo de interés. Si los tipos de interés suben, según la teoría económica, obtener crédito es más costoso y, por lo tanto, la renta disponible de las familias o el dinero disponible para las empresas (ya sea para hacer inversiones o contratar nuevo personal o realizar nuevas inversiones, etc.) es menor. Cuanto menor sea la renta o fondos disponibles en una economía, la demanda de bienes y servicios disminuirá y de este modo se frena la subida de precios.

Pero el panorama económico después de la crisis económica y financiera de 2008 fue diferente de otras crisis anteriores. Los bancos centrales de diferentes países, para estimular el consumo y el crecimiento de las economías, bajaron los tipos de interés del precio oficial del dinero hasta valores cercanos al 0%. Bajando el tipo de interés se espera que, al abaratar el crédito, las empresas y las familias pidan más crédito y, por lo tanto, tengan más renta o recursos disponibles para consumir bienes y servicios.

De este modo se consigue estimular el consumo de una economía. A pesar de todo, en la crisis financiera y económica de 2008, el resultado de este estímulo no fue exactamente el esperado. La situación financiera y los desequilibrios en los balances que afectaban a muchas entidades financieras hicieron que el crédito no acabara llegando a las familias o empresas y, por lo tanto, los estímulos de política monetaria no acabaran trasladándose completamente a quien correspondía, por más bajo que fuera el tipo de interés oficial del dinero.

Desde 2008 han sido muy populares las medidas de flexibilización cuantitativa o QE Measures (*quantitative easing measures*) de los bancos centrales para inyectar liquidez a las economías. Estas medidas consisten en la compra de activos de deuda pública por parte del banco central. Esta compra se lleva a cabo creando nuevo dinero que el banco central emite, ampliando el balance, tanto de activos como de pasivos, al mismo tiempo que introduce más dinero en el sistema financiero.

Cuando un banco central compra deuda pública, como hay más demanda de deuda, sube su precio y, consecuentemente, rebaja los tipos de interés. Desde 2008, diferentes bancos centrales han ido introduciendo grandes cantidades de dinero en los mercados financieros mediante la compra de títulos de deuda pública, principalmente.

El resultado de las medidas ultra laxas en política monetaria llevadas a cabo por diferentes bancos centrales han llevado a tipos de interés negativos en la deuda pública y a cierta especulación en el mercado de deuda. Por consiguiente, las curvas de tipos de interés han tomado valores negativos en el corto plazo, o bien han adoptado formas planas.

Será interesante seguir la evolución de las curvas a partir del momento en que el banco central europeo empiece a reducir estas políticas y se plantee subir los tipos de interés. Aun así, se añade el hecho de que los Estados Unidos, igual que otros países, hace tiempos que revisan su precio oficial del dinero y, al mismo tiempo, llevan a cabo duras medidas de aranceles en el comercio internacional y esto puede tener un impacto en las ganancias de las empresas europeas, igual que en el resto del comercio.

#### Revisión del precio oficial del dinero

Desde 2008, tanto la Reserva Federal de los Estados Unidos como el Banco Central del Japón, el Banco Central Europeo y el Banco Central de Inglaterra han aplicado las QE Measures y bajadas importantes del tipo de interés oficial del dinero, hasta el punto de llegar en alguna economía al 0%. La retirada de estos estímulos ha sido progresiva en los últimos años y se ha llevado a cabo en diferentes momentos en función del país.

Pero lo más curioso en los recientes años es que no solo la deuda pública muestra tipos de interés anuales (*yields*) negativos, sino que en Europa, incluso la deuda privada o corporativa, la deuda que emiten las empresas, también está ofreciendo rendimientos negativos.

#### Lecturas recomendadas

Os animamos a que destinéis tiempo a leer un par de artículos del *Financial Times* para entender un poco los motivos de por qué nos encontramos con deuda pública y privada con rendimientos negativos y continúa habiendo demanda de ellas, es decir, sigue habiendo inversores que quieren comprar estos títulos:

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

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

#### Nota

Recordad que hay una relación inversa entre el precio y el rendimiento o tipo de interés (*yield to maturity*, YTM) de un título de deuda.

#### Enlaces de interés

Os recomendamos que visitéis los siguientes enlaces:

Política monetaria en economías avanzadas, 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. Aplicaciones de la estructura temporal de los tipos de interés

El conocimiento de la estructura temporal de los tipos de interés es de una importancia capital en la llamada economía financiera. Más allá de la información que podamos extraer a simple vista, la curva de los tipos de interés, debido a su carácter instrumental, tiene varias aplicaciones, algunas de las cuales van más allá del ámbito estrictamente financiero.

A continuación, y sin intención de ser exhaustivos, se presenta una **relación de las aplicaciones principales de la estructura temporal de los tipos de interés**:

1) **Valoración de activos financieros.** Conocer los tipos de interés es básico para la valoración financiera, es decir, para la asignación o cálculo del precio de los activos financieros (*swaps, frs, caps, floors*, etc.), sobre todo aquellos que no tienen una cotización dada por el mercado.

