

**SENSIBILIDAD A LOS TIPOS
DE INTERÉS SOBERANOS DE LA
CARTERA DE COLATERAL ELEGIBLE
PARA LOS PRÉSTAMOS DE POLÍTICA
MONETARIA**

2024

BANCO DE ESPAÑA
Eurosistema

Documentos Ocasionales
N.º 2417

Arturo Pablo Macías Fernández
e Ignacio de la Peña Leal

**SENSIBILIDAD A LOS TIPOS DE INTERÉS SOBERANOS DE LA CARTERA DE COLATERAL
ELEGIBLE PARA LOS PRÉSTAMOS DE POLÍTICA MONETARIA**

**SENSIBILIDAD A LOS TIPOS DE INTERÉS SOBERANOS
DE LA CARTERA DE COLATERAL ELEGIBLE
PARA LOS PRÉSTAMOS DE POLÍTICA MONETARIA**

Arturo Pablo Macías Fernández

BANCO DE ESPAÑA

Ignacio de la Peña Leal

BANCO DE ESPAÑA

Documentos Ocasionales. N.º 2417

Mayo 2024

<https://doi.org/10.53479/36612>

La serie de Documentos Ocasionales tiene como objetivo la difusión de trabajos realizados en el Banco de España, en el ámbito de sus competencias, que se consideran de interés general.

Las opiniones y análisis que aparecen en la serie de Documentos Ocasionales son responsabilidad de los autores y, por tanto, no necesariamente coinciden con los del Banco de España o los del Eurosistema.

El Banco de España difunde sus informes más importantes y la mayoría de sus publicaciones a través de la red Internet en la dirección <http://www.bde.es>.

Se permite la reproducción para fines docentes o sin ánimo de lucro, siempre que se cite la fuente.

© BANCO DE ESPAÑA, Madrid, 2024

ISSN: 1696-2230 (edición electrónica)

Resumen

Desde 2022, los tipos de interés y las rentabilidades de los bonos del Tesoro español se han incrementado de forma acusada. Desde la perspectiva de la implementación de la política monetaria, las subidas de tipos implican una reducción del valor de mercado de los activos negociables utilizados como colaterales para las operaciones de crédito del Eurosistema.

En este contexto, el presente artículo se plantea tres objetivos: en primer lugar, analizar y entender la evolución de los dos componentes de la curva del tipo de interés soberano español (el tipo de interés libre de riesgo y el diferencial soberano español) desde una perspectiva histórica, para lo que se presenta la estructura temporal empírica de los diferenciales de crédito de las curvas soberanas de tres países de Europa meridional (España, Portugal e Italia). En segundo lugar, se analiza estadísticamente el impacto de estos tipos de interés sobre un subconjunto relevante de los instrumentos españoles de renta fija: los elegibles para su descuento en el banco central. Finalmente, utilizando los modelos desarrollados, se simula el impacto de cinco escenarios de estrés de los componentes del tipo de interés español sobre la disponibilidad de colateral para las operaciones de política monetaria del Eurosistema.

El resultado del ejercicio de simulación indica que el impacto de los dos componentes del tipo de interés soberano sobre la disponibilidad de colateral es muy diferente: el escenario de incremento de 200 puntos básicos (pb) del tipo libre de riesgo (en el tramo de diez años) implica una reducción del colateral disponible del 1,4 %, mientras el escenario donde los 200 pb de incremento se producen en el diferencial soberano implica una contracción de un 5,1 %. Esto se debe al peso de los bonos de cupón variable (78 %) en la cartera pignorada, que en buena parte inmuniza su valor ante los cambios en el tipo de interés libre de riesgo. La abundancia de bonos de cupón variable supone que incluso un incremento del tipo de interés libre de riesgo hasta su máximo histórico solo implicaría una contracción del colateral disponible del 3,2 %. Sin embargo, al añadir estrés al diferencial soberano, los impactos se incrementan sustancialmente: i) al combinar los dos incrementos de 200 pb, el volumen de colateral se reduce en un 6,2 %, y ii) al combinar el máximo estrés libre de riesgo y el estrés soberano de 200 pb, el resultado es una contracción del 7,8 % del colateral pignorado (de hecho, en la categoría de cupón fijo y más de 10 años de duración se pierde alrededor de la mitad del colateral).

Palabras clave: estructura temporal del riesgo de crédito, diferenciales soberanos, colateral para operaciones de política monetaria.

Códigos JEL: E44, G12, G15, G17.

Abstract

Since 2022, interest rates and yields on Spanish Treasury bonds have increased sharply. From the perspective of monetary policy implementation, rate increases imply a reduction in the market value of marketable assets used as collateral in Eurosystem credit operations.

In this context, this article has three objectives: firstly, to analyse and understand the evolution of the two components of the Spanish sovereign interest rate curve (the risk-free rate and the Spanish sovereign spread) from a historical perspective, for which the empirical term structure of the sovereign spreads of three southern European countries (Spain, Portugal and Italy) is presented. Secondly, the impact of these interest rates on a relevant subset of Spanish fixed income instruments (ECB eligible assets) is statistically analysed. Finally, the models developed are used to simulate how five stress scenarios affecting the components of the Spanish interest rate curve would impact the availability of collateral for Eurosystem's monetary policy operations.

The result of the simulation suggests that the two components of sovereign interest rates have very different impacts: the scenario of a 200 basis points (bp) increase in the risk-free rate (at the ten-year maturity tenor) implies a reduction in available collateral of 1.4%, while the scenario of a 200 bp increase in the sovereign spread implies a contraction of 5.1%. This is due to the weight of variable coupon bonds (78%) in the pledged collateral portfolio, which makes its value largely impervious to changes in the risk-free rate. The abundance of variable coupon bonds means that even the risk-free rate rising to its historical maximum would only imply a contraction of available collateral of 3.2%. However, adding stress to the sovereign spread increases the impacts substantially: i) combining the two increases of 200 bp reduces the collateral volume by 6.2%, and ii) combining the maximum risk-free stress and the sovereign stress of 200 bp results in a contraction of 7.8% in pledged collateral (in fact, in the case of fixed coupon assets with a duration of more than 10 years, around half of the collateral is lost).

Keywords: term structure of credit risk, sovereign spreads, collateral for monetary policy operations.

JEL classification: E44, G12, G15, G17.

Índice

Resumen 5

Abstract 6

1 Introducción 8

2 Escenarios de estrés para los tipos de interés españoles 9

2.1 Evolución del tipo de interés soberano alemán y su relación con los diferenciales soberanos del área del euro 9

2.2 Estructura temporal empírica de los diferenciales soberanos del área del euro 11

2.3 Escenarios de estrés del tipo de interés español 15

3 Sensibilidad de los precios de los activos pignorados a los tipos de interés soberanos 17

3.1 Bonos de cupón fijo 18

3.2 Bonos de cupón variable 20

3.3 Bonos indexados a la inflación 21

4 Impacto de los escenarios seleccionados sobre la disponibilidad de colateral 23

5 Conclusiones 26

Anejo 27

1 Introducción

Durante los últimos dos años, la dinámica de los precios de consumo ha ido cambiando las expectativas sobre los tipos de interés, de forma que se ha observado un aumento muy acusado del tipo de interés de largo plazo de los bonos del Tesoro español, que contrasta con la estabilidad de estos tipos los años anteriores.

Las variaciones de los tipos de interés tienen consecuencias sobre el conjunto de la economía, pero desde la perspectiva de la implementación de la política monetaria destaca el hecho de que implican una reducción del valor de mercado de los activos negociables utilizados como colateral para las operaciones de política monetaria del Eurosistema. Este artículo tiene tres objetivos: i) analizar y entender la evolución de los dos componentes de la curva del tipo de interés soberano español (el tipo de interés libre de riesgo y el diferencial soberano español) desde una perspectiva empírica e histórica, ii) analizar estadísticamente el impacto de estos tipos de interés sobre un subconjunto importante de los instrumentos españoles de renta fija (los elegibles para su descuento en el banco central), y iii) entender cómo la evolución de los componentes del tipo soberano español impacta sobre la disponibilidad de colateral.

Para abordar estas cuestiones, se va a simular el impacto que sobre la cartera de referencia seleccionada (la de activos pignorados a la fecha de referencia 30.9.2023), tendrían diversos escenarios de la curva del tipo de interés español. En el epígrafe 2 se examina la evolución del tipo de interés libre de riesgo (asimilado a las emisiones del Tesoro alemán)¹ y de los diferenciales soberanos de las principales economías de la zona del euro, y se construye un modelo empírico de la estructura temporal de la curva de diferencial soberano en esa zona. Los resultados de este epígrafe permiten construir diversos escenarios de estrés para las componentes de la curva de tipos española. En el epígrafe 3 se toma un período relativamente reciente de elevada variación del tipo de interés y se estima, mediante un modelo de regresión, el impacto de los cambios en la curva de tipos española sobre los precios de los activos. Finalmente, en el epígrafe 4 se presentan los impactos por tipo de instrumento de cada escenario considerado. El epígrafe 5 resume y valora los resultados obtenidos.

¹ Esto es solo una aproximación: aparte de un riesgo del crédito residual del Tesoro alemán, las emisiones alemanas tienen sus propias características de liquidez, y una demanda idiosincrática por razones regulatorias, que separan su rentabilidad de la que tendría un activo libre de riesgo. Respecto de la curva de tipos de interés libre de riesgo a diferentes plazos, esta consiste en dos componentes: el tipo libre de riesgo en el plazo *overnight* más la prima del plazo correspondiente.

2 Escenarios de estrés para los tipos de interés españoles

En este epígrafe se ofrece una visión empíricamente informada sobre la evolución de la curva de tipos de interés del Tesoro español. El tipo de interés soberano en España, país perteneciente al área del euro, está formado por dos componentes económicamente diferentes: el tipo de interés libre de riesgo en euros (como *proxy* se utiliza el del Tesoro alemán) y el diferencial del tipo de interés del Tesoro español sobre el tipo libre de riesgo, que está determinado, sobre todo, por la percepción de riesgo de crédito del soberano español.

En el apartado 2.1 se presentan gráficamente los tipos de interés de los principales soberanos europeos, primero, en el tramo de diez años, y su relación con la evolución del tipo de interés libre de riesgo en euros; se concluye que desde una perspectiva de medio y largo plazo la evolución de ambos componentes está escasamente vinculada. En el apartado 2.2 se analiza la estructura temporal del diferencial soberano, proponiendo una metodología de construcción y un modelo empírico de dicha curva. En el apartado 2.3 se utiliza lo aprendido en los otros dos apartados para proponer escenarios de estrés para ambos componentes de la curva de tipos española y poder estimar su impacto sobre el valor de las componentes de la cartera pignorada.

2.1 Evolución del tipo de interés soberano alemán y su relación con los diferenciales soberanos del área del euro

En este apartado se comenta la historia de los tipos de interés soberanos en la zona del euro, analizando la relación entre el tipo de interés libre de riesgo y los tipos de interés con riesgo soberano. Para ello se han extraído de Riskmetrics² (propiedad de Morgan Stanley Capital International, MSCI, por sus siglas en inglés) las curvas diarias cupón cero de los Gobiernos de Alemania, Francia, Italia, España, Holanda y Portugal desde 1999, año de comienzo de la Unión Monetaria, hasta el cierre de septiembre de 2023.

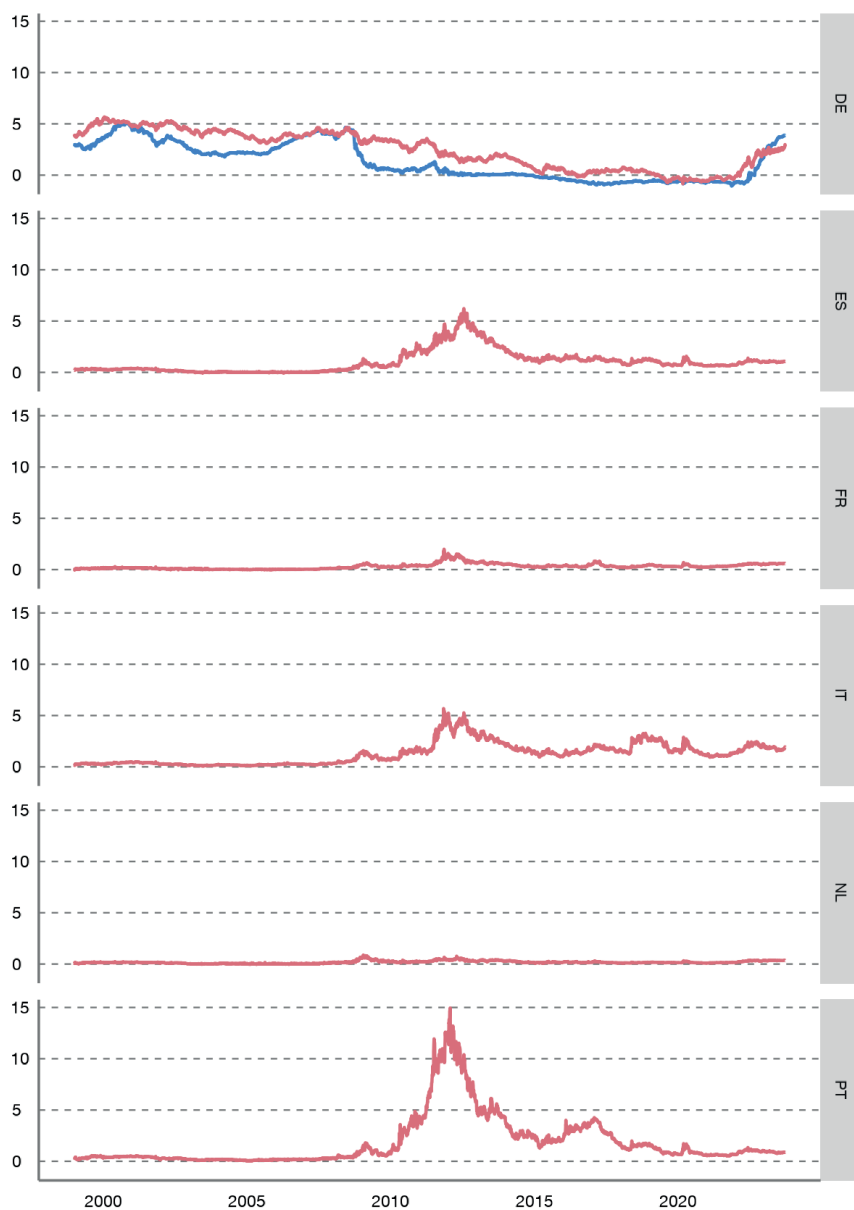
El gráfico 1 presenta los tipos de interés a 1 mes y a 10 años para Alemania y los diferenciales en el plazo de 10 años entre el bono alemán y los de los demás países europeos considerados (en los gráficos los plazos se presentan en meses). Se puede describir la evolución del tipo alemán como tendencialmente decreciente con un incremento reciente.

