

# L A CURVA de rendimientos y la toma de decisiones financieras

CARLOS CANO \*  
RICARDO CORREA \*  
LUCERO RUIZ \*

La importancia de la curva de rendimientos radica en la información que contiene acerca de las expectativas de los inversionistas y en su papel clave en la asignación de activos, dado que permite la valuación de los instrumentos de renta fija y la proyección de sus retornos.

\* Especialistas en Investigación de Portafolios de Inversión del BCRP.  
carlos.cano@bcrp.gob.pe; ricardo.correa@bcrp.gob.pe;  
lucero.ruiz@bcrp.gob.pe

Las tasas de interés son de importancia para todos nosotros, ya sea si se utilizan para descontar los flujos de caja de una determinada inversión con fines analíticos o si se busca comprar una casa utilizando un crédito hipotecario.

Un concepto muy relacionado al de las tasas de interés es el de la curva de rendimientos, la cual es una representación gráfica de la relación que existe entre los rendimientos al vencimiento de bonos con un calificativo crediticio similar y sus respectivos periodos al vencimiento<sup>1</sup>. Por lo general se utilizan los bonos de gobierno para construir esta curva debido a que existen en una amplia gama de vencimientos y son negociados libremente en los mercados secundarios.

La relevancia de la curva de rendimientos radica en que saber mirarla e interpretarla a menudo ayuda a comprender hacia adonde se dirigen las tasas de interés en el futuro y el impacto de esta trayectoria sobre los rendimientos de las inversiones y el costo del financiamiento. Por supuesto, el mercado de acciones también es muy sensible a cambios en las tasas de interés.

Asimismo, como una imagen de la relación entre los rendimientos de los bonos en distintas duraciones, la curva ofrece una manera de comprender la valoración colectiva del mercado acerca del futuro (si la economía estará fuerte o débil). Al mismo tiempo, muestra a los analistas e inversionistas de renta fija más hábiles en donde se encuentra el potencial de ganancia en caso logren ser más listos que aquellos dealers cuyas operaciones forman la curva. La curva de rendimientos también da cierta luz acerca de las incertidumbres particulares de la economía, tal como se describe en el gráfico 1.

A manera de ilustración, de acuerdo con un estudio realizado por el Bank for International Settlements (BIS) en 2007, alrededor del 72% del movimiento en el rendimiento a 10 años de los bonos del tesoro norteamericano puede ser explicado por los movimientos en la tasa de referencia de la Fed (76%), el PBI (16%), la inflación (6%) y la deuda gubernamental y el valor del dólar (3%).

La curva de rendimientos típica se construye a partir instrumentos de renta fija con pagos intermedios de cupones. Sin embargo, a partir de esta también