Dentro de este grupo se incluyen todos los instrumentos OTC (*over the counter*), que básicamente son productos derivados que no tienen un mercado organizado que cotice los precios y por eso deben definirse mediante una valoración financiera. Cuando el activo financiero cotiza, su precio es aquel que surge del equilibrio entre oferta y demanda. Pero cuando el activo no cotiza, no se tiene un precio de referencia.

2) **Valoración de activos reales.** Todas las metodologías serias de valoración y selección de inversiones reales incorporan una valoración financiera. Por lo tanto, necesitamos información de los tipos de interés para poder llevar a cabo la valoración. Además, estos tipos de interés deben ser los que se obtienen del mercado. Un caso particular muy importante es cuando se aplica a la valoración de empresas.

3) **Gestión de activos y pasivos.** Para una entidad de crédito es fundamental que haya una gestión integrada de todos los activos y pasivos que la componen, con el fin de hacer una valoración financiera conjunta del riesgo que asume la entidad.

4) **Medida y gestión del riesgo de tipo de interés.** Evidentemente, los tipos de interés son la variable básica para evaluar el riesgo que genera su volatilidad. El cálculo de la variación del valor de mercado de operaciones aisladas o de carteras frente a las variaciones de tipos de interés es la herramienta que se utiliza para medir el riesgo del tipo de interés.

5) **Arbitraje y especulación.** La estructura de los tipos de interés nos permite calcular los precios teóricos de los activos que cotizan en el mercado. La comparación entre los precios teóricos y los precios cotizados puede dar lugar a operaciones de especulación con riesgo muy bajo o directamente a operaciones de arbitraje.

#### Operación de arbitraje

Una operación de arbitraje es la que permite obtener un beneficio con inversión nula, sin asumir ningún riesgo.

6) **Referencia para nuevas emisiones.** Los tipos de interés son una referencia para las nuevas operaciones y, de una manera especial, para las operaciones de renta fija. Es decir, cuando una empresa emite deuda por primera vez, necesita tener un tipo de interés de referencia (*benchmark*).

Por consiguiente, los tipos de interés de mercado son la rentabilidad mínima que se puede ofrecer en una emisión de títulos, puesto que son rentabilidades obtenidas a partir de títulos libres de riesgo o con riesgo mínimo.

De todos modos, la rentabilidad final tiene que incluir también una prima por riesgo relacionada con la calificación crediticia del deudor, con la liquidez que tendrá el título, etc.

7) **En política monetaria.** Los tipos de interés son una variable macroeconómica muy importante, y por eso mismo, de su estudio empírico, se derivan conclusiones que pueden ser aplicadas en la política monetaria. Algunas de ellas las hemos discutido ya previamente.

8) **Modelización de expectativas.** De acuerdo con la información de las estructuras de los tipos que va generando el mercado, se modeliza la evolución dinámica de esta estructura, es decir, el comportamiento o la evolución futura de los tipos de interés.

Principales aplicaciones de la estructura temporal de los tipos de interés

#### Aplicaciones de la estructura temporal de los tipos de interés

Valoración de los activos financieros

Valoración de los activos reales

Gestión de activos y pasivos

Medida y gestión del riesgo del tipo de interés

Arbitraje y especulación

Referencia para nuevas emisiones

Política monetaria

Expectativas

## 5. ¿Qué tipos de interés configuran la estructura temporal de tipo de interés?

Antes de profundizar en la estructura de los tipos de interés como tales, es conveniente aclarar algunos aspectos sobre los tipos de interés. Al margen de la diferenciación clásica entre tipos nominales y tipos efectivos que ya hemos analizado previamente, hay que introducir nuevos conceptos relacionados con el momento temporal en que un determinado tipo de interés es vigente.

Es un hecho bastante conocido que en el mercado coexisten operaciones de financiación regidas por tipos de interés diferentes. Estas diferencias se pueden producir por muchas causas, entre las cuales encontramos una de muy importante: el riesgo de insolvencia del emisor.

Y es precisamente este riesgo de insolvencia del emisor aquello que los agentes valoran negativamente. De forma que si el riesgo es considerado alto, los agentes no están dispuestos a financiar si no es a cambio de una rentabilidad más elevada que compense el riesgo asumido. Entonces decimos que estos tipos de interés están afectados por la llamada **prima por riesgo**, que dependerá consecuentemente de cada deudor y de su clasificación crediticia.

El objetivo es que la curva de los tipos de interés no incluya ningún elemento que distorsione el valor de la financiación para un determinado plazo. Es decir, si un tipo de interés incluye la prima por riesgo, este valor no nos será útil para construir la estructura temporal de los tipos de interés.

Puesto que la prima por riesgo es difícil de cuantificar y hemos visto que nos distorsiona el tipo de interés, será necesario que la **ETTI esté construida con tipos libres de riesgo de insolvencia**.

Se consideran los títulos de deuda pública con elevada calificación crediticia (AAA) aquellos títulos adecuados para estimar la estructura temporal de los tipos de interés, dado que estos se consideran libres de riesgo de insolvencia.