La dinámica de los diferenciales soberanos tiene tres regímenes claramente definidos: hasta la crisis financiera los diferenciales soberanos eran insignificantes, después se incrementaron fuertemente superando el 5% en el de las economías de la Europa meridional representadas (Italia, España y Portugal), y desde 2015 se han normalizado. En el gráfico 2 se presenta, por país y por plazo, la estructura temporal de los diferenciales soberanos. La relación entre el nivel del diferencial soberano y su plazo era inapreciable

2 Los autores agradecen a MSCI el permiso para usar sus curvas de tipos de interés soberanos. Los datos de MSCI contenidos en este documento son propiedad de MSCI Inc. o sus filiales (colectivamente, MSCI). MSCI y sus proveedores de información no ofrecen garantías. Los datos de MSCI se utilizan bajo licencia y no pueden utilizarse, distribuirse ni difundirse sin el consentimiento expreso por escrito de MSCI.

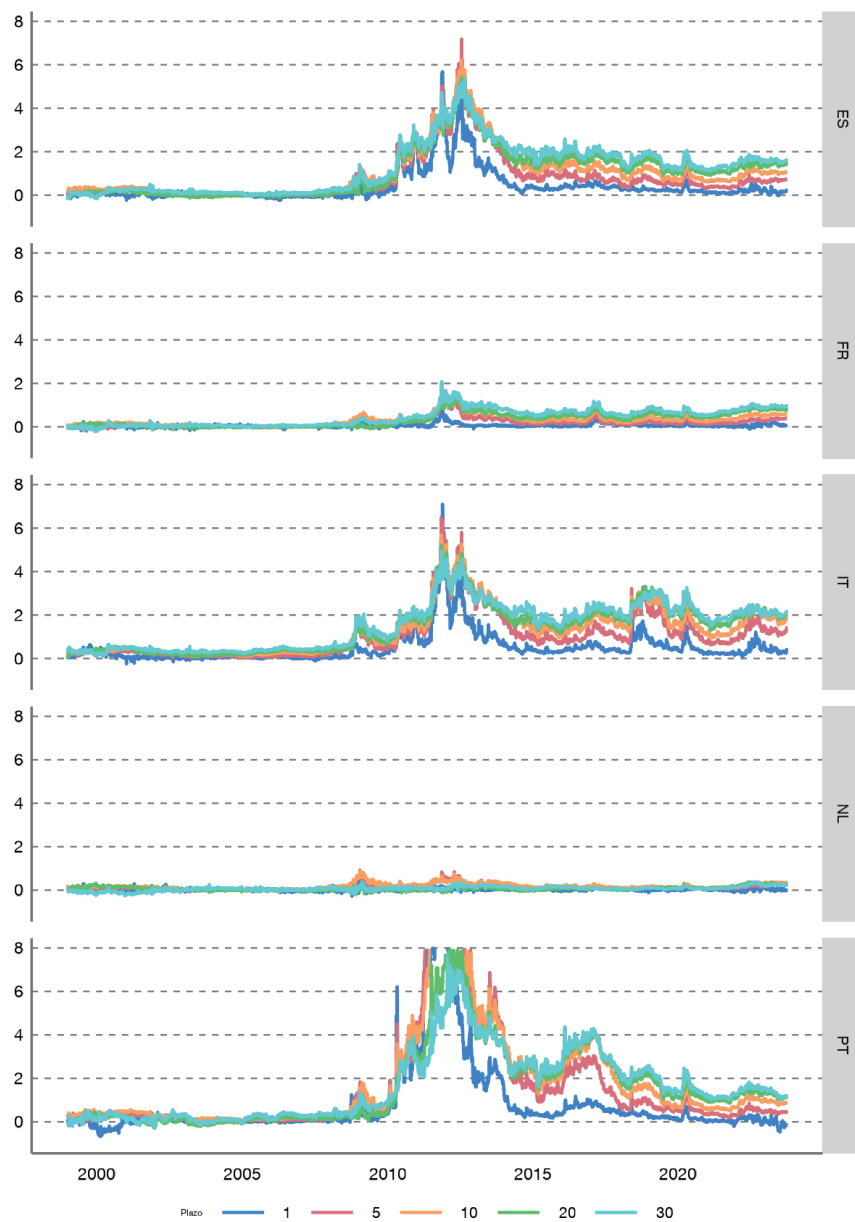
Gráfico 1

Tipos de interés cupón cero (para Alemania, a 1 mes, en azul, y a 10 años, en rojo), y diferenciales soberanos de cupón cero a diez años para el resto de los países considerados



FUENTE: MSCI.

antes de la crisis del euro (ya que, en realidad, dichos diferenciales eran insignificantes) y durante dicha crisis se puede calificar de inestable. Sin embargo, a partir de 2015, se observa una estructura estable, con un diferencial creciente según el plazo; esta estructura se ha mantenido durante todo el período de bajos tipos de interés que comenzó hacia finales de 2014 y que duró hasta mediados de 2022, y posteriormente durante los meses de subidas de los tipos de interés hasta nuestra fecha de referencia de septiembre de 2023.



FUENTE: MSCI.

2.2 Estructura temporal empírica de los diferenciales soberanos del área del euro

En este apartado se estima la estructura temporal de la curva de diferencial soberano, y se propone un modelo que, dado un nivel de estrés soberano para un país en la zona del euro (medido por el diferencial del bono soberano a 10 años, que llamaremos s), permita reconstruir la forma más probable del resto de la curva de diferencial soberano. La curva de riesgo de crédito soberano se llamará $sp(s, \tau)$, y dado s , para cada plazo τ produce el

diferencial soberano (cupón cero) $sp(s, \tau)$. Esta curva tiene su interés intrínseco (es una de las mejores curvas de diferencial de riesgo de crédito que se pueden observar en los mercados internacionales), y va a ser un instrumento para construir (en el apartado 2.3) la curva estresada del soberano español que se va a utilizar en el ejercicio del epígrafe 4.

Como se ha señalado anteriormente, antes de 2015 las relaciones entre plazo y diferencial soberano fueron, primero, insignificantes, y luego, inestables, así que en el resto de este apartado limitamos nuestro análisis al período posterior a esa fecha.

Para construir $sp(s, \tau)$ se han agrupado las curvas diarias de diferencial en treinta cuantiles según s , y se ha calculado la media por países de esas curvas (véase gráfico A.1 del anejo). En los niveles más bajos de s solo aparecen curvas holandesas (véanse los paneles 1 a 4 del gráfico A.1), después empiezan a aparecer las de Francia, y finalmente se incorporan los países de Europa meridional (Italia, España y Portugal). Las de Holanda y Francia, que no tienen observaciones con un s elevado, desaparecen después del panel 17.

Al comparar las curvas entre países se observa, en primer lugar, que la curva de Holanda es sustancialmente diferente de la de Francia: la curva holandesa no es monótona, sino que alcanza un máximo y luego se reduce, mientras que la de Francia es monótona. Las curvas de los países de Europa meridional (Italia, España y Portugal), por su parte, agrupadas por plazo, son similares entre sí, y visualmente diferentes de las de Francia y Holanda. Esta homogeneidad de las curvas meridionales sugiere la estimación de $sp(s, \tau)$, limitándonos a los datos de este subconjunto de países.

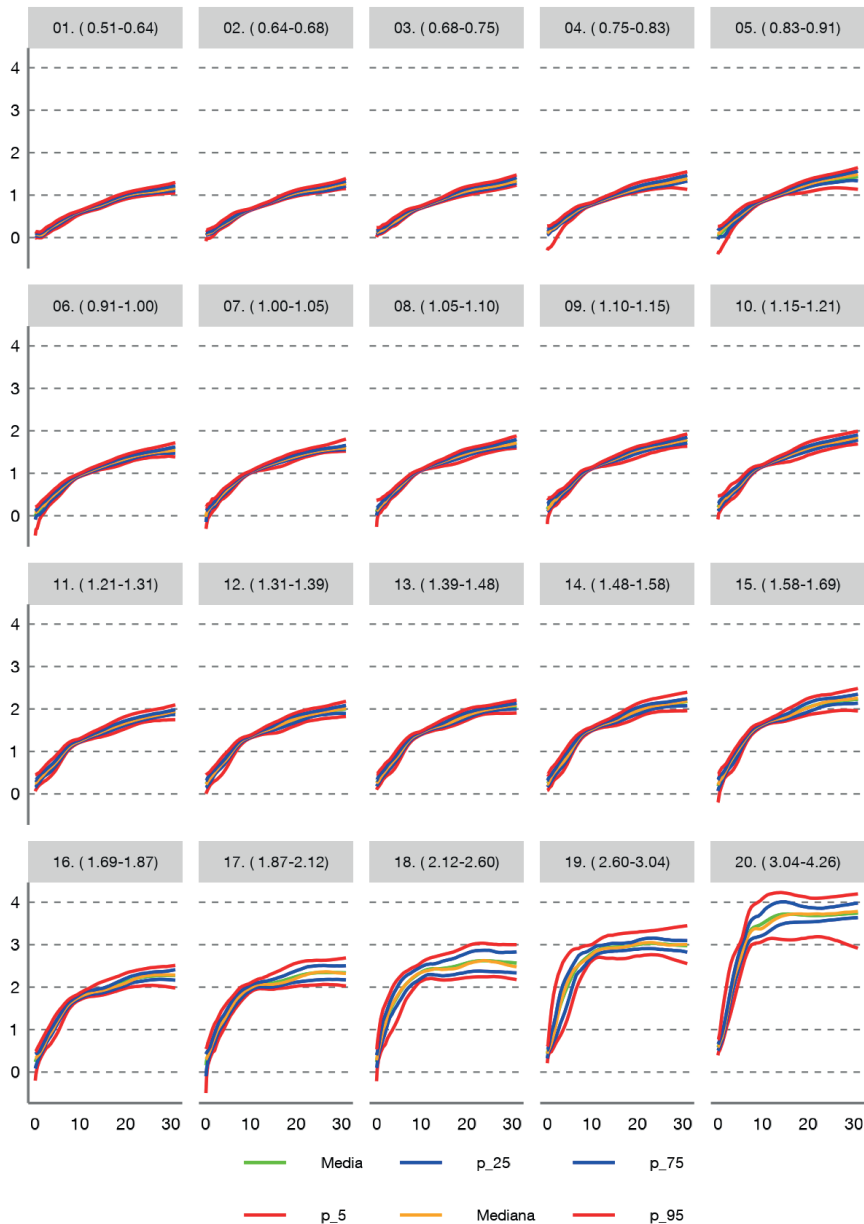
Para ello se han clasificado las curvas en 20 cuantiles según el tipo a diez años y se presentan (véase gráfico 3) los estadísticos de tendencia central (media y mediana) y de desviación (los percentiles 5, 25, 75 y 95 de las observaciones). En estas curvas se aprecia la homogeneidad entre la forma de las curvas de los estadísticos de tendencia central y las de los percentiles de dispersión. También se observa un incremento gradual de la horquilla alrededor de estos estadísticos (formada por los percentiles simétricos 5 y 25) conforme se incrementa s .

La homogeneidad en las dinámicas de las curvas y la evolución similar de las curvas de tendencia central y las de los percentiles extremos sugiere la estabilidad de los resultados y justifica tomar las medias del gráfico 3 como representativas de la estructura temporal empírica de la curva de diferencial soberano para los países meridionales.

El gráfico 4 presenta esta familia de curvas, que están entre las curvas de estructura temporal de los diferenciales de crédito más ricas que se pueden observar en los mercados internacionales. Las curvas de diferencial de crédito corporativo normalmente están escasamente pobladas en sus tramos largos, especialmente para niveles de calidad crediticia en el entorno del grado de inversión o por debajo de él. En lo referente a las curvas soberanas, fuera del caso del euro, las curvas de tipos de interés soberanos son, o bien emisiones en moneda local (donde el emisor soberano dispone de la opción de financiarse monetariamente, y existe un tipo de cambio respecto de las divisas fuertes mundiales,

Gráfico 3

Estadísticos de las curvas de diferencial soberano cupón cero (Italia, España y Portugal)



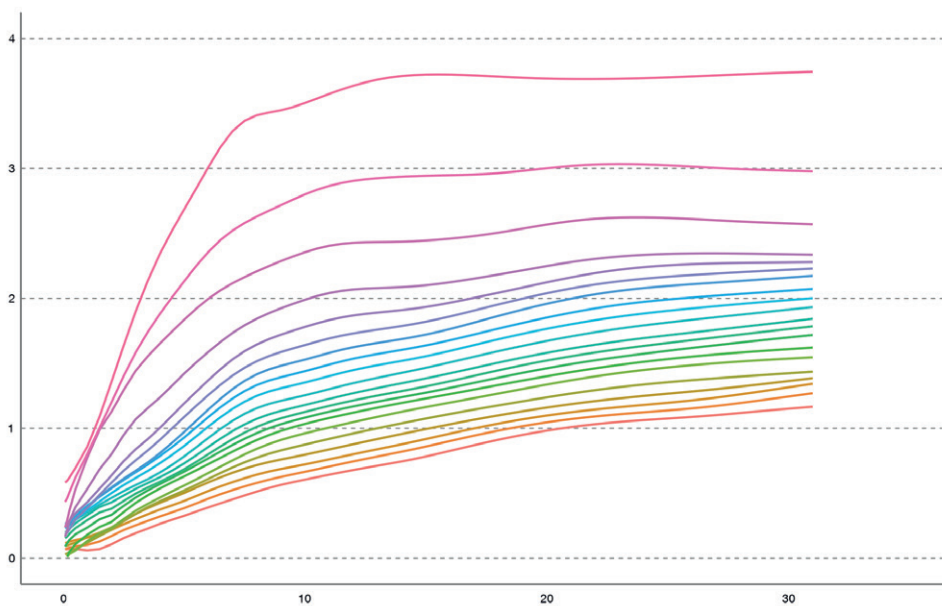
FUENTES: MSCI y elaboración propia.