## GRÁFICO 1 ■ Relación entre la forma de la curva de rendimientos y las expectativas acerca de la economía

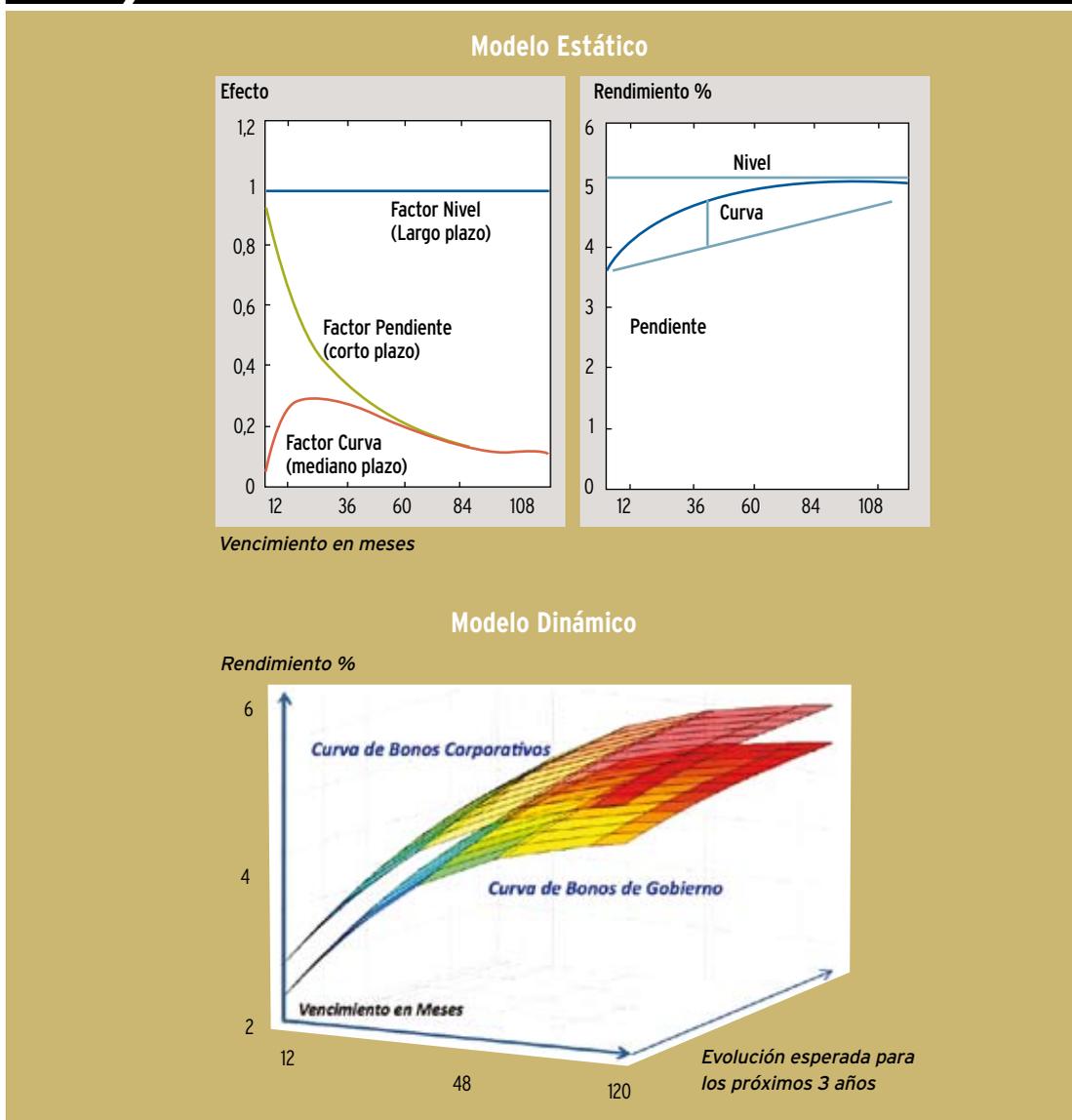
Una curva de rendimientos de pendiente positiva se dice que es "normal", ya que las tasas de interés de corto plazo son usualmente menores a las de largo plazo debido al mayor riesgo de inflación y la prima por riesgo de madurez inherente en los vencimientos más largos. Cuando las expectativas de inflación son altas entre los inversionistas, éstos esperan que la economía crezca en el corto y mediano plazo. Esto es normalmente una señal positiva para el mercado de acciones.

Por otro lado, una curva de rendimientos invertida se suele dar cuando la inflación esperada es menor en el futuro. Menores expectativas de inflación entre quienes invierten en bonos normalmente indican que se espera que la economía se enfríe pronto y crezca a una menor tasa o, inclusive, decrezca. Este fenómeno se suele dar tras un incremento abrupto de la tasa de interés de referencia por parte de la autoridad monetaria con el fin de contener la inflación.



<sup>1</sup> "Fixed Income Mathematics". Fabozzi, F. (2006).

**GRÁFICO 2** ■ Representación de los factores de sensibilidad y curvas de rendimientos proyectadas



es posible hallar la relación teórica, no observable, entre los rendimientos de instrumentos financieros cupón cero<sup>2</sup> y el plazo al vencimiento, a esta relación se le llama curva cupón cero. Por lo general, es esta última curva la que se utiliza para hallar el precio subyacente de un activo financiero.