Tal y como hemos señalado, los pasivos financieros del Estado son la principal fuente de información para cuantificar la curva de tipo de interés. No existen los títulos físicamente, sino que, telemáticamente, el mercado negocia sobre la referencia de la emisión. Este método agiliza las transacciones a la vez que reduce su coste, generando, al mismo tiempo, un mercado más eficiente.

Así pues, hay que destacar que este mercado, que genéricamente se denomina deuda pública, debido a su estado de desarrollo y alto nivel de eficiencia, proporciona información de tipos de interés adecuados para construir la estructura temporal de los tipos de interés.

El Banco de España publica en línea las cotizaciones y los tipos de interés negociados en el mercado de deuda pública.

Por otro lado, observamos que para un mismo emisor, por ejemplo el Estado, se encuentran diferentes tipos de interés en función del plazo de la operación. Es decir, si miramos el mercado secundario de negociación de deuda pública, veremos que el plazo de vencimiento de cada título es diferente.

En la figura 6 que tenemos a continuación, vemos que en la primera columna (Descripción), primero tenemos el tipo de título emitido (Obl. Tesoro público), a continuación tenemos el tipo de interés que paga el cupón y el último número corresponde al mes y al año de vencimiento del título. Vemos que a pesar de ser obligaciones del Tesoro público, pagan cupones diferentes y, además, los vencimientos son en 2029, 2040, 2048, etc. Por lo tanto, a pesar de que todas son emitidas por el Estado, todas estas emisiones tienen vencimientos diferentes, por eso el cupón que se paga también es diferente.

En esta misma figura, en la cuarta y séptima columna tenemos la TIR de los títulos (*yield*). Este valor corresponde al tipo de interés efectivo anual del que hemos hablado últimamente y, por lo tanto, sería el valor que utilizaríamos para construir la curva de tipo de interés o estructura temporal de tipo de interés (*yield curve*) para este día concreto, 11 de diciembre de 2017. En esta imagen tenemos dos valores porque en este caso el precio de compra y venta son diferentes. Recordad que el precio es el valor que tenemos a la izquierda de la ecuación cuando calculamos el tipo de interés efectivo. Así pues, si el precio cambia, cambiará también el tipo efectivo<sup>4</sup>. Los valores correspondientes a la venta del título son los que se usan para la curva de tipo de interés.

Figura 6. Cotización de deuda pública española en el mercado secundario, 11 de diciembre 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			
<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			

Fuente: BMERF

Acabamos de ver que difícilmente se puede establecer un único tipo de interés que nos informe del tipo de interés o precio del mercado por un plazo. Así pues, hay que pensar en un conjunto de tipos de interés que estarán en función

#### Enlace de interés

Podéis encontrar más información en esta página web: <http://www.bde.es/webbde/es/secciones/informes/banota/banota.html>

#### Enlace de interés

Podéis encontrar información del mercado secundario de negociación de deuda pública en la siguiente dirección: <https://www.bmerf.es/esp/asp/comun/posiciones.aspx?Mercado=SDP>

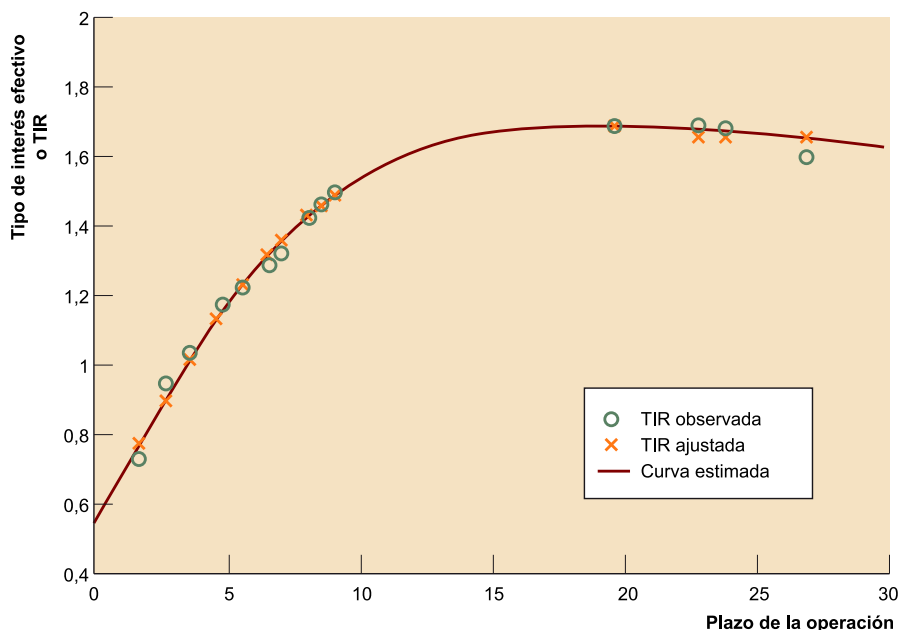
<sup>(4)</sup>Podéis revisar la ecuación de equilibrio cuando hemos estudiado las diferentes unidades de medida del tipo de interés y el valor actual.

del plazo de la operación. El plazo de la operación corresponde al tiempo que falta entre la fecha en la que se observa el tipo de interés efectivo o TIR y su vencimiento.

