

Predicción del spread en el mercado de eurobonos mediante técnicas no paramétricas¹

María Bonilla Musoles* • Leandro García Menéndez*
María Luisa Martí Selva** • Rosa Puertas Medina**

*Universidad de Valencia • **Universidad Politécnica de Valencia

RECIBIDO: #####

ACEPTADO: #####

Resumen: Recientemente se han propuesto diversos modelos no paramétricos para la resolución de problemas de predicción en el entorno bancario, obteniendo potentes estimadores. Proponemos utilizar la Regresión Localmente Ponderada (RLP) en el ámbito del mercado de eurobonos, con objeto de medir su precisión en la determinación del precio de emisión en el mercado primario. Además, se aborda el dilema de aprendizaje-generalización mediante la validación cruzada para establecer la estructura óptima del algoritmo, que nos permitirá obtener los mejores resultados. El estudio ha concluido que la predicción más potente del modelo RLP es sobre el spread de las emisiones de los bancos.

Palabras clave: Eurobonos / Regresión Localmente Ponderada / Validación cruzada.

Spread Prediction in Eurobond Market Applying Nonparametric Techniques

Abstract: The recent proposal of various non-parametric models to solve prediction problems in banking has provided powerful estimators. This paper uses Locally Weighted Regression in the eurobond market with a view to measuring the accuracy of both these methods in determining issue price in the primary market. Furthermore, the learning-generalization dilemma is tackled by cross-validation in order to establish the most efficient algorithm structure for the solution of our problem. The study concludes that LWR algorithm is best at banking sector spread prediction.

Key Words: Eurobond / Locally Weighted Regression / Cross-validation.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo está ubicado en el contexto del euromercado, concretamente en el mercado primario de eurobonos, porque además de su elevado tamaño, las peculiares condiciones inherentes al mismo en términos de fiscalidad y regulación dan lugar a un universo libre de las imperfecciones consustanciales de los mercados domésticos. Las emisiones de eurobonos son analizadas a partir del *spread*, considerando a éste como un factor determinante para el resultado satisfactorio de su comercialización en el mercado. Por tanto, la predicción del *spread* supondría un importante avance y punto de referencia para los agentes operativos internacionales.

Un método que podría ser utilizado para obtener la predicción del *spread* es la *Regresión Localmente Ponderada* (RLP) el cual será aplicado en el contexto del mercado de eurobonos, con objeto de medir su precisión. En la literatura se ha aplicado este tipo de modelo no paramétrico para la resolución de problemas de predicción en el entorno bancario, obteniendo potentes estimadores (Altman *et al.*, 1994; Back *et al.*, 1995; Varetto, 1998; Puertas, 2000).

El objetivo principal del estudio consiste en analizar con técnicas de predicción el *spread* de

las emisiones de eurobonos distinguiendo entre diferentes tipos de emisores. Para ello se determinarán un conjunto de variables financieras y macroeconómicas que resulten significativas en la determinación del precio de las emisiones.

Por otra parte, el objetivo secundario es determinar el comportamiento de la *Regresión Localmente Ponderada* en un nuevo ámbito de aplicación, la predicción de los *spreads* en las emisiones de bonos internacionales, contribuyendo, de este modo, a la discusión sobre su validez como técnica de predicción. Además, dado que muchos de los estudios realizados no abordan con suficiente cuidado el dilema de *aprendizaje-generalización*², introducimos la *validación cruzada* como metodología para superar tales deficiencias.

La estructura seguida en el desarrollo del estudio es la siguiente: en primer lugar se describe el mercado de eurobonos y se estudia la relevancia y los resultados de los análisis empíricos realizados hasta la actualidad. En segundo lugar, se explican los fundamentos teóricos de las técnicas no paramétricas, haciendo especial referencia a la *Regresión Localmente Ponderada* y al método de *validación cruzada* utilizado para obtener la estructura óptima del modelo. En tercer lugar se

describen las variables y la muestra empleada en el análisis empírico. En cuarto lugar se presentan los resultados obtenidos y, por último, se señalan las principales conclusiones.

ANÁLISIS REALIZADOS DEL SPREAD EN EL MERCADO DE EURO BONOS

El mercado de eurobonos, en los últimos años, es el segmento más importante dentro de los mercados financieros internacionales. Su participación sobre el total de los mercados financieros internacionales ha oscilado entre el 50% y 60%, diferenciándose ampliamente de las emisiones de bonos extranjeros, las cuales han ocupado entorno a un 20% del mercado.