Así, la curva de rendimientos forma la base para la valuación de los instrumentos de inversión de renta fija. Al modelar un bono como series de flujos de caja en diferentes puntos del tiempo en el futuro, el precio subyacente de dicho instrumento puede ser calculado como la suma de los valores presentes de esos flujos de caja, cada uno descontado a la tasa de interés cupón cero asociada a cada plazo de vencimiento. Alternativamente, el precio de mercado aproximado de un bono puede ser hallado descontando todos los flujos de caja a un único rendimiento

al vencimiento. La valorización de los instrumentos de inversión es un paso necesario para otras tareas clave dentro del proceso de inversión, tales como el diseño de la estrategia de inversión de largo plazo (asignación estratégica de activos), la administración del riesgo y la atribución del desempeño.

En el caso particular de la asignación de activos, es de suma utilidad la proyección de las futuras curvas de rendimientos, ya que a partir de estas es posible estimar el valor futuro de las inversiones, compararlos con sus valores actuales, y de esta manera hallar sus retornos futuros. Los retornos proyectados son un insumo valioso para la optimización de los portafolios de inversión y para el análisis del impacto que tendría la inclusión de un determinado activo financiero sobre el perfil riesgo/retorno de un portafolio existente.

<sup>2</sup> Con un único pago al vencimiento.

## MODELANDO LA CURVA DE RENDIMIENTOS

Como se mencionó anteriormente, la curva de rendimientos es muy importante en el campo de las finanzas, y debido a su complejidad, se necesita de un modelo que ayude a describirla.

La construcción de todo modelo de curva de rendimientos se basa en tres preguntas clave:

1. ¿Cuáles son las variables de estado<sup>3</sup> que describen las tasas de interés?

2. ¿Cómo se mueven estas variables de estado a lo largo del tiempo?

3. ¿Cómo podemos transformar estas variables de estado en la curva de rendimientos?

Resolviendo estas preguntas razonablemente, se puede proceder con la construcción del modelo. Sin embargo, es importante tener en cuenta que este proceso es altamente complejo debido principalmente a dos problemas estrechamente relacionados<sup>4</sup>:

El primero consiste en ajustar una curva de tasas de interés cupón cero a un conjunto de precios de bonos observados en el mercado en un determinado punto en el tiempo. La solución a este problema consiste en determinar, en cada punto del tiempo, una estructura de tasas de interés de manera que se cumpla con el principio de no arbitraje<sup>5</sup>.

El segundo problema se refiere a la especificación del proceso de evolución de la curva de rendimientos a lo largo del tiempo. En el campo de las finanzas muchas de las variables estudiadas, como el precio de las acciones y los tipos de cambio, son consideradas variables aleatorias, es decir, su evolución en el tiempo tiene un carácter impredecible. Muchas de estas variables toman un solo valor numérico en un determinado punto del tiempo, sin embargo, la curva de rendimientos constituye un vector, lo que requiere que no solo su comportamiento dinámico sea razonable desde el punto de vista empírico, sino que también debemos asegurarnos de cumplir con el principio de no arbitraje.

Existe un gran número de modelos que pueden ser utilizados para construir y estimar la evolución de la curva de rendimientos, cada uno de estos con sus propias ventajas y desventajas (ver cuadro 1). Por ejemplo, los modelos libres de arbitraje tienen el objetivo de crear una estructura a partir de la curva de rendimientos actual, de manera que las curvas de rendimientos subsiguientes evolucionen en una manera racional que evite el arbitraje, característica que los hace valiosos para la valorización de activos que dependen de las tasas de interés. Sin embargo, en el caso de los modelos

de equilibrio, el objetivo principal es capturar el comportamiento dinámico de la curva de rendimientos a través del tiempo, no eliminar las oportunidades de arbitraje. Por lo tanto, la selección del enfoque específico a ser empleado dependerá de su uso final.