NOTA: Estadísticos de las curvas de diferencial soberano cupón cero (Italia, España y Portugal), en veinte cuantiles según el nivel del diferencial de diez años (el número del cuartil y el tramo de diferencial que agrupa aparece en el título de los paneles). El eje de abscisas presenta el plazo en años, y el de ordenadas presenta el diferencial con la rentabilidad del bono de cupón cero de Alemania. Se presentan los estadísticos de tendencia central (media en verde, mediana en amarillo) y los percentiles por plazo (en azul, los percentiles 25 y 75; en rojo, los percentiles 5 y 95).

que impide comparar rentabilidades entre países), o bien emisiones en moneda extranjera (principalmente dólares) de emisores soberanos con una importante fragilidad económica.

El euro nos ha traído una situación nueva: una pluralidad de soberanos (con un riesgo de crédito heterogéneo), con una moneda común y un banco central independiente.

Curvas de estructura temporal del riesgo de crédito soberano



FUENTES: MSCI y elaboración propia.

NOTA: Curvas de estructura temporal del riesgo de crédito soberano (basadas en los diferenciales soberanos de Italia, España y Portugal a partir de 2015). El eje de abscisas presenta el plazo en años, y el de ordenadas presenta el diferencial con la rentabilidad del bono de cupón cero de Alemania.

Antes de la crisis del euro, los *defaults* soberanos en la zona del euro parecían imposibles o vinculados a la salida del euro, pero el caso de la crisis griega cambió las expectativas y, desde 2015, los emisores soberanos europeos tienen estructuras temporales de riesgo de crédito «naturales». Lo más característico de estas curvas es su forma: la pendiente es relativamente uniforme en los plazos cortos (inferiores a diez años), y en los plazos más largos se observa un paulatino aplanamiento de la curva. Esta dinámica está alineada con los modelos canónicos de riesgo de crédito³.

Las curvas empíricas aquí presentadas sirven como un modelo general de curva de diferenciales: es posible interpolar con estas curvas la que corresponde a cualquier nivel del tipo a diez años. Para construir la curva que corresponde a un nivel de diferencial, basta con tomar una combinación convexa de la curva superior e inferior. Llamando s_{inf} y s_{sup} a los diferenciales en el plazo de 10 años en las curvas construidas, inmediatamente por debajo y por encima de s , la curva para el nivel de diferencial a 10 años s sería:

$$sp(s, \tau) = \left(\frac{s_{sup} - s}{s_{sup} - s_{inf}} \right) \times s_{inf}(\tau) + \left(\frac{s - s_{inf}}{s_{sup} - s_{inf}} \right) \times s_{sup}(\tau)$$

Si se considera necesario construir una curva de diferencial soberano para niveles superiores al de la máxima curva, la fórmula sería:

³ Jarrow, R. A., D. Lando and S. M. Turnbull. (1997). «A Markov Model for the Term Structure of Credit Risk Spreads», *The Review of Financial Studies*.

$$sp(s, \tau) = \left(\frac{S}{S_{\max q}}\right) \times sp_{\max q}(\tau)$$

Y para niveles inferiores:

$$sp(s, \tau) = \left(\frac{S}{S_{\min q}}\right) \times sp_{\min q}(\tau)$$

2.3 Escenarios de estrés del tipo de interés español

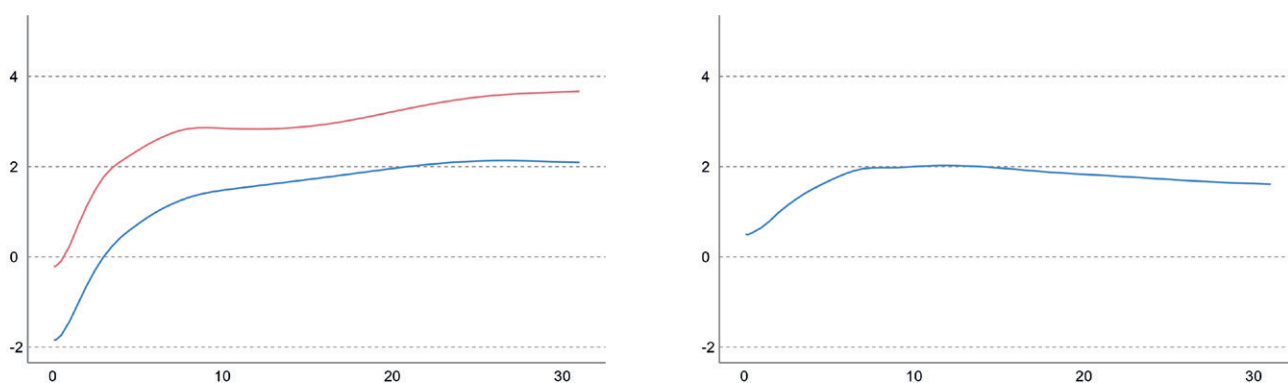
En este apartado se construyen curvas españolas de tipos de interés estresadas utilizando la información que aquí se ha dado. El objetivo es realizar el ejercicio de estrés sobre la fecha base del 29 de septiembre de 2023. La curva libre de riesgo estresada se ha elegido como la que corresponde al día con un mayor nivel de la curva del Tesoro alemán en el plazo de diez años desde el comienzo del euro (18 de enero de 2000).

En el gráfico 5 se presenta el estrés que se va a aplicar a las componentes del tipo soberano español para estimar el impacto sobre la cartera pignorada en la fecha base:

1. El estrés libre de riesgo de 200 pb (azul, panel izquierdo) se calcula buscando una curva que tenga un nivel 200 pb⁴ (en plazo de diez años) por encima del tipo libre de riesgo en la fecha base (la de 27 de abril de 2004 tiene esa diferencia) y restando la curva libre de riesgo del día base.

Gráfico 5

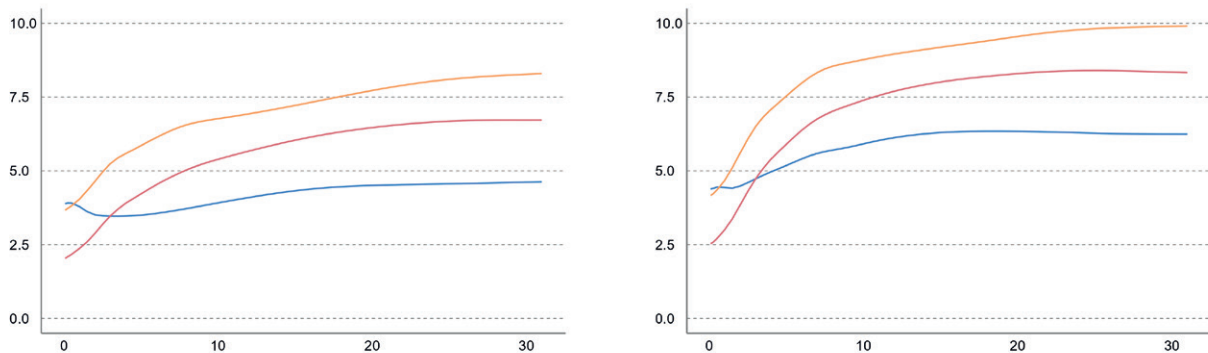
Curvas de estrés libre de riesgo



FUENTES: MSCI y elaboración propia.

NOTA: Curvas de estrés libre de riesgo (panel izquierdo, en azul, la curva de 200 pb, y en rojo, la de «máximo estrés») y soberano (panel derecho, en azul, la de 200 pb). El eje de abscisas presenta el plazo en años, y el de ordenadas presenta el diferencial con la rentabilidad del bono de cupón cero de Alemania.

4 Si bien la regulación se enfoca en movimientos paralelos de 200 pb (EBA/GL/2015/08 - Guidelines on the management of interest rate risk arising from non-trading activities), en este artículo se mantiene la referencia de 200 pb, pero en el marco de una estructura temporal de tipos de interés natural.



FUENTES: MSCI y elaboración propia.

NOTA: Curvas de tipo de interés de España, construidas sumando, a la curva de cupón cero del cierre de septiembre de 2023, las combinaciones de estrés del componente libre de riesgo y soberano presentadas en el gráfico 5. El eje de abscisas presenta el plazo en años, y el de ordenadas presenta el diferencial con la rentabilidad del bono de cupón cero de Alemania. En el panel izquierdo, las curvas con solo estrés libre de riesgo: en azul, la curva base; en rojo, el estrés libre de riesgo de 200 pb en el plazo de 10 años, y en amarillo, la curva de máximo estrés libre de riesgo. En el panel derecho, las mismas curvas con el estrés soberano añadido (200 pb en el plazo de 10 años).

2. El estrés libre de riesgo máximo (en rojo, en el panel izquierdo) se calcula tomando la curva de máximo estrés (18 de enero de 2000) y restando la curva libre de riesgo del día base.
3. La curva de 200 pb de estrés soberano (en azul, en el panel derecho) se obtiene restando a la curva sintética de estrés soberano (véase apartado 2.2), que pasa 200 puntos por encima del nivel de estrés de cierre de septiembre de 2023 ($s = 3,03$), la curva de diferencial soberano de la fecha base (en la fecha base, $s = 1,03$).

El gráfico 6 presenta las curvas soberanas españolas implicadas por los estreses propuestos. En el panel izquierdo se presenta la curva base (en azul), el resultado de aplicar el estrés libre de riesgo de 200 pb (en rojo) y la curva de máximo estrés del tipo libre de riesgo (en amarillo). En el panel derecho se aplica a estas tres curvas el estrés soberano, dando lugar a la curva de 200 pb de estrés soberano sin estrés libre de riesgo (en azul), la curva que combina el estrés de 200 pb soberano y libre de riesgo (en rojo), y la que combina el máximo estrés del tipo libre de riesgo con el estrés soberano de 200 pb (en amarillo), que llega a acercarse al 10 % de rentabilidad en los tramos largos. Estas seis curvas corresponden a cinco escenarios estresados (véase epígrafe 4), ya que la curva base no es un escenario de estrés.

En los cálculos de impacto del estrés de tipo interés sobre la disponibilidad de colateral (véase epígrafe 4), dado que en este artículo se presenta un ejercicio de estrés y los tipos estresados son inferiores a los de cierre de septiembre, se deja el tipo base (nunca se introduce un «estrés negativo»).

3 Sensibilidad de los precios de los activos pignorados a los tipos de interés soberanos

En este epígrafe se estima la elasticidad del precio de los activos elegibles a las variaciones de las dos componentes del tipo de interés soberano.

El análisis del impacto de la variación de los tipos de interés soberanos sobre la valoración de los activos se ha realizado utilizando los precios producidos por el Common European Pricing Hub (CEPH, por sus siglas en inglés)⁵ en los cierres de trimestre. Cada día, el Eurosistema valora todos los activos negociables elegibles. El precio que se asigna a estos activos depende de la disponibilidad de información de mercado: si se dispone de suficientes cotizaciones de calidad, CEPH construye un precio basado en esa información (llamada valoración de mercado); en caso contrario, se utiliza una valoración basada en el descuento de flujos de caja utilizando unas curvas de descuento estimadas con información de mercado del propio día (la llamada valoración teórica). Actualmente, en los sistemas del Banco de España se dispone de los precios diarios de CEPH de todos los activos elegibles desde octubre de 2019, lo que engloba los trimestres entre el cierre de 2019 y septiembre de 2023. Este período incluye una etapa de intenso incremento de tipos soberanos, y el estrés financiero del COVID-19.

Dado que el objetivo de este artículo es analizar los impactos a medio plazo de las variaciones de tipo de interés, el modelo toma un horizonte trimestral. En experimentos previos con variaciones mensuales se generaban variaciones de los tipos sustancialmente más pequeñas que en la frecuencia trimestral, y la señal del impacto del tipo de interés destacaba menos sobre el ruido del proceso de precios. En sentido opuesto, una frecuencia superior a la trimestral recortaría demasiado el número de observaciones.

Para evitar las complejidades de la revaloración completa de los activos bajo los distintos escenarios de estrés se utiliza la llamada «aproximación de la duración exponencial». Esta metodología utiliza un desarrollo de Taylor para estimar cómo los impactos de los cambios en las componentes del tipo soberano (tipo de interés libre de riesgo y el diferencial soberano) afectan al valor de los instrumentos⁶.

Una traslación estadística de «aproximación de la duración exponencial» es la estimación de un modelo de regresión con la siguiente estructura:

$$\Delta \ln(P_t^i) = a + b \times [\text{Duración} \times \Delta \text{interés libre de riesgo}] + c \times [\text{Duración} \times \Delta \text{diferencial soberano}] + \varepsilon_t^i \quad [1]$$

En la regresión propuesta en esta ecuación 1, cada observación corresponde a la variación trimestral del precio de un activo (indiciado por su International Securities

5 El CEPH, desarrollado y operado por el Eurosistema, le proporciona a este un precio único por activo y día hábil que utilizan todos los bancos centrales del Eurosistema para valorar los activos negociables elegibles presentados como garantía en sus operaciones de crédito.