Por ejemplo, para el primer título, que vence en enero de 2029, considerando que los datos de la figura 6 son de diciembre de 2017, el plazo de la operación sería de 11 años y 1 mes, o bien 11,0833 años. Recordad que la curva de tipos tiene dos ejes: el tipo de interés y el plazo de la operación. Por lo tanto, este primer título sería un único punto de la curva de tipos (1,432%, 11,08833). Si cogiéramos todos los títulos de un día y calculáramos la TIR y el tiempo que falta para el vencimiento, entonces tendríamos varios puntos en un gráfico.

En la figura 7 hay un ejemplo de otra ETTI. Los círculos en azul corresponden a las TIRs con los vencimientos observados otro día en otro mercado de deuda pública diferente del anterior. En este caso, los círculos en azul serían lo que podríamos dibujar con los datos de la figura 6 si procediéramos a hacer los cálculos pertinentes.

Figura 7. Gráfico de puntos de la curva de tipo de interés



Fuente: Reserva Federal de los Estados Unidos. ETTI, junio de 2005

Aplicando determinadas técnicas estadísticas se puede ajustar o estimar una curva a partir de los datos observados (círculos). La línea continua corresponde a la ETTI estimada y las X corresponden a su punto ajustado o estimado a partir del dato observado. La diferencia entre el círculo y la X corresponde al error en la estimación o ajuste de la curva.

A la estructura temporal de los tipos de interés también se la denomina **curva cupón cero**, porque cada uno de los tipos de interés que componen la curva equivaldría a uno de deuda pública donde no se pague ningún cupón, de aquí

“cupón cero”. Esto quiere decir que a partir de esta curva podemos obtener el tipo de interés necesario para cualquier vencimiento que necesitemos para hacer valoraciones de operaciones financieras.

Volviendo a la figura 6 donde tenemos los datos de la deuda pública española, si consideramos que estos datos cambian cada día porque la deuda pública se negocia continua y diariamente, esto implica que cada día podemos construir una curva de tipo de interés diferente.

En cierto modo, podemos hacer el símil que la curva de tipo de interés de un día sería una fotografía del tipo de interés por diferentes vencimientos de un día concreto (figura 8) y, si miramos la evolución de la ETTI a lo largo de diferentes días, sería como una película de cómo evolucionan los tipos de interés según diferentes plazos a lo largo del tiempo (figura 9).

Figura 8. ETTI Europa, 14 de julio de 2010

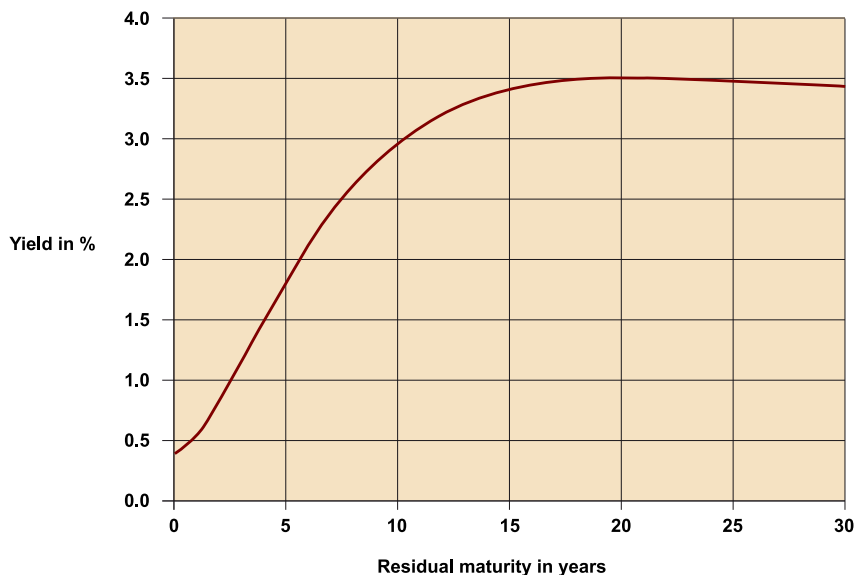
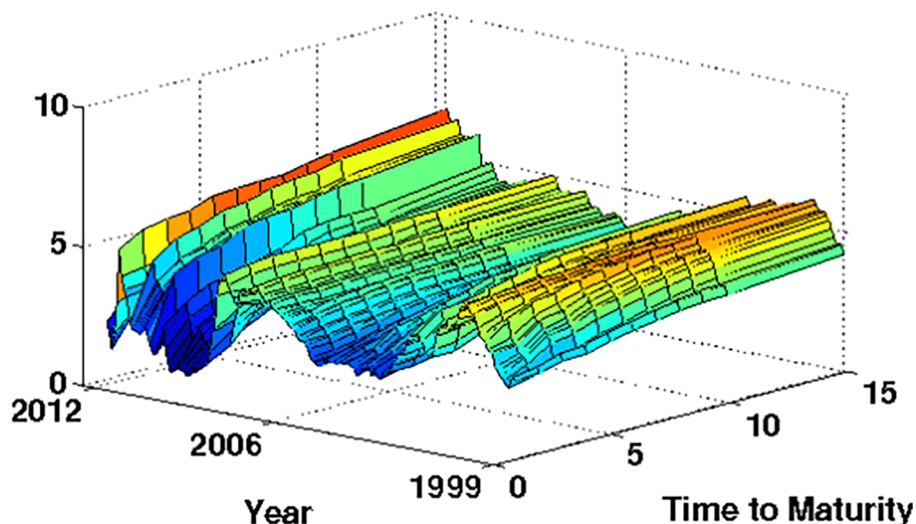