## UN NUEVO ENFOQUE

Si bien en los últimos 20 años se han diseñado diversas técnicas para modelar curvas de rendimientos observadas, poca atención se ha prestado al problema de predecir la dinámica de la curva de rendimientos<sup>6</sup>. En efecto, los inversionistas necesitan conocer no sólo el valor futuro de su portafolio sino también cómo fluctúan los precios de sus activos a lo largo del tiempo. Con este fin, diversos investigadores han desarrollado nuevos enfoques que brindan propiedades predictivas a los modelos tradicionales<sup>7</sup>. Diebold-Li fueron los primeros en observar que los factores de sensibilidad del modelo estático de Nelson-Siegel podrían interpretarse como cambios en el nivel, pendiente y curvatura<sup>8</sup>.

El gráfico 2 muestra cómo el modelo estático permite reproducir una única curva de rendimientos. Gracias al aporte de Diebold-Li, se puede también construir una serie de curvas esperadas que se relacionan mediante la dinámica o evolución de los factores de sensibilidad. Por ejemplo, si la primera estimación de la curva de rendimientos tiene una alta sensibilidad a cambios de pendiente, los siguientes pronósticos de la curva de rendimientos también serán sensibles a este factor<sup>9</sup>. En esta nueva versión, el movimiento de la curva de rendimientos a lo largo del tiempo es consistente al no permitir oportunidades de arbitraje intertemporales. Con ello, la versión dinámica del modelo permite reproducir con un buen nivel de ajuste no sólo las curvas de rendimiento históricas sino también realizar predicciones de su evolución.

Cabe resaltar que estos modelos se centran en el comportamiento de curvas de gobierno. Por

### CUADRO 1

### Enfoques para la modelación de la curva de rendimientos

#### MODELOS DE EQUILIBRIO

Vasicek (1977)  
Brennan-Schwartz (1979)  
Cox-Ingersoll-Ross (1979)  
Fong-Vasicek (1992)  
Longstaff-Schwartz (1992)

#### MODELOS LIBRES DE ARBITRAJE

Ho-Lee (1986)  
Hull-White (1990)  
Black-Derman-Toy (1990)  
Heath-Jarrow-Morton (1992)

<sup>3</sup> Las variables de estado describen la condición de un sistema dinámico. En este tópico en particular, podemos clasificar estas variables de estado en observables (macroeconómicas o financieras: inflación, PBI, tipos de cambio, etc.) y no observables (extraídas a partir de la data histórica de la curva de rendimientos).

<sup>4</sup> "Affine Term-Structure Models: Theory and Implementation", D. Bolder (2001).

<sup>5</sup> El principio de no arbitraje, el cual se basa en la ley de un solo precio, consiste en que si valoramos un instrumento o flujo de caja de dos maneras distintas, el mismo resultado deberá obtenerse en ambos métodos.

<sup>6</sup> "Forecasting the term structure of government bond yields", Diebold and Li (2006).

<sup>7</sup> "Parsimonious Modeling of Yield Curves", Nelson and Siegel (1987).

<sup>8</sup> "Strategic Asset Allocation in Fixed-Income Markets", Ken Nyholm (2008).

<sup>9</sup> "Yield Curve Modelling at the Bank of Canada", D. Bolder and D. Streliski (1999).

**CUADRO 2** ■ Características de los Factores de Sensibilidad

FACTOR DE SENSIBILIDAD	COMPONENTE DE LA CURVA	INTERPRETACIÓN	ESTIMACIÓN DE MOVIMIENTOS
Nivel	Largo Plazo	Constante para todo plazo	Paralelos
Pendiente	Corto Plazo	Diferencia entre los rendimientos del sector de largo y corto plazo	Cambios Pendientes
Curvatura	Mediano Plazo	Punto de Inflexión	Forma de Curva

ejemplo, si un inversionista desea saber cuál será la valorización futura de su portafolio de bonos corporativos, tendrá que proyectar los rendimientos de los bonos de gobierno mediante el modelo Nelson-Siegel dinámico. Con el fin de explicar el comportamiento esperado del rendimiento incremental atribuible al riesgo corporativo, el inversionista tendrá que utilizar también un modelo de spreads.