6 Apartado 3.3. «The valuation haircuts applied to eligible marketable assets for ECB credit operations», ECB Occasional Paper, 2023.

Identification Numbering, ISIN, por sus siglas en inglés) en cada uno de los trimestres considerados, y las variables dependientes son las variaciones en ese período de los tipos de interés libre de riesgo y del diferencial soberano (en los plazos definidos por la «duración») del ISIN en el trimestre de referencia.

Por tanto, para aplicar este modelo estadístico es necesario disponer de una medida de duración para cada ISIN. Los bonos elegibles se clasifican como de cupón fijo, cupón variable, e indexados a la inflación. Las medidas de duración seleccionadas para estas clases de activos son: para los bonos de cupón fijo, la duración modificada; para los bonos de cupón variable y para los indexados a la inflación se ha utilizado el tiempo hasta vencimiento; en el caso de la titulizaciones (que en su amplia mayoría son bonos de cupón variable, pero cuyo reembolso depende de la cartera de préstamos que respaldan la emisión) la «duración» utilizada es la *weighed average life* (WAL), que siempre está disponible por ser un parámetro utilizado en el cálculo de los recortes que el Eurosistema, en su gestión de colateral, provee para las titulizaciones.

Las regresiones se han estimado separadamente según las agrupaciones siguientes: 0. Callables⁷. 1. Gobiernos, agencias, supras. 2. Cédulas. 3. Empresas⁸. 4. Financieros⁹. 5. Titulizaciones, y dos grupos más para los bonos de los Gobiernos italiano y portugués.

Para lograr un ajuste más exacto se ha realizado una estimación de la ecuación [1] por tramos de duración: hasta cinco años, de cinco a diez años, de diez a quince años y más de quince años. La regresión se estima ponderada según el valor nominal de las emisiones (para que las emisiones relativamente pequeñas y probablemente ilíquidas no sesguen los resultados).

En todos los análisis se separan las valoraciones de mercado y teóricas de CEPH (es decir, en toda variación del logaritmo del precio utilizado en las estimaciones, ambos precios son o bien de mercado o bien teóricos), y el análisis sobre los bonos de cupón fijo, variable e indexados a la inflación se presenta en distintos apartados. En cada uno de ellos se presenta un gráfico con la siguiente información obtenida de la regresión expresada en la ecuación [1]: en el panel izquierdo se presenta la *b* (el parámetro de sensibilidad de la variación del precio al tipo de interés libre de riesgo), en el panel central se presenta la *c* (el parámetro de sensibilidad de la variación del precio al diferencial soberano), y en el panel derecho se presenta la R^2 .

3.1 Bonos de cupón fijo

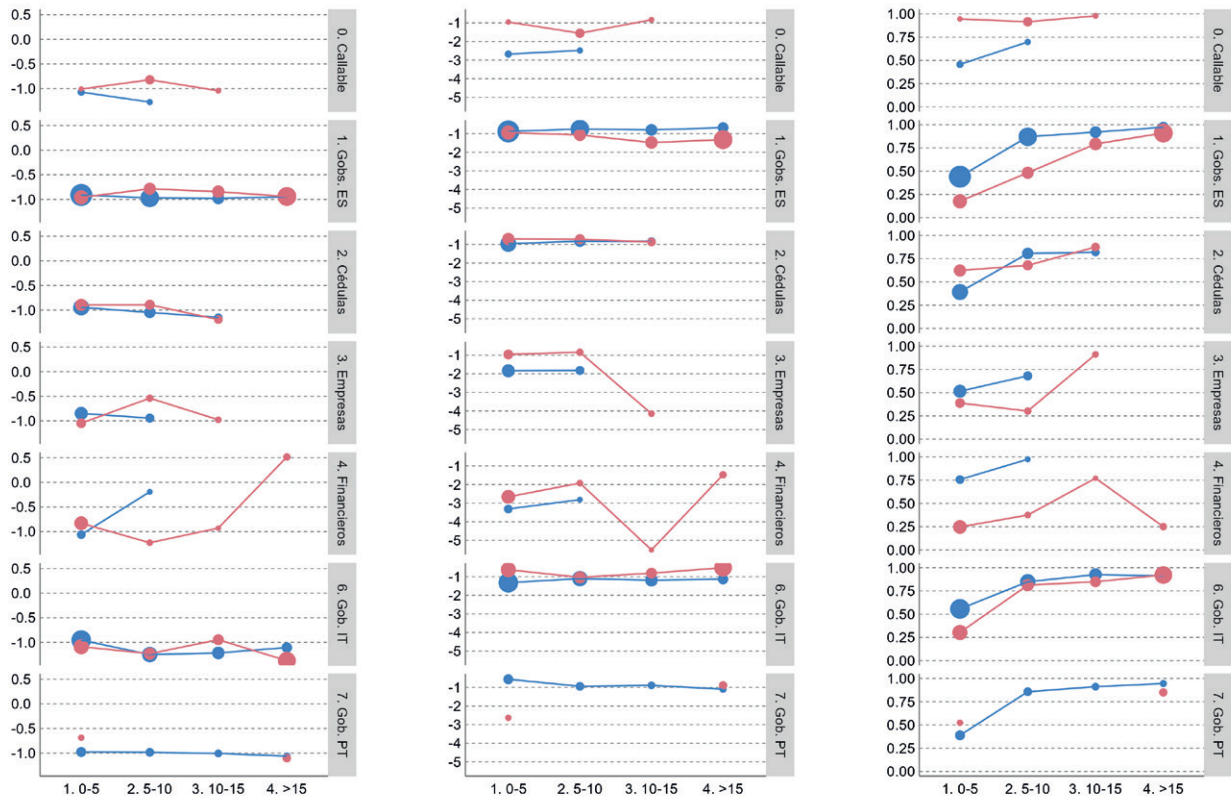
Como análisis exploratorio, en el anejo se exponen los gráficos de puntos (ponderados según las emisiones nominales de cada activo) por tipo de activo de las variaciones del tipo

⁷ Los bonos con una *call* (principalmente emitidos por la SAREB y algunas cédulas hipotecarias) se tratan aparte, mientras que los que tienen una *put* (una cantidad residual) se excluyen del estudio (solo hay unas decenas de millones en la cartera pignorada).

⁸ En esta categoría solo están las empresas no financieras.

⁹ "Bonos bancarios no garantizados" y "Deuda sociedades financieras distintas de instituciones".

Modelo de sensibilidad de precios a las componentes del tipo de interés soberano



FUENTES: CEPH, MSCI y elaboración propia.

NOTA: Los tipos de activo se presentan por filas. Paneles izquierdos: sensibilidad al tipo libre de riesgo (b). Paneles centrales: sensibilidad al diferencial soberano (c). Paneles derechos: ajuste del modelo (R^2). Los valores se presentan en el eje de abscisas, los tramos de duración en el de ordenadas, y el color azul corresponde a la estimación con valoración de mercado mientras el color rojo corresponde a la valoración teórica. El tamaño de los puntos es proporcional al número de observaciones.

de interés soberano multiplicadas por la duración del activo (eje x) contra las del precio (eje y), según los tramos de duración (véanse gráficos A.2 a A.6 del anejo). El tamaño de los puntos representa el valor nominal de la emisión de cada ISIN (cada punto corresponde a un ISIN y fecha, es decir, el mismo ISIN aparece tantas veces como número de veces esté en la muestra, que incluye diez trimestres). Los paneles están ordenados por filas (según el tramo de duración) y por columnas (la de la izquierda corresponde a valoraciones de mercado y la de la derecha a valoraciones teóricas). En conjunto, dichos gráficos muestran la relevancia del tipo de interés soberano para explicar la variación porcentual del valor de los bonos, y en ellos se observa una pendiente negativa, y en general homogénea entre segmentos de duración.

En el gráfico 7 se presentan las estimaciones de las sensibilidades del valor de los activos a ambas componentes del tipo soberano. En principio es esperable que, en un bono de cupón fijo, ambas componentes sean similares entre sí, y cercanas a -1 (es decir, que los grados de libertad que la ecuación 1 añade a la aproximación «aproximación de

la duración exponencial» no sean necesarios y $b = c = -1$). A grandes rasgos, los paneles izquierdo y central están en línea con esta expectativa, aunque los instrumentos clasificados como Financieros, y las Empresas (y en menor medida las emisiones del Gobierno con plazo superior a diez años y valoración teórica) tienen una sensibilidad mayor al diferencial soberano (nótese que la escala de los paneles centrales es mayor que la de los de la izquierda para acomodar estas excepciones).

La R^2 es creciente por tramo de duración, llegando casi a uno en el tramo de más de 15 años en los bonos de los Gobiernos. En la estrategia de modelización que hemos aplicado en este artículo, suponemos que los precios están afectados por un cierto grado de «ruido» y por una señal, que son las componentes del tipo de interés soberano; la señal es más potente en los tramos de duración más elevados, y la evolución creciente de la R^2 confirma esa hipótesis. Las estimaciones basadas en valoraciones teóricas (líneas rojas) muestran R^2 algo inferiores a las que resultan en los precios de mercado.

3.2 Bonos de cupón variable

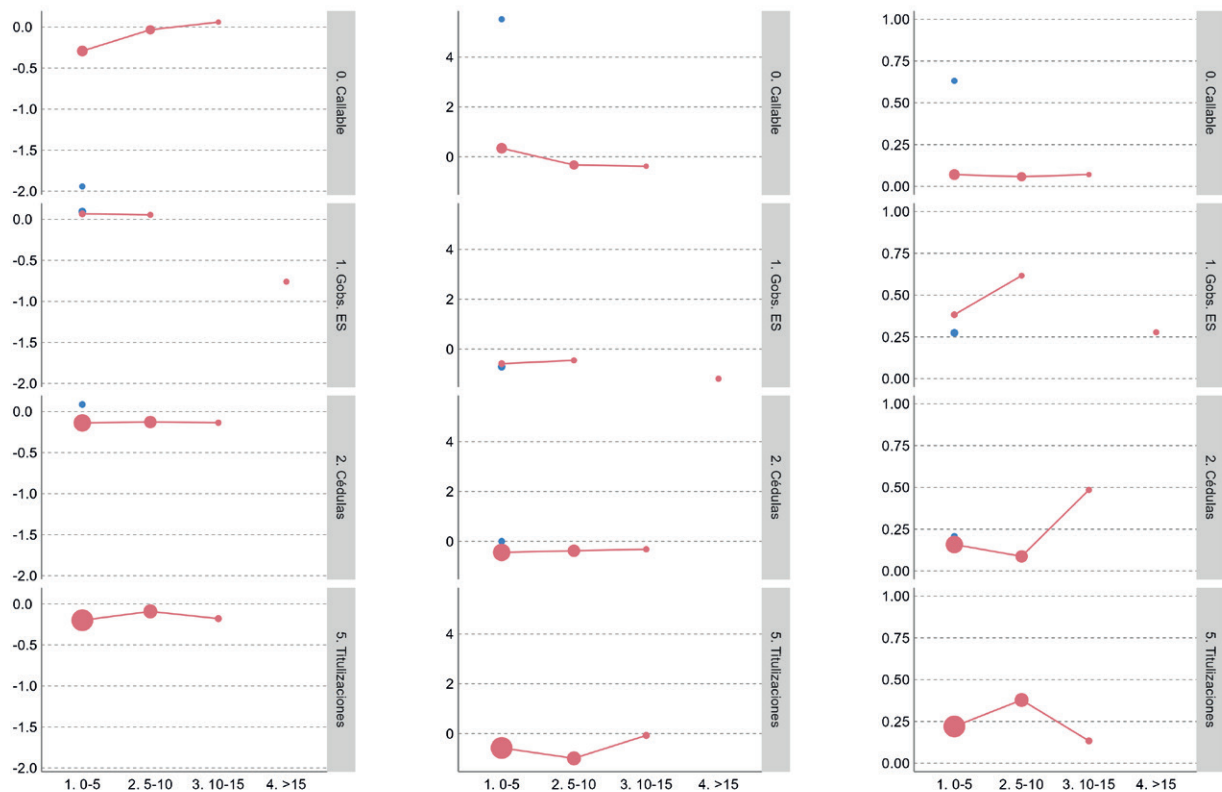
Según la teoría financiera, la indexación inmuniza a los bonos de cupón variable de los efectos del tipo de interés libre de riesgo¹⁰, y por tanto, la elasticidad precio más relevante para explicar las variaciones del precio de estos instrumentos es respecto del diferencial soberano (en el plazo más cercano a la duración del instrumento).

Como análisis exploratorio en el anejo (véase gráfico A.7) se presenta un gráfico de puntos (ponderados según las emisiones nominales de cada activo) por tipo de activo de las variaciones del diferencial soberano multiplicadas por la duración del activo (eje x) contra las del precio (eje y), según los tramos de duración. Hay que señalar que las variaciones de los precios son muy inferiores en el caso de los bonos de cupón variable (la escala de los gráficos del anejo es cinco veces menor en esta categoría). No es fácil de dilucidar en qué medida esta baja desviación típica es consecuencia de la inmunidad de estos instrumentos a la variación del tipo de interés libre de riesgo, y en qué medida es un artefacto de la valoración teórica.

En el gráfico 8 se presentan las estimaciones de las sensibilidades del valor de los activos a ambas componentes del tipo soberano. Observamos que el parámetro de sensibilidad al diferencial soberano (véase la c de la ecuación 1, en los paneles centrales) oscila en general alrededor de -0,5 (menos intensidad que el menos uno esperable). Por otra parte, la inmunización de los bonos de cupón variables a los cambios del tipo libre de riesgo se observa en la cercanía del parámetro de sensibilidad al tipo de interés libre de riesgo (véase la b de la ecuación 1, en los paneles izquierdos) a cero, si bien en las Cédulas y las Titulizaciones se sitúa entre menos 0,1 y menos 0,2, lo que aporta una moderada capacidad predictiva.