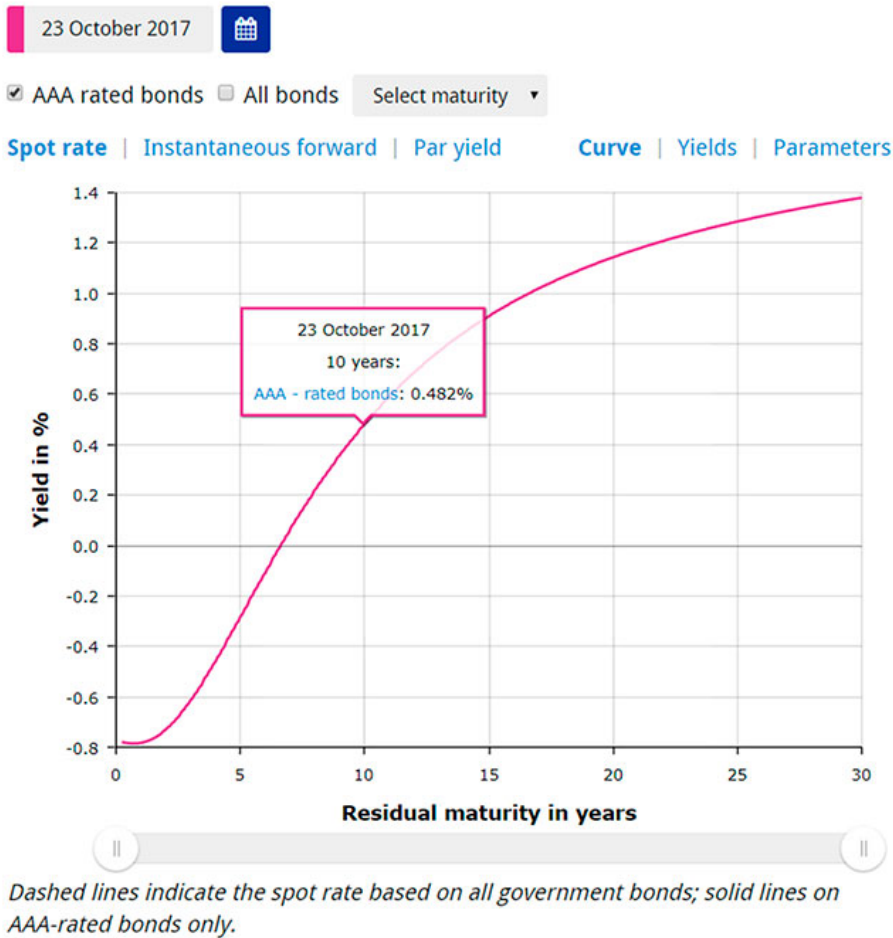
Figura 9. Evolución temporal o dinámica de la ETTI de España desde 1999 hasta 2012



A continuación, en la figura 10 podéis encontrar la estructura temporal de tipo de interés o *yield curve* que calcula el Banco Central Europeo para Europa. Como se ve en la figura, en principio está calculada con activos de bajo riesgo o riesgo prácticamente nulo. A la izquierda podemos ver *AAA rated bonds*, que significa que son bonos de muy buena calificación crediticia según las agencias de *rating*.

También observamos que esta curva está representada hasta un vencimiento de treinta años. Y, por lo tanto, podemos ver el tipo de interés que rige en el mercado en una fecha concreta para cualquier operación desde un día hasta treinta años. Es, por lo tanto, como una fotografía de un día concreto que nos dice el precio del dinero para cada operación financiera en función de su plazo.

Figura 10. ETTI por la Unión Monetaria Europea a fecha 23 de octubre de 2017

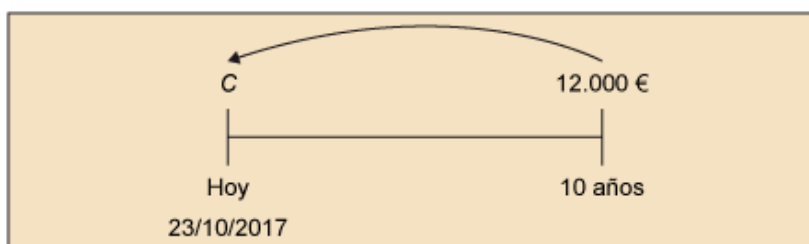


Fuente: Banco Central Europeo

Tal y como se ha señalado anteriormente, cada punto de la curva nos informa del tipo de interés para un plazo concreto en una fecha concreta. Pero no solo se obtiene información de la forma de la curva para conocer las expectativas del mercado, sino que también nos proporciona información para valorar operaciones financieras, dado que los tipos de interés son tipos efectivos anuales.