**SENSIBILIZANDO LA CURVA DE RENDIMIENTOS**

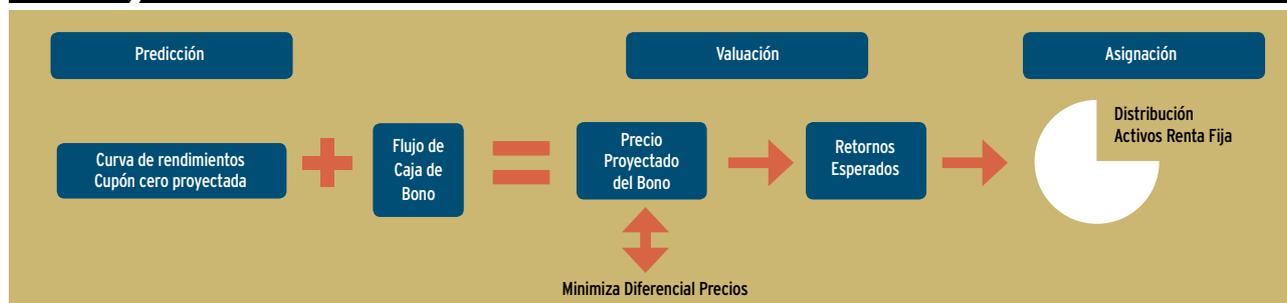
La forma de la curva de rendimientos es “sensible” a los cambios que puedan darse en los rendimientos de cada plazo al vencimiento. La sensibilidad o reacción será distinta según se trate de un desplazamiento paralelo, de cambios en la pendiente, o de movimientos focalizados en la parte central de la curva de rendimientos. Las proyecciones de tasas cupón cero se realizan a partir de la estimación de tres parámetros que representan los movimientos típicos de la curva de rendimientos. Las principales características de los factores de sensibilidad se describen en el cuadro 2. De esta manera, la estructura de este modelo permite construir curvas de rendimientos de pendiente positiva, invertida e incluso formas más complejas.

Las predicciones del modelo permiten a los inversionistas tomar decisiones de inversión en función a pronósticos que minimizan el diferencial entre los precios observables y los teóricos, lo cual es consistente con una mejor estimación del valor futuro de sus activos<sup>10</sup>. El proceso para la toma de decisiones de inversión a partir de los pronósticos de

la curva de rendimientos se describe en el gráfico 3. Resulta evidente entonces que este modelo es de gran utilidad para el proceso de asignación estratégica de activos, sobretodo si se trata de portafolios de renta fija. Por ejemplo, si el modelo predice un aplanamiento de la curva, el inversionista podría mejorar su asignación de activos invirtiendo una mayor proporción de su portafolio en bonos de largo plazo, dado que los pronósticos indican una mayor oportunidad de ganancia de capital en este sector de la curva. Asimismo, si se tiene un estilo de inversión más conservador, se podría utilizar este modelo para seleccionar qué sectores de la curva de rendimientos tienen una evolución más estable a lo largo del tiempo. Finalmente, si se utilizan las tasas proyectadas para valorizar portafolios de renta fija, se puede identificar cuáles son los principales riesgos asumidos de mantener una asignación de activos inalterable y de consolidarse un escenario de tasas como el pronosticado por el modelo.

En conclusión, el rol de la curva de rendimientos en la toma de decisiones radica en la información que contiene acerca de las expectativas de los inversionistas. Por ello, la predicción del comportamiento futuro de la curva de rendimientos otorga una ventaja potencial para mejorar la asignación estratégica de activos en base a retornos esperados (enfoque forward-looking). Cabe resaltar que los ciclos económicos tienen un impacto sobre la forma de la curva de rendimientos, por lo que el modelo presentado puede ser mejorado mediante la inclusión de un componente que asuma la posibilidad de cambios de régimen. ■

**GRÁFICO 3** ■ Relación entre la predicción de curva de rendimientos y la toma de decisiones de inversión



<sup>10</sup> Los precios observados en el mercado se calculan descontando los flujos de caja del bono en función a su rendimiento al vencimiento. Por otro lado, el precio teórico se obtiene descontando cada uno de los flujos de caja del instrumento en función a las tasas cupón cero correspondientes.