Las R^2 son menores que las obtenidas para los bonos de cupón fijo, pero en general son apreciables, con la excepción de los bonos «Callables», donde el modelo

¹⁰ Esta inmunización no es total: el tipo de referencia no siempre es el mismo que el tipo libre de riesgo, y eso implica un riesgo residual llamado *basis risk*.



FUENTES: CEPH, MSCI y elaboración propia.

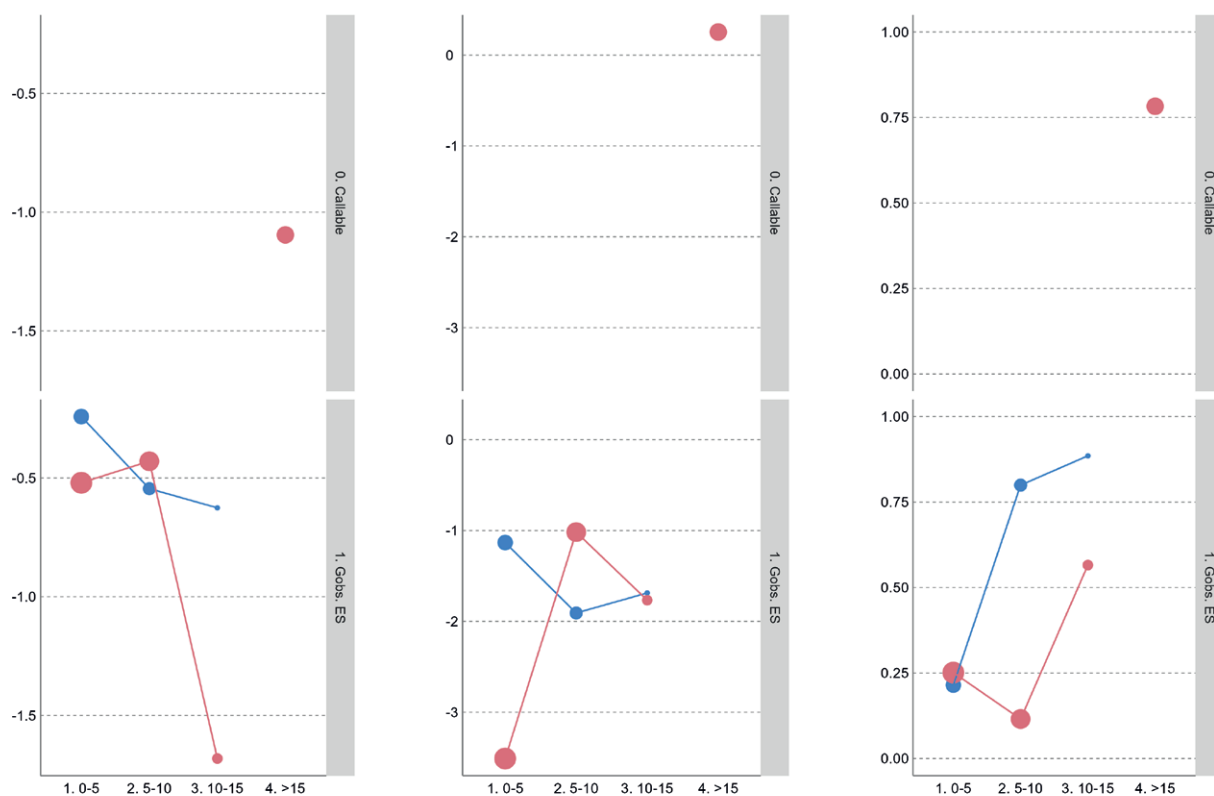
NOTA: Los tipos de activo se presentan por filas. Paneles izquierdos: sensibilidad al tipo libre de riesgo (b). Paneles centrales: sensibilidad al diferencial soberano (c). Paneles derechos: ajuste del modelo (R^2). Los valores se presentan en el eje de abscisas, los tramos de duración en el de ordenadas, y el color azul corresponde a la estimación con valoración de mercado mientras el color rojo corresponde a la valoración teórica. El tamaño de los puntos es proporcional al número de observaciones.

estimado apenas tiene poder predictivo. Hay que señalar que los niveles de ajuste hay que interpretarlos en el contexto de la menor variabilidad del precio de estos instrumentos comparados con el resto de bonos elegibles.

3.3 Bonos indexados a la inflación

En términos económicos los bonos indexados a la inflación están parcialmente inmunizados de las variaciones del tipo de interés libre de riesgo: si definimos el tipo de interés libre de riesgo como la suma de inflación y tipo de interés de interés real, y ambas componentes fuesen positivas, los bonos indexados estarían (en términos de inmunización al riesgo de tipos) entre los bonos de cupón fijo (no inmunizados) y los de cupón variable (casi totalmente inmunizados)¹¹. Sin embargo, en los últimos años, los tipos de interés reales han sido persistentemente negativos y en los últimos dos años de forma especialmente aguda.

¹¹ No obstante, estos instrumentos tienen, en general, una liquidez sustancialmente inferior a la de sus análogos de cupón fijo o variable, y esto hace que su dinámica de precios sea ocasionalmente más compleja de predecir.



FUENTES: CEPH, MSCI y elaboración propia.

NOTA: Modelo de sensibilidad de precios a las componentes del tipo de interés soberano: los tipos de activo se presentan por filas. Paneles izquierdos: sensibilidad al tipo libre de riesgo (a). Paneles centrales: sensibilidad al diferencial soberano (b). Paneles derechos: ajuste del modelo (R^2). Los valores se presentan en el eje de abscisas, los tramos de duración en el de ordenadas, y el color azul corresponde a la estimación con valoración de mercado mientras el color rojo corresponde a la valoración teórica. El tamaño de los puntos es proporcional al número de observaciones.

Los parámetros de la ecuación 1 son mayores y más erráticos en estos instrumentos que en el caso de los bonos de cupón fijo, y esta variabilidad también afecta más intensamente al coeficiente del diferencial soberano (véase la c de la ecuación 1, en los paneles centrales).

La capacidad explicativa del tipo de interés (véanse los paneles derechos) muestra la misma tendencia creciente por segmento de tiempo a vencimiento que en los bonos de cupón fijo, y las variaciones del precio de los bonos indexados a la inflación Callable (al contrario que los de cupón variable) se predicen exitosamente con la variación del tipo de interés libre de riesgo.

4 Impacto de los escenarios seleccionados sobre la disponibilidad de colateral

En este epígrafe tomamos la cartera negociable pignorada en la fecha base (colateral después de recortes) y utilizando el modelo estimado en el epígrafe 3 se aplican los escenarios de estrés del epígrafe 2, y se obtiene el impacto de dichos escenarios sobre la disponibilidad de colateral.

Al examinar la cartera pignorada se constata que hay modelo para el 94 % de los 181.570 millones pignorados (todos los datos comentados son colateral después de recortes, y los porcentajes de la cartera siempre se refieren a los 170.131 millones cubiertos por el modelo). Los ISIN para los que no se dispone de modelo son los de emisor extranjero (excepto los Gobiernos centrales de Italia y Portugal, que por su importancia se han modelizado), y algunas categorías residuales de bonos españoles¹². Para todos los activos, la variación de su valor después de recortes se calcula invirtiendo las fórmulas de la estimación del modelo y aplicándolas sobre las posiciones pignoradas.

Llamando i a un índice que recorre los ISIN de la cartera pignorada, tenemos esta ecuación para los bonos de cupón fijo, invirtiendo la ecuación [1], y asignando a cada ISIN los parámetros obtenidos en el epígrafe 3 (que depende de su tipo de activo, tramo de duración, y método de valoración):

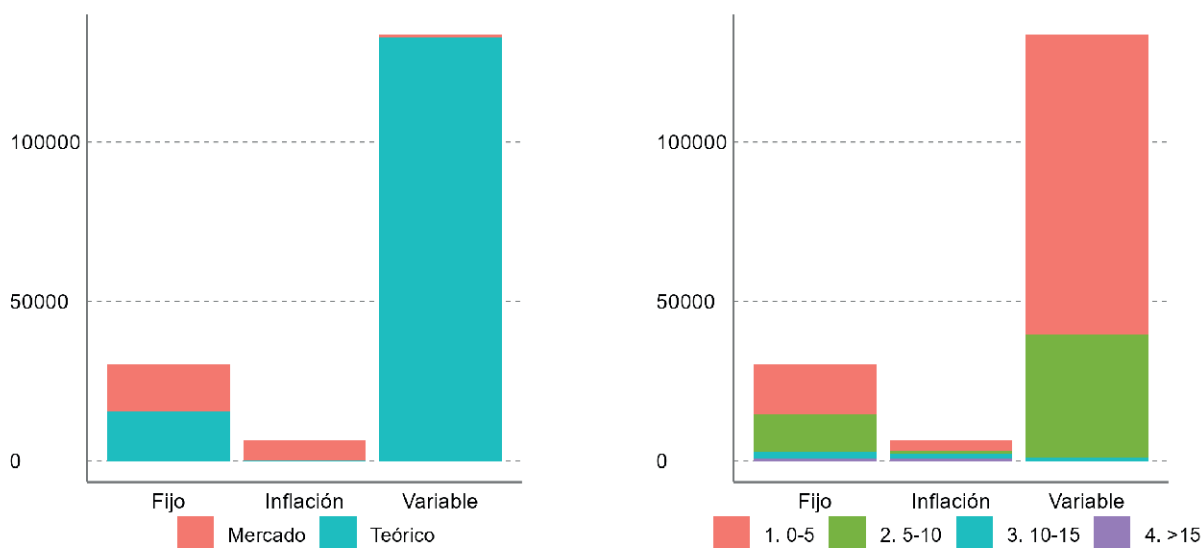
$$\text{Pérdida (i)} = (\text{Colateral después de recorte})(i) \times (e^{b(i) \times \text{Duración} \times \Delta \text{ tipo libre de riesgo} + c(i) \times \text{Duración} \times \Delta \text{ diferencial soberano}} - 1) \quad [2]$$

La selección de la pendiente del modelo (b y c) se hace mediante el siguiente algoritmo: si las pendientes están estimadas en su tramo de duración con más de cuarenta observaciones y con un R^2 superior al 30 %, se toma dicha pendiente, en caso contrario se utiliza el modelo no desglosado por tramo. Si una pendiente es inferior a menos tres o superior a cero se la fuerza al extremo más cercano de ese intervalo para evitar valores extremos.

En el gráfico 10 se presenta la cartera pignorada española en la fecha base (colateral después de aplicar recortes), clasificada por tipo de cupón y método de valoración. En el panel izquierdo se observa que los bonos de cupón variable son la parte más sustancial de la cartera: un 78 % de la cartera total, principalmente en forma de Cédulas (60.411 millones, en su mayoría emisiones retenidas) y Titulizaciones (39.709 millones), y en menor medida en bonos Callables (33.217 millones, de los que el 69 % son emisiones de la Sociedad de Gestión de Activos Procedentes de la Reestructuración Bancaria (SAREB)). Las emisiones pignoradas de bonos de cupón fijo en la fecha base fueron 30.074 millones de euros, y las de bonos indexados a la inflación, 6.572 millones. Casi la totalidad del colateral con cupón

12 Principalmente, bonos con opcionalidad *put*. También hay que señalar que, aunque se dispone de modelo para los bonos variables Callables (33.217 millones, principalmente emitidos por la SAREB), en el epígrafe anterior se ha comentado la escasa capacidad predictiva del modelo.

Composición de la cartera pignorada en el Banco de España



FUENTE: Elaboración propia.

NOTA: Composición de la cartera pignorada en el Banco de España en la fecha base (cierre de septiembre de 2023, en millones de euros): en el panel izquierdo, desglose por tipo de cupón y tipo de valoración; en el panel derecho, por tipo de cupón y duración.

variable se valora teóricamente. En el panel derecho se desglosa la cartera por el tipo de cupón y la duración de los activos, y se observa la mayor abundancia de instrumentos en los plazos cortos.

En el cuadro 1 se presenta el colateral pignorado clasificado por tipo de bono y por tipo de emisor, y la reducción porcentual implicada por cada uno de los escenarios de estrés.

Respecto de los impactos de los escenarios considerados, el resultado más interesante es la asimetría del impacto de los dos componentes del tipo de interés soberano: el escenario de incremento de 200 pb del tipo libre de riesgo implica una reducción del colateral disponible del 1,4 %, mientras el escenario donde los 200 pb de incremento se producen en el diferencial soberano implica una contracción de un 5,1 %. Esto se debe al peso de los bonos de cupón variable en la cartera pignorada. En los bonos de cupón fijo se observa una contracción inducida por el *shock* de 200 pb del 5,7 % en caso del estrés sobre el tipo libre de riesgo, y 9,7 % en el caso del impacto de 200 pb sobre el soberano. En el caso de los bonos indexados en la inflación, la contracción por el *shock* en el tipo libre de riesgo (5 %) es sustancialmente menor que en el caso del *shock* sobre el diferencial soberano (15,2 %), en línea con los mayores valores de la sensibilidad al diferencial soberano (respecto del tipo libre de riesgo) descritos en el apartado 3.3. En el caso de los de cupón variable, el impacto del diferencial soberano induce una contracción del 3,5 % sobre la valoración

Cuadro 1

Cartera pignorada en la fecha base, colateral después de recortes e impacto (en reducción porcentual) de los escenarios, clasificación por tipo de cupón y de instrumento

	Pignorado	LR: 200 pb (%)	Sob: 200 pb (%)	LR: 200 pb y Sob: 200 pb (%)	LR: Máximo observado (%)	LR: Máximo observado y Sob: 200 pb (%)
Cupón fijo	0. Callable	5.721	-7,5	-20,3	-26,2	-32,8
	1. Gobs. ES	8.914	-6,1	-7,7	-12,9	-19,1
	2. Cédulas	5.130	-3,0	-5,2	-8,0	-13,4
	3. Empresas	1.017	-0,7	-4,5	-5,0	-6,8
	4. Resto España	5.432	0,0	-1,0	-1,1	-2,5
	5. Gob. IT, PT	3.859	-15,0	-18,5	-29,8	-38,6
	Total	30.074	-5,7	-9,7	-14,4	-19,8
Cupón variable	0. Callable	33.217	-0,2	-1,0	-1,2	-1,5
	1. Cédulas	60.411	-0,3	-2,2	-2,4	-3,1
	2. Titulizaciones	39.709	-0,4	-7,7	-8,1	-8,8
	3. Resto	149	0,0	-2,9	-2,9	-2,9
Total	133.486	-0,3	-3,5	-3,8	-0,9	-4,4
Indiciados a la inflación	Total	6.572	-5,0	-15,2	-18,6	-22,0
Total cartera	170.131	-1,4	-5,1	-6,2	-3,2	-7,8

FUENTES: Elaboración propia.

de los bonos de cupón variable, frente al 0,3% en el caso del estrés sobre el tipo libre de riesgo (los bonos de cupón variable están inmunizados, aunque empíricamente se observa que no de forma completa, contra cambios del tipo libre de riesgo)¹³. Adicionalmente, en el cuadro A.1 del anexo se observa que los tramos de duración superiores sufren impactos más intensos.