### Ejemplo

Por ejemplo, supongamos que hoy es 23 de octubre de 2017 y queremos conocer el valor actual de un importe de 12.000 euros que recibiremos de aquí a diez años. Para calcular el valor actual necesitamos conocer la ETTI europea en esta fecha y buscar el tipo correspondiente para el plazo de diez años. En este caso, si miramos el gráfico 7 anterior, vemos que el tipo de interés a diez años equivale al 0,482%. Gráficamente estamos hablando de lo siguiente:



Es decir, la equivalencia entre capitales corresponde a:



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

y el cálculo del valor actual con el correspondiente tipo de interés es el siguiente:

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

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

### **Enlace de interés**

Os animamos a que vayáis a la página web del BCE y escojáis diferentes fechas de diferentes años y miréis cómo cambia la forma de la estructura temporal de los tipos de interés ([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 hecho, matemáticamente una curva se puede dibujar a partir del nivel, la pendiente y la curvatura. Es interesante ver cómo han evolucionado estos parámetros de nivel, pendiente y curvatura en la ETTI europea a lo largo de los años.

## 6. Riesgo de tipo de interés

Ahora ya sabemos que en un determinado momento, puede haber diferentes tipos de interés en función del plazo de la operación. Es momento, pues, de reflexionar algo más allá...

Algunos de los riesgos a los que se expone el poseedor de un título de renta fija (como por ejemplo un bono o una obligación) o una cartera de renta fija son riesgos comunes a otros activos como: el riesgo de impago o crédito, el riesgo de contrapartida, el de liquidez, el de cambio, etc. Sin embargo, hay un tipo de riesgo que podemos considerar característico de la renta fija y que a veces no se tiene presente. Este es el **riesgo de tipo de interés**.

El **riesgo de tipo de interés** es el riesgo derivado de la variabilidad de los tipos de interés que afecta a la rentabilidad de la cartera o de un activo de renta fija, debido a la variación que pueden experimentar los precios de los títulos cuando varían los tipos de interés. Este efecto de los tipos de interés sobre los precios de los títulos de renta fija son mayores o menores según sean las características de los títulos en cuestión.

Así pues, la variación de la curva de tipo de interés a lo largo del tiempo genera el llamado riesgo del tipo de interés. Es un riesgo estrictamente financiero que el propio mercado provoca y que afecta directamente a las carteras compuestas por títulos de renta fija.

De forma que una variación en los tipos de interés provoca, por un lado, una variación en el precio de los títulos, dado que la oferta y la demanda del mercado hacen que el precio de un título se ajuste hasta generar la rentabilidad de equilibrio del mismo mercado. Por lo tanto, la valoración de una cartera fluctúa en función de los tipos de interés. Y por otro lado, una variación del tipo también afecta a la futura retribución de los flujos de capital que genera la cartera y que se reinvierten al tipo de interés vigente en cada momento a medida que estos se generan.

Como veréis, el efecto que una variación en los tipos de interés causa sobre el valor del título es inverso al que se produce por la reinversión de los flujos de la cartera. Dicho de otro modo, el riesgo del tipo de interés se puede descomponer en dos efectos de signo contrario, que, incluso, se pueden llegar a compensar entre sí bajo determinadas hipótesis.

Cuando pensamos en diferentes activos financieros, a menudo diferenciamos en términos generales entre los activos de renta fija y los activos de renta variable. Los activos de renta fija, como bonos y obligaciones, proporcionan un tipo de interés que es conocido al inicio de la operación o adquisición del ac-

tivo. Y por otro lado, en los activos de renta variable, como son las acciones, tal y como su nombre indica, su tipo de interés es variable y se desconoce en el inicio de la operación.

Pero a pesar de que los activos de renta fija tengan un tipo de interés conocido y se los denomine “renta fija”, estos también tienen un riesgo. Este es el llamado riesgo del tipo de interés.

El **riesgo de tipo de interés** es el riesgo que el precio de un título que sea a un interés fijo, como puede ser un bono, una obligación o un préstamo, se vea afectado por una variación de los tipos de interés del mercado. En general, un aumento de los tipos de interés del mercado influye negativamente en el precio de un título de cupón fijo y, al contrario, un descenso de los tipos de interés afecta positivamente a la cotización de los títulos de cupón fijo.

Sin embargo, este riesgo desaparece si adquirimos un título de renta fija en el momento de la emisión y lo mantenemos hasta su vencimiento. De hecho, cuando hemos visto algún ejemplo de deuda tanto pública (obligaciones del Tesoro) como privada (bonos de la empresa Apple o Alphabet), siempre hemos señalado que la tasa de rendimiento anual o *yield* era el tipo efectivo anual que se obtenía si se compraba aquel título y se mantenía hasta el vencimiento (por eso en inglés se denomina *yield to maturity*, YTM).