Respecto del resto de escenarios considerados, la abundancia de bonos de cupón variable implica que incluso un incremento del tipo de interés libre de riesgo hasta su máximo histórico (el tipo libre de riesgo a diez años en la fecha de máximo estrés era un 5,7%) solo implicaría una contracción del colateral disponible del 3,2%. Al añadir el incremento del diferencial soberano al del tipo libre de riesgo, los impactos sobre la disponibilidad de colateral se vuelven sustanciales: i) al superponer los dos incrementos de 200 pb, el volumen de colateral se reduce en un 6,2%, y ii) al superponer el máximo estrés libre de riesgo y el estrés soberano de 200 pb, el resultado es una contracción de 7,8% del colateral pignorado (en la categoría de cupón fijo y más de 10 años de duración se pierde alrededor de la mitad del colateral).

¹³ Además de la inmunización a cambios del tipo libre de riesgo, la duración media de la cartera de cupón fijo (5,48 años) es mayor que la de cupón variable (3,79 años), lo que también contribuye a que los efectos de las variaciones de tipos sean menores para la cartera de bonos de cupón variable.

5 Conclusiones

En este artículo se analizan los componentes de la curva soberana española (el tipo de interés libre de riesgo y el diferencial soberano español), se construye un modelo empírico de la estructura temporal de la curva de diferencial soberano en la del zona euro y un conjunto de escenarios estresados para los componentes de la curva soberana española. A continuación, se estima mediante un modelo de regresión el impacto de los cambios en la curva de tipos española sobre los precios de los activos, y se usa este modelo para simular el impacto de los escenarios de estrés sobre la disponibilidad de colateral para las operaciones de crédito del Eurosistema.

El resultado más interesante de esta simulación es la asimetría del impacto de los dos componentes del tipo de interés soberano sobre la disponibilidad de colateral: el escenario de incremento de 200 pb del tipo libre de riesgo (en el tramo de diez años) implica una reducción del valor de mercado del colateral disponible del 1,4 %, mientras que en el escenario donde los 200 pb de incremento se producen en el diferencial soberano supone una contracción del 5,1 %. Esto se debe al peso de los bonos de cupón variable (78 %) en la cartera pignorada. Finalmente, cuando se combinan los escenarios de estrés, la abundancia de bonos de cupón variable implica que incluso un incremento del tipo de interés libre de riesgo hasta su máximo histórico (el tipo libre de riesgo a diez años en la fecha de máximo estrés era un 5,7 %) solo implicaría una contracción del colateral disponible del 3,2 %. Sin embargo, al añadir estrés al diferencial soberano los impactos se incrementan sustancialmente: i) al combinar los dos incrementos de 200 pb básicos, el volumen de colateral se reduce en un 6,2 %, y ii) al combinar el máximo estrés libre de riesgo y el estrés soberano de 200 pb, el resultado es una contracción de 7,8 % del colateral pignorado (de hecho, en la categoría de cupón fijo y más de 10 años de duración se pierde alrededor de la mitad del colateral).

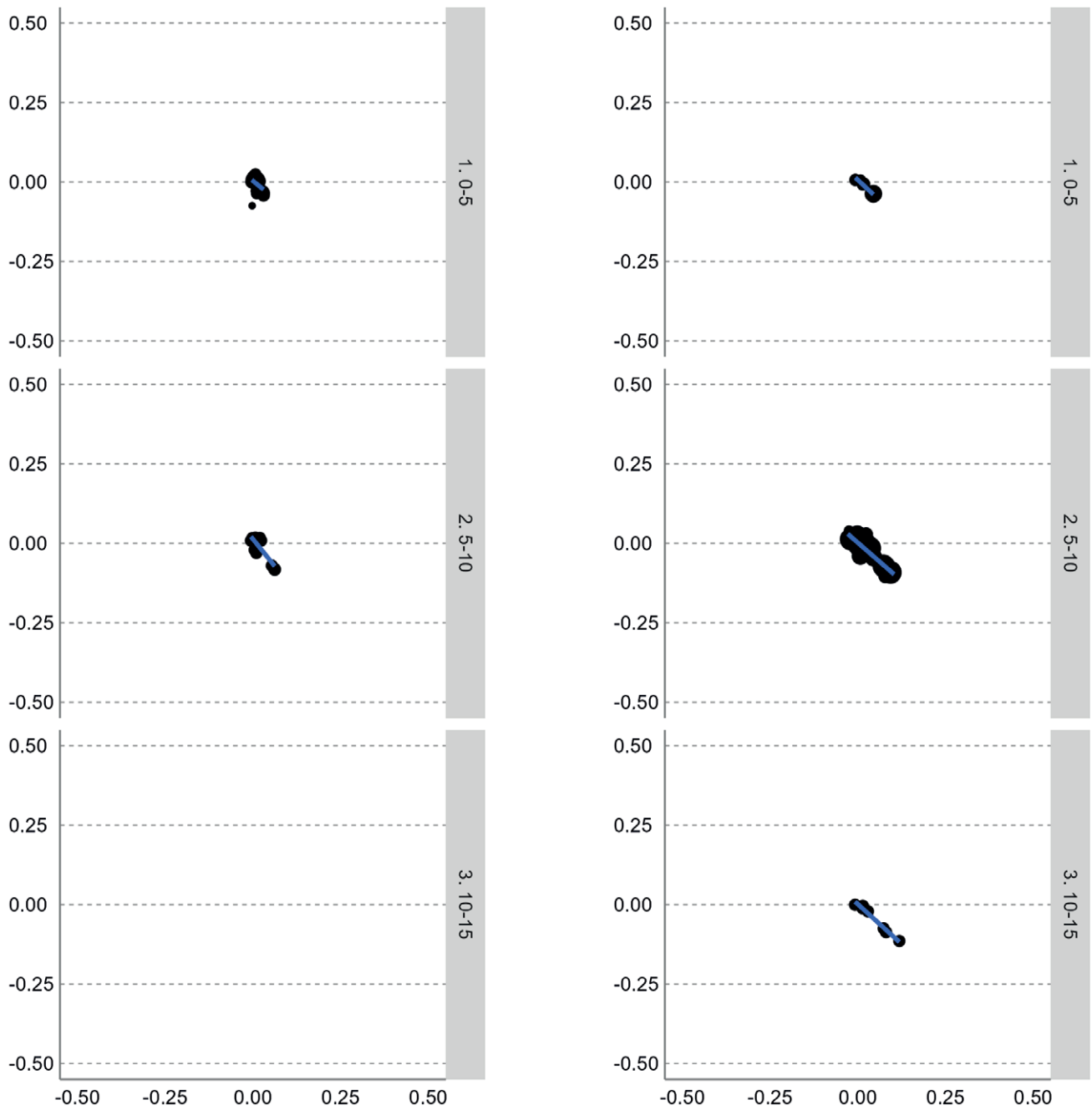
Anejo

Gráfico A.1

Media por país de las curvas cupón cero de diferencial soberano, en 30 cuantiles según el nivel del diferencial a 10 años (el número del cuantil y el tramo de diferencial que agrupa aparece en el título de los paneles)

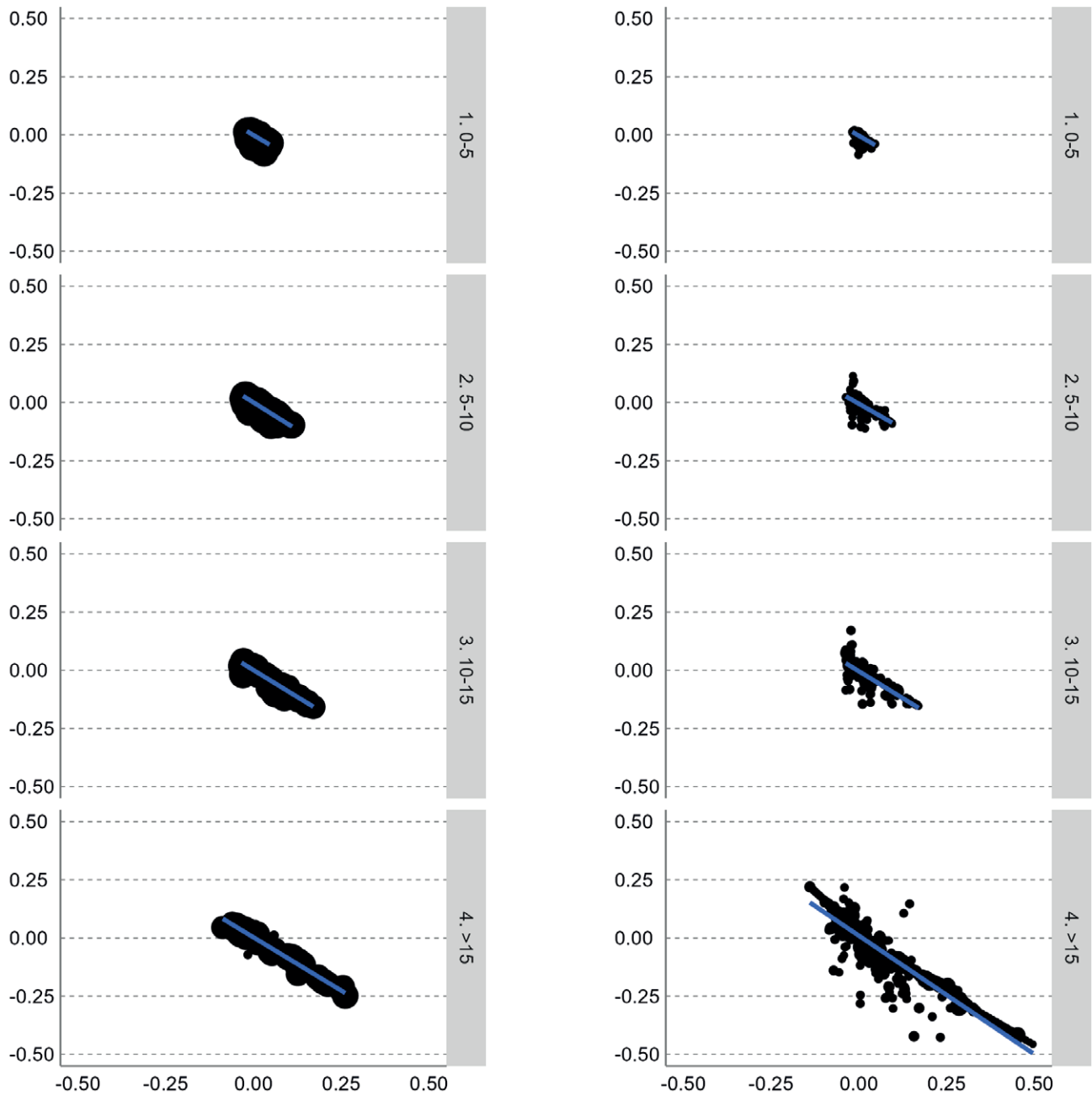


FUENTE: Elaboración propia.



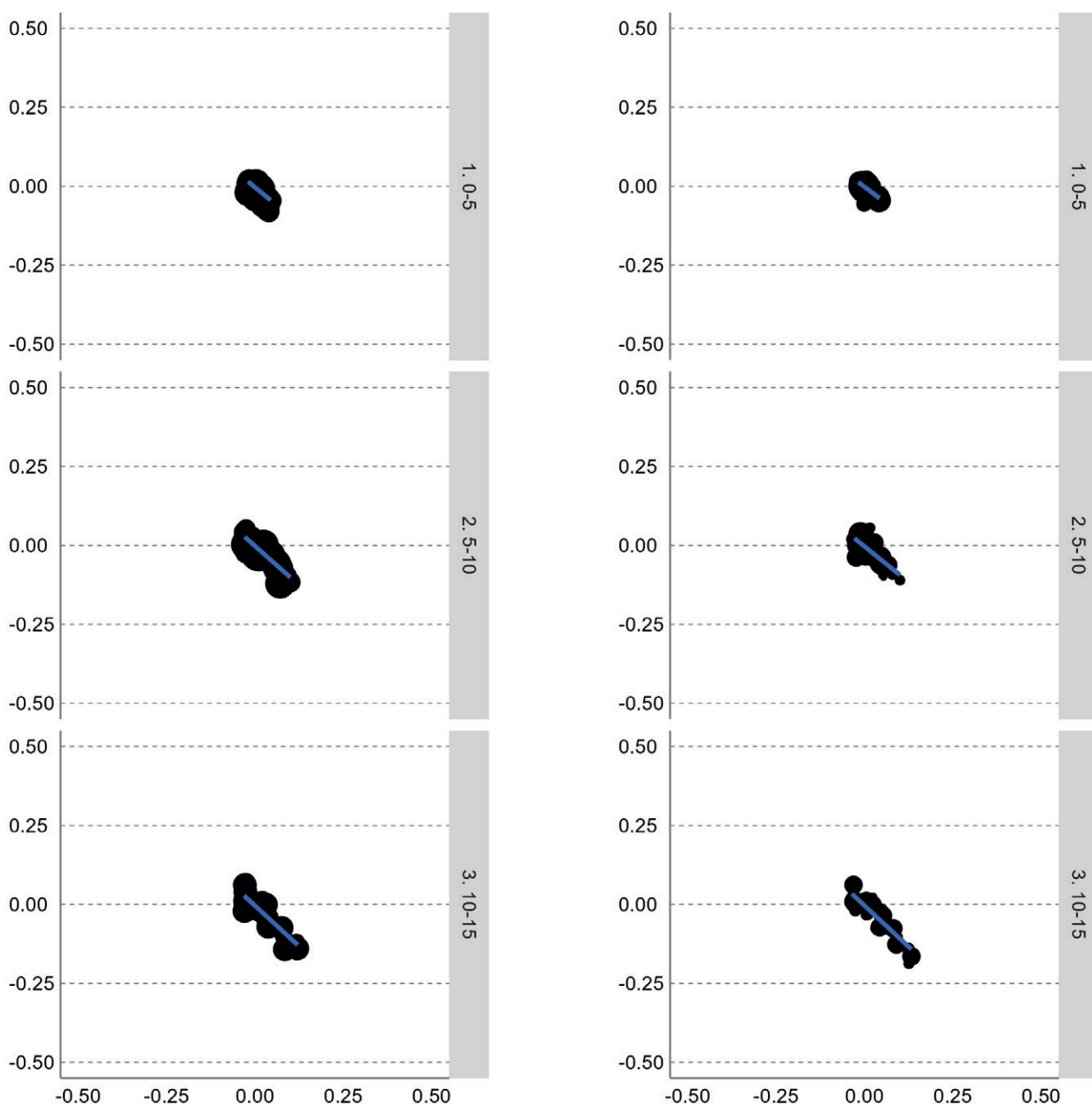
FUENTE: Elaboración propia.