Sin embargo, normalmente, los títulos no se mantienen hasta el vencimiento, sino que se negocian continuamente a lo largo de su vigencia. Esto es así porque como bien sabéis los mercados financieros funcionan continuamente y, por lo tanto, se negocian activos financieros constantemente. De forma que aunque compremos un activo de renta fija, por el hecho de ser considerado “fijo” no implica que no tenga ningún tipo de riesgo asociado, puesto que el tipo de interés también tiene un riesgo en el momento en que este activo financiero se negocia en el mercado.

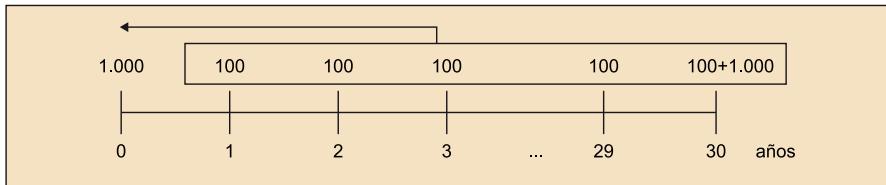
Así pues, el riesgo del tipo de interés deriva de la variación que sufren los tipos de interés a lo largo del tiempo. El riesgo que genera el tipo de interés tiene dos vertientes: el riesgo de precio y el riesgo de reinversión.

- El **riesgo de precio** es la variación del precio o del valor de un título frente a las variaciones de los tipos de interés.
- La segunda vertiente, el **riesgo de reinversión**, aparece ante la necesidad de reinvertir los flujos que genera una cartera a los tipos de interés vigentes en el mercado en cada momento.

## 6.1. Riesgo de precio

A continuación analizaremos con detalle cómo afecta un cambio de tipo de interés a un bono u obligación que paga un cupón siempre fijo. Supongamos una obligación emitida a fecha de hoy por un periodo de treinta años, que paga un cupón fijo del 10% y que su nominal es de 1.000 euros.

Gráficamente tenemos,



Si queremos calcular el valor actual de esta obligación en cualquier momento del tiempo en que la obligación es vigente en el mercado, solo tenemos que aplicar la siguiente ecuación que iguala prestaciones y contraprestaciones:

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

Así pues, si queremos saber el valor actual de esta obligación con cupón fijo al cabo de cinco años de su emisión, es decir, cuando todavía faltan veinticinco años para su vencimiento a un tipo de interés efectivo del 5%, tendremos:

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

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

Y si queremos calcular su valor a la cabeza de diez años de su emisión (cuando faltan veinte años para su vencimiento) al mismo tipo de interés, tendremos:

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

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

Es interesante calcular el valor actual de esta obligación para diferentes vencimientos y con diferentes tipos efectivos. A continuación se detalla el precio de la obligación si aplicamos la ecuación que iguala el valor actual de las prestaciones y contraprestaciones con diferentes tipos de interés. Es decir, si actualizamos al 20%, al 10% y al 5%:

Años pendientes hasta el vencimiento	Valor actual del bono al 20%	Valor actual del bono al 10%	Valor actual del bono 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 €

Observando los resultados de la tabla, llegamos a las siguientes **conclusiones**, que son aplicables a cualquier título que tenga un cupón fijo:

1) Cuando el **tipo de interés del cupón** (10%) es **igual** al **tipo efectivo anual** o tasa de rendimiento anual (10%), el **precio actual** del bono u obligación será **igual** a su **nominal** independientemente del momento temporal, es decir, independientemente del tiempo que falte para su vencimiento.

Si: Tipo interés cupón = Tipo efectivo título  
 → Precio título = Valor nominal título

2) Cuando el **tipo de interés del cupón** (10%) es **mayor** que el **tipo efectivo anual** o tasa de rendimiento anual (5%), el **valor** del bono u obligación será **mayor** que su valor **nominal** independientemente del tiempo que falte para su vencimiento.

Si: Tipo interés cupón > Tipo efectivo título  
 → Precio título valor > nominal título

3) Contrariamente, cuando el **tipo de interés del cupón** (10%) es **menor** que el **tipo efectivo anual** o tasa de rendimiento anual (20%), el **valor** del bono u obligación será **inferior** a su valor **nominal** independientemente del tiempo que falte para su vencimiento.

Si: Tipo interés cupón < Tipo efectivo título  
 → Precio título valor < nominal título

4) A medida que el tipo de interés aumenta, el precio del bono u obligación disminuye y la pérdida será mayor cuanto más lejos se esté del vencimiento del bono u obligación. Por lo tanto, **incrementos en el tipo de interés afectan negativamente al precio del bono u obligación** principalmente cuanto más tiempo falte para su vencimiento.

$\Delta$  tipo interés → Precio título  $\nabla$

5) Cuanto más tiempo falte para el vencimiento del bono u obligación, mayor será el cambio del tipo de interés, debido a una variación en el tipo de interés.

Mayor vencimiento del título → Mayor cambio tipo efectivo del título

Acabamos de ver que a pesar de que un bono o una obligación son títulos que tienen un cupón fijo –y por lo tanto pagan un importe fijo–, tienen igualmente asociado un riesgo cuando los tipos de interés cambian. Recordad que este riesgo desaparece si se mantuviera el título hasta el vencimiento. Pero como ya hemos señalado anteriormente, los títulos se negocian, es decir, se compran y venden continuamente y no se acostumbra a mantener el título en cartera hasta su vencimiento.

## 6.2. Riesgo de reinversión

Hasta aquí hemos analizado de qué forma afecta la variación del tipo de interés al valor o precio del título, pero la variación de los tipos de interés también afecta a la reinversión de las cuantías generadas por el título (cupones). Cada vez que se cobren cupones habrá que volver a colocar estos importes en el mercado. Es decir, se podrán reinvertir estos importes al tipo de interés vigente. Este es el llamado riesgo de reinversión.

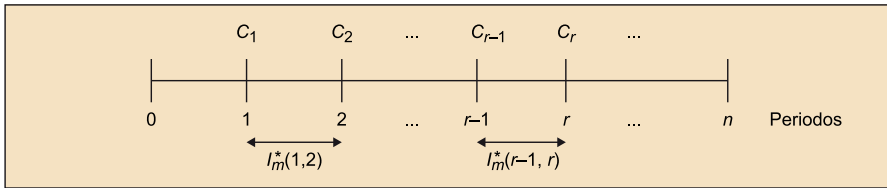
A continuación estableceremos, de forma analítica, la cuantificación del riesgo de reinversión del tipo de interés, y podremos constatar la relación inversa que hay entre el riesgo de precio y el riesgo de reinversión ante la variación de los tipos de interés.

Las herramientas financieras que se analizan a continuación se aplican en carteras de renta fija, pero para facilitar el aprendizaje, nos referiremos a un solo título en vez de toda la cartera.

De hecho, el esquema es el mismo para un título que para una cartera, tal y como veremos en detalle, pero, para simplificar, nos referiremos a un solo título porque, sobre todo en cuanto al cálculo, será mucho más fácil. Así pues, la referencia a un título es siempre ampliable a toda la cartera.

Definimos el **saldo de la operación**,  $S_r(I_m^*)$ , como el valor final resultante de la reinversión de los cupones al tipo de mercado vigente en cada momento.

El esquema temporal que ilustra este proceso de reinversión es el que se detalla a continuación:



donde  $C_s = C \cdot I_m^e$  son los cupones al tipo de la emisión del empréstito en el momento  $s$  y  $I_m^*(s-1, s)$  corresponde al tipo de mercado implícito al que ha sido posible reinvertir los cupones cobrados.

El saldo de la operación se obtiene de la capitalización del periodo que va desde la compra del título hasta el momento del tiempo actual  $r$ . Si el tipo de interés de mercado se supone constante para cualquier plazo, y para un título que pague cupones constantes y periódicos, el saldo se obtiene como valor final de una renta constante de  $r$  términos:

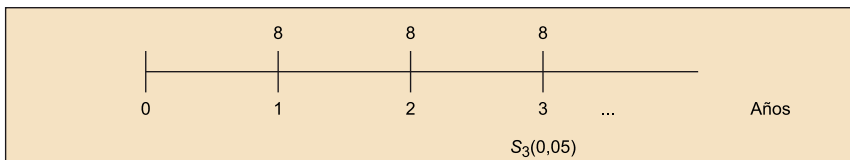
$$S_r = C \cdot I_m^e \cdot S_{\overline{r}|I_m} = C \cdot I_m^e \cdot \frac{(1 + I_m)^r - 1}{I_m} \quad (9)$$

Veamos un ejemplo.

**Cálculo del saldo acumulado de un título que paga cupones constantes y periódicos**

Calculamos el saldo acumulado para un título de nominal 100 euros, comprado hace tres años, que paga cupones anualmente al 8%, si el tipo de mercado es del 5% anual.

El esquema temporal de la operación es el siguiente:



Si aplicamos la fórmula de capitalización de flujos (en lugar de actualización o valor actual) y calculamos  $S_3(0,05)$ , tenemos:

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

Vemos a continuación que el saldo de la operación,  $S_r(I_m^*)$ , mantiene una relación directa con el tipo de interés. Efectivamente, un incremento del tipo de interés genera un incremento del saldo de la operación y un incremento del saldo genera un incremento del tipo.

**6.3. Resumen de los riesgos de inversión**

Acabamos de diferenciar dos tipos de riesgo generados por las variaciones del tipo de interés del mercado:

- El **riesgo de precio**: riesgo derivado del hecho que varíe el precio de un activo si se producen variaciones en el tipo de interés del mercado.

- El **riesgo de reinversión**: riesgo derivado del hecho que varíe el saldo  $S_r$ , al tener que colocar las cuantías vencidas en cada periodo al tipo de interés vigente en el mercado.

Estos dos riesgos presentan una relación inversa. Por lo tanto, si partimos de un incremento del tipo de interés:

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

puesto que la reinversión de los cupones se hace a un tipo más alto, es posible compensar total o parcialmente el descenso del precio.

Si partimos de una bajada del tipo de interés:

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

el incremento del precio del activo se compensa por el hecho de tener que reinvertir los cupones a un tipo más bajo.