NOTA: Gráfico de puntos (el tamaño es proporcional al volumen de la emisión nominal) de las variaciones del tipo de interés soberano multiplicadas por la duración del activo (eje x) contra las del precio (eje y), según los tramos de duración (por paneles), con recta de regresión ponderada. Paneles izquierdos: precio de mercado; paneles derechos: valoración teórica.



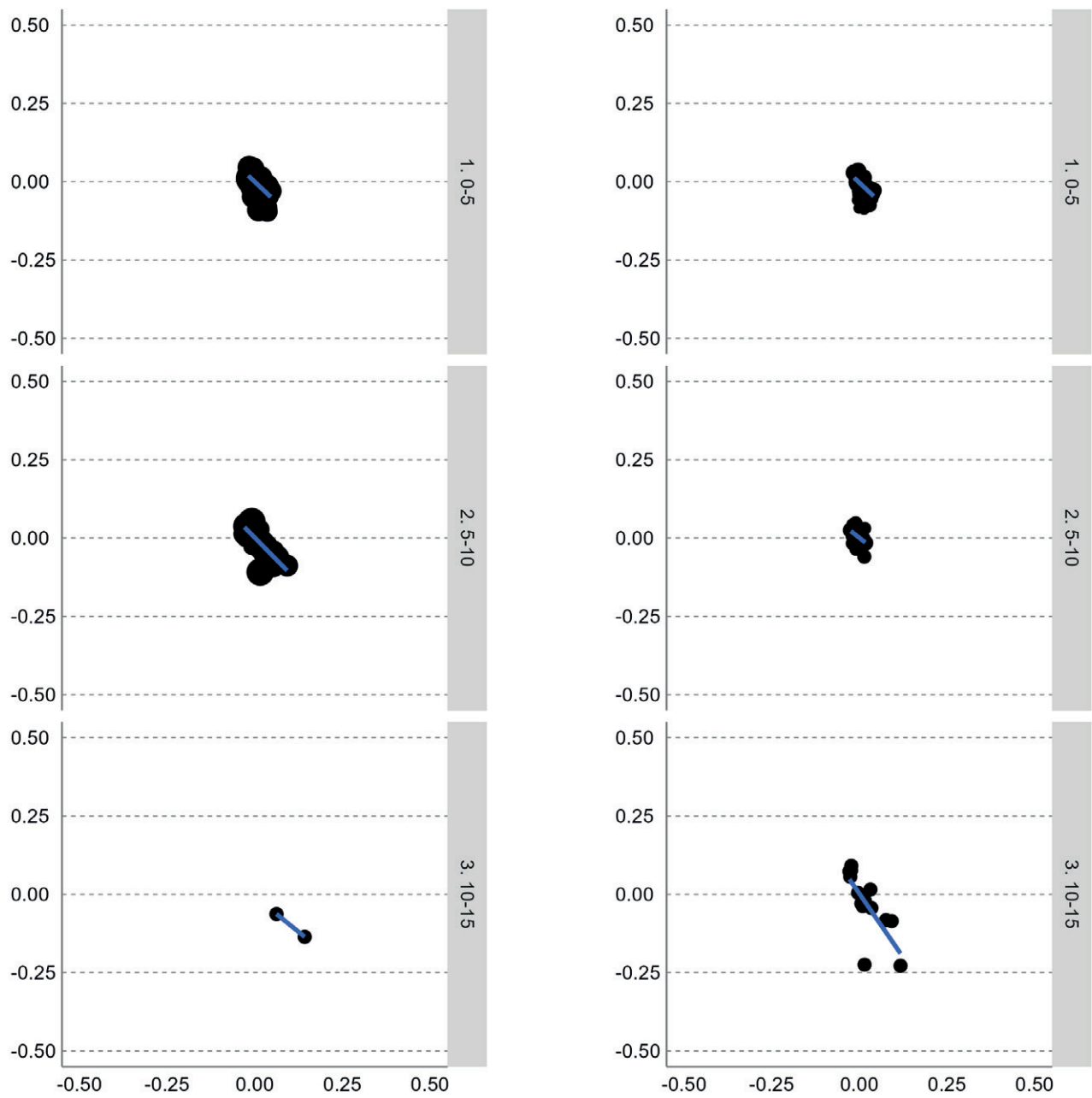
FUENTE: Elaboración propia.

NOTA: Gráfico de puntos (el tamaño es proporcional al volumen de la emisión nominal) de las variaciones del tipo de interés soberano multiplicadas por la duración del activo (eje x) contra las del precio (eje y), según los tramos de duración (por paneles), con recta de regresión ponderada. Paneles izquierdos: precio de mercado; paneles derechos: valoración teórica.



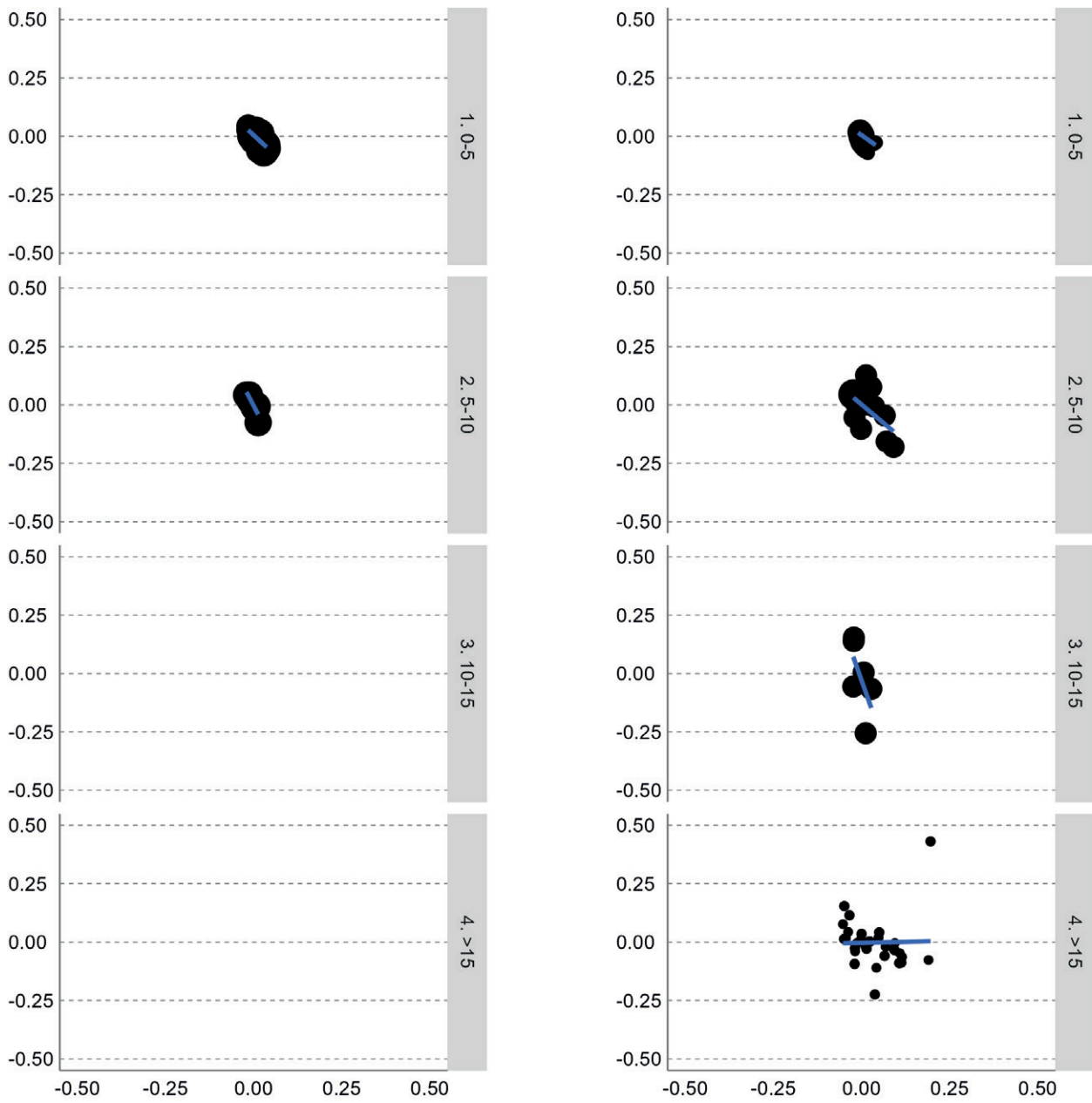
FUENTE: Elaboración propia.

NOTA: Gráfico de puntos (el tamaño es proporcional al volumen de la emisión nominal) de las variaciones del tipo de interés soberano multiplicadas por la duración del activo (eje x) contra las del precio (eje y), según los tramos de duración (por paneles), con recta de regresión ponderada. Paneles izquierdos: precio de mercado; paneles derechos: valoración teórica.



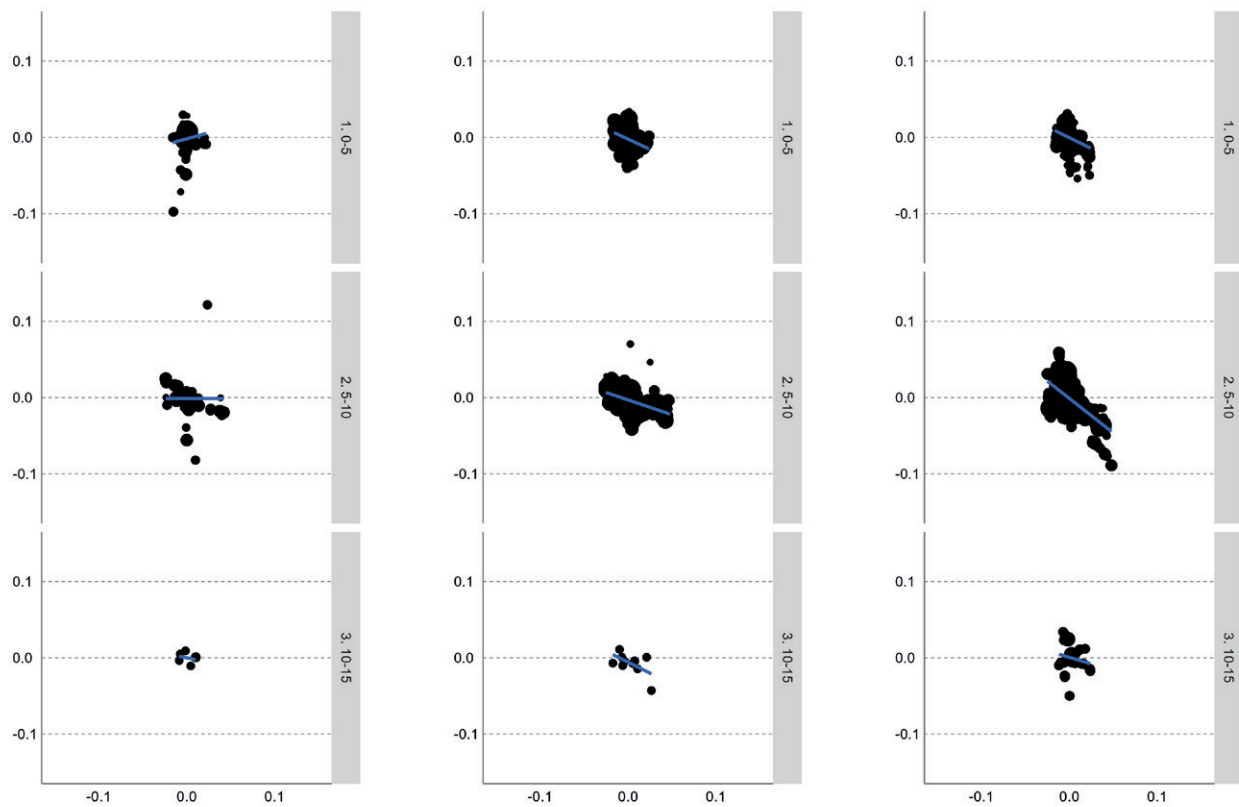
FUENTE: Elaboración propia.

NOTA: Gráfico de puntos (el tamaño es proporcional al volumen de la emisión nominal) de las variaciones del tipo de interés soberano multiplicadas por la duración del activo (eje x) contra las del precio (eje y), según los tramos de duración (por paneles), con recta de regresión ponderada. Paneles izquierdos: precio de mercado; paneles derechos: valoración teórica.



FUENTE: Elaboración propia.

NOTA: Gráfico de puntos (el tamaño es proporcional al volumen de la emisión nominal) de las variaciones del tipo de interés soberano multiplicadas por la duración del activo (eje x) contra las del precio (eje y), según los tramos de duración (por paneles), con recta de regresión ponderada. Paneles izquierdos: precio de mercado; paneles derechos: valoración teórica.



FUENTE: Elaboración propia.

NOTA: Gráfico de puntos (el tamaño es proporcional al volumen de la emisión nominal) de las variaciones del diferencial soberano multiplicadas por la duración del activo (eje x) contra las del precio (eje y), según los tramos de duración (por paneles), con recta de regresión ponderada. Solo valoración teórica; paneles izquierdos: Callables; paneles centrales: Cédulas; paneles derechos: Titulizaciones.

Cuadro A.1

Cartera pignorada en la fecha base, colateral después de recortes e impacto (en reducción porcentual) de los escenarios, clasificación por tipo de cupón y de duración

		Pignorado	LR: 200 pb (%)	Sob: 200 pb (%)	LR: 200 pb y Sob: 200 pb (%)	LR: Máximo observado (%)	LR: Máximo observado y Sob: 200 pb (%)
Cupón fijo	1. 0-5	15.522	-0,7	-2,7	-3,3	-3,7	-6,2t
	2. 5-10	11.751	-8,1	-15,5	-22,3	-17,3	-30,1
	3. 10-15	2.105	-20,4	-23,5	-39,0	-33,3	-48,7
	4. >15	695	-33,2	-27,7	-51,8	-48,5	-62,8
	TOTAL	30.074	-5,7	-9,7	-14,4	-12,1	-19,8
Cupón variable	1. 0-5	93.684	-0,2	-4,5	-4,7	-1,3	-5,7
	2. 5-10	38.783	-0,8	-7,5	-8,2	-1,9	-9,2
	3. 10-15	1.020	-2,0	-6,7	-8,5	-3,4	-9,8
	4. >15	0	—	—	—	—	—
	TOTAL	133.486	-0,3	-3,5	-3,8	-0,9	-4,4
Indiciados a la inflación	1. 0-5	3.737	-0,5	-3,7	-4,2	-2,5	-6,0
	2. 5-10	825	-5,3	-22,6	-26,7	-11,8	-31,7
	3. 10-15	1.547	-9,5	-30,8	-37,3	-17,0	-42,5
	4. >15	462	-26,1	-42,6	-57,6	-39,3	-65,1
	TOTAL	6.572	-5,0	-15,2	-18,6	-9,7	-22,0
Total cartera		170.131	-1,4	-5,1	-6,2	-3,2	-7,8

FUENTES: Elaboración propia.

PUBLICACIONES DEL BANCO DE ESPAÑA

DOCUMENTOS OCASIONALES

- 2220 LUIS ÁNGEL MAZA: Una estimación de la huella de carbono en la cartera de préstamos a empresas de las entidades de crédito en España. (Existe una versión en inglés con el mismo número).
- 2221 SUSANA MORENO SÁNCHEZ: The EU-UK relationship: regulatory divergence and the level playing field.
- 2222 ANDRÉS ALONSO-ROBISCO y JOSÉ MANUEL CARBÓ: Inteligencia artificial y finanzas: una alianza estratégica.
- 2223 LUIS FERNÁNDEZ LAFUERZA, MATÍAS LAMAS, JAVIER MENCÍA, IRENE PABLOS y RAQUEL VEGAS: Análisis de la capacidad de uso de los colchones de capital durante la crisis generada por el COVID-19. (Existe una versión en inglés con el mismo número).
- 2224 SONSOLES GALLEGO, ISABEL GARRIDO e IGNACIO HERNANDO: Las líneas del FMI para aseguramiento y prevención de crisis y su uso en Latinoamérica (Existe una versión en inglés con el mismo número).
- 2301 LAURA HOSPIDO, CARLOS SANZ y ERNESTO VILLANUEVA: Air pollution: a review of its economic effects and policies to mitigate them.
- 2302 IRENE MONASTEROLO , MARÍA J. NIETO y EDO SCHETS: The good, the bad and the hot house world: conceptual underpinnings of the NGFS scenarios and suggestions for improvement.
- 2303 IADRIÁN LÓPEZ GONZÁLEZ: Inteligencia artificial aplicada al control de calidad en la producción de billetes.
- 2304 BELÉN AROCA MOYA: Conceptos, fundamentos y herramientas de neurociencia, y su aplicación al billete.
- 2305 MARÍA ALONSO, EDUARDO GUTIÉRREZ, ENRIQUE MORAL-BENITO, DIANA POSADA y PATROCINIO TELLO-CASAS: Un repaso de las diversas iniciativas desplegadas a nivel nacional e internacional para hacer frente a los riesgos de exclusión financiera.
- 2306 JOSÉ LUIS ROMERO UGARTE, ABEL SÁNCHEZ MARTÍN y CARLOS MARTÍN RODRÍGUEZ: Alternativas a la evolución de la operativa bancaria mayorista en el Eurosistema. (Existe una versión en inglés con el mismo número).
- 2307 HENRIQUE S. BASSO, OURANIA DIMAKOU and MYROSLAV PIDKUYKO: How inflation varies across Spanish households.
- 2308 LAURA CRESPO, NAJIBA EL AMRANI, CARLOS GENTO y ERNESTO VILLANUEVA: Heterogeneidad en el uso de los medios de pago y la banca *online*: un análisis a partir de la Encuesta Financiera de las Familias (2002-2020).
- 2309 HENRIQUE S. BASSO, OURANIA DIMAKOU y MYROSLAV PIDKUYKO: How consumption carbon emission intensity varies across Spanish households.
- 2310 IVÁN AUCIELLO-ESTÉVEZ, JOSEP PIJOAN-MAS, PAU ROLDAN-BLANCO y FEDERICO TAGLIATI: Dual labor markets in Spain: a firm-side perspective.
- 2311 CARLOS PÉREZ MONTES, JORGE E. GALÁN, MARÍA BRU, JULIO GÁLVEZ, ALBERTO GARCÍA, CARLOS GONZÁLEZ, SAMUEL HURTADO, NADIA LAVÍN, EDUARDO PÉREZ ASENJO e IRENE ROIBÁS: Marco de análisis sistémico del impacto de los riesgos económicos y financieros. (Existe una versión en inglés con el mismo número).
- 2312 SERGIO MAYORDOMO e IRENE ROIBÁS: La traslación de los tipos de interés de mercado a los tipos de interés bancarios. (Existe una versión en inglés con el mismo número).
- 2313 CARLOS PÉREZ MONTES, ALEJANDRO FERRER, LAURA ÁLVAREZ ROMÁN, HENRIQUE BASSO, BEATRIZ GONZÁLEZ LÓPEZ, GABRIEL JIMÉNEZ, PEDRO JAVIER MARTÍNEZ-VALERO, SERGIO MAYORDOMO, ÁLVARO MENÉNDEZ PUJADAS, LOLA MORALES, MYROSLAV PIDKUYKO y ÁNGEL VALENTÍN: Marco de análisis individual y sectorial del impacto de los riesgos económicos y financieros. (Existe una versión en inglés con el mismo número).
- 2314 PANA ALVES, CARMEN BROTO, MARÍA GIL y MATÍAS LAMAS: Indicadores de riesgos y vulnerabilidades en el mercado de la vivienda en España.
- 2215 ANDRÉS AZQUETA-GAVALDÓN, MARINA DIAKONOVA, CORINNA GHIRELLI y JAVIER J. PÉREZ: Sources of economic policy uncertainty in the euro area: a ready-to-use database.
- 2316 FERNANDO GARCÍA MARTÍNEZ y MATÍAS PACCE: El sector eléctrico español ante el alza del precio del gas y las medidas públicas en respuesta a dicha alza. (Existe una versión en inglés con el mismo número).
- 2317 ROBERTO BLANCO y SERGIO MAYORDOMO: Evidencia sobre el alcance de los programas de garantías públicas y de ayudas directas a las empresas españolas implementados durante la crisis del COVID-19. (Existe una versión en inglés con el mismo número).
- 2318 ISABEL GARRIDO y IRUNE SOLERA: Has the 2021 general SDR allocation been useful? For what and for whom?
- 2319 ROBERTO BLANCO, ELENA FERNÁNDEZ, MIGUEL GARCÍA-POSADA y SERGIO MAYORDOMO: An estimation of the default probabilities of Spanish non-financial corporations and their application to evaluate public policies.
- 2320 BANCO DE ESPAÑA: La accesibilidad presencial a los servicios bancarios en España: Informe de seguimiento 2023. (Existe una versión en inglés con el mismo número).

- 2321 EDUARDO AGUILAR GARCÍA, MARIO ALLOZA FRUTOS, TAMARA DE LA MATA, ENRIQUE MORAL-BENITO, IÑIGO PORTILLO PAMPIN y DAVID SARASA FLORES: Una primera caracterización de las empresas receptoras de fondos NGEU en España.
- 2401 ALEJANDRO MORALES, MANUEL ORTEGA, JOAQUÍN RIVERO y SUSANA SALA: ¿Cómo identificar a todas las sociedades del mundo? La experiencia del código LEI (Legal Entity Identifier).
- 2402 XAVIER SERRA y SONSOLES GALLEGO: Un primer balance del *Resilience and Sustainability Trust* del FMI como canal de utilización de los derechos especiales de giro. (Existe una versión en inglés con el mismo número).
- 2403 PABLO HERNÁNDEZ DE COS: El papel de la política macroprudencial en la estabilización de las fluctuaciones macrofinancieras. Conferencia de Estabilidad Financiera/Banco de Portugal, Lisboa (Portugal), 2 de octubre de 2023.
- 2404 MORTEZA GHOMI, SAMUEL HURTADO y JOSÉ MANUEL MONTERO: Análisis de la dinámica reciente de la inflación en España. Un enfoque basado en el modelo de Blanchard y Bernanke (2023).
- 2405 PILUCA ALVARGONZÁLEZ, MARINA ASENSIO, CRISTINA BARCELÓ, OLYMPIA BOVER, LUCÍA COBREROS, LAURA CRESPO, NAJIBA EL AMRANI, SANDRA GARCÍA-URIBE, CARLOS GENTO, MARINA GÓMEZ, PALOMA URCELAY, ERNESTO VILLANUEVA and ELENA VOZMEDIANO: The Spanish Survey of Household Finances (EFF): description and methods of the 2020 wave.
- 2406 ANA GÓMEZ LOSCOS, MIGUEL ÁNGEL GONZÁLEZ SIMÓN y MATÍAS JOSÉ PACCE: Modelo para la previsión del PIB de la economía española a corto plazo en tiempo real (Spain-STING): nueva especificación y reevaluación de su capacidad predictiva. (Existe una versión en inglés con el mismo número).
- 2407 OLYMPIA BOVER, LAURA CRESPO, SANDRA GARCÍA-URIBE, MARINA GÓMEZ-GARCÍA, PALOMA URCELAY y PILAR VELILLA: Micro and macro data on household wealth, income and expenditure: comparing the Spanish Survey of Household Finances (EFF) to other statistical sources.
- 2408 ÁNGEL ESTRADA y CARLOS PÉREZ MONTES: Un análisis de la evolución de la actividad bancaria en España tras el establecimiento del gravamen temporal de la ley 38/2022.
- 2409 PABLO A. AGUILAR, MARIO ALLOZA, JAMES COSTAIN, SAMUEL HURTADO y JAIME MARTÍNEZ-MARTÍN: El efecto de los programas de compras de activos del Banco Central Europeo en las cuentas públicas de España. (Existe una versión en inglés con el mismo número).
- 2410 RICARDO BARAHONA y MARÍA RODRÍGUEZ-MORENO: Estimating the OIS term premium with analyst expectation surveys.
- 2411 JOSÉ MANUEL CARBÓ, HOSSEIN JAHANSHAHLOO y JOSÉ CARLOS PIQUERAS: Análisis de fuentes de datos para seguir la evolución de *Bitcoin*.
- 2412 IVÁN KATARYNIUK, RAQUEL LORENZO ALONSO, ENRIQUE MARTÍNEZ CASILLAS y JACOPO TIMINI: An extended Debt Sustainability Analysis framework for Latin American economies.
- 2413 Encuesta Financiera de las Familias (EFF) 2022: métodos, resultados y cambios desde 2020.
- 2414 ÁNGEL ESTRADA, CARLOS PÉREZ MONTES, JORGE ABAD, CARMEN BROTO, ESTHER CÁCERES, ALEJANDRO FERRER, JORGE GALÁN, GERGELY GANICS, JAVIER GARCÍA VILLASUR, SAMUEL HURTADO, NADIA LAVÍN, JOËL MARBET, ENRIC MARTORELL, DAVID MARTÍNEZ-MIERA, ANA MOLINA, IRENE PABLOS y GABRIEL PÉREZ-QUIRÓS: Análisis de los riesgos sistémicos cíclicos en España y de su mitigación mediante requerimientos de capital bancario contracíclicos.
- 2415 CONCEPCIÓN FERNÁNDEZ ZAMANILLO y LUNA AZAHARA ROMO GONZÁLEZ: Facilitadores de la innovación 2.0: impulsando la innovación financiera en la era *fintech*.
- 2416 JAMES COSTAIN y ANTON NAKOV: Models of price setting and inflation dynamics.
- 2417 ARTURO PABLO MACÍAS FERNÁNDEZ e IGNACIO DE LA PEÑA LEAL: Sensibilidad a los tipos de interés soberanos de la cartera de colateral elegible para los préstamos de política monetaria.