Siguiendo la definición de García y Jannone (1999) los eurobonos son emisiones de bonos denominadas en una moneda diferente al país del lanzamiento, están sujetas a una documentación estándar aceptada internacionalmente. Son objeto de colocación simultánea en los mercados de al menos dos países, y distribuidos generalmente por medio de un sindicato de instituciones financieras de varios países.

Es importante no confundir a los eurobonos con los bonos extranjeros³, estos últimos se venden en un país extranjero en la moneda del país de emisión (el emisor es extranjero para el país de emisión), mientras que los eurobonos se denominan en una divisa que no es la del país en el cual se emitió. La principal consecuencia de dicha distinción se deriva de la diferente regulación aplicable en cada caso. En efecto, los bonos extranjeros que hacen uso del mercado de valores doméstico del país de emisión, están sometidos a la legislación nacional correspondiente, mientras que los eurobonos están exentos de la misma.

El *BIS (Bank for International Settlements)* y *Merrill Lynch* clasifican al mercado de bonos en dos segmentos, emisiones domésticas e internacionales. Estas últimas son definidas como las emitidas por no residentes en los mercados domésticos. Por el contrario, el *BCE (Banco Central Europeo)* principalmente las clasifica en función de la nacionalidad del emisor, especificando entre los emisores residentes (aquellos de la zona euro) y emisores no residentes (aquellos

del resto del mundo, incluyendo Reino Unido, Suecia y Dinamarca). Teniendo en cuenta que el lugar donde ocurre la transacción –si en un mercado doméstico o extranjero– es irrelevante en el contexto del BCE.

El *BIS* clasifica a los bonos en base a tres características: la localización de la transacción, la moneda de emisión y la nacionalidad del emisor, acordando que los eurobonos son emisiones realizadas en moneda extranjera por residentes y no residentes de un determinado país, emitido de forma anónima, y generalmente libre de tasas impositivas y de otras restricciones regulatorias. Los bonos extranjeros consisten en emisiones domésticas por no residentes, mientras que los bonos domésticos son emitidos por residentes en la moneda doméstica. Así, los bonos internacionales son una combinación de bonos extranjeros y eurobonos. Esta clasificación ha sido utilizada por varios autores (Levi, 1997; Orlin, 1996; Clark *et al.*, 1993). Sin embargo, el BCE no la considera de esa forma, su único criterio relevante es la nacionalidad del emisor sin tener en cuenta donde es colocada la emisión.

Una vez definido el activo del mercado objeto de estudio, es importante hacer una revisión de cuáles son los estudios en los que se han realizado análisis sobre el mismo. En la literatura encontramos diversos trabajos que estiman los modelos explicativos del *spread* de las emisiones de eurobonos a través de regresiones estimadas por MCO (Mínimos Cuadrados Ordinarios), como el trabajo de Kidwell *et al.* (1985) el cual obtiene un poder explicativo del 60% sobre el *spread* de las emisiones. En dicho modelo incluyen como variables explicativas: tamaño, *rating*, *call*, tipo de interés, volatilidad, método de negociación, tipo de emisor, y tipo de emisión, presentando todas ellas los signos adecuados y siendo la mayoría significativas.

Finnerty y Nunn (1985) estiman por MCO un modelo explicativo del *spread* para diferentes muestras de eurobonos, según el tipo de *rating* que presentan los mismos. De este modo, obtienen un modelo con una capacidad predictiva del 45% aproximadamente a partir del tamaño, el cupón y el crecimiento del PIB, siendo las tres significativas para los eurobonos con *rating* Aa y A.

Bradley (1991) establece un modelo muy completo para explicar todos los factores depen-

dientes de los precios de los eurobonos en dólares. Concretamente incluye los siguientes factores: presencia de *market makers*, tipo de títulos, tipo de emisor, *rating*, garantía del título, *warrants*, liquidez, tamaño, nacionalidad, forma de registro, frecuencia del cupón, emitido en las Antillas Holandesas, mínima denominación y el tipo de cambio. De todos ellos, los seis primeros son significativos y el resto no lo son, concluyendo que, en general, hay una gran dispersión entre los precios de unos emisores y otros, por lo tanto el reconocimiento del nombre del emisor parece ser un factor importante en la valoración de los eurobonos en dólares.

Adedeji y McCosh (1995), partiendo de otros trabajos publicados en la literatura, tratan de explicar la rentabilidad a vencimiento de una muestra de corte transversal de eurobonos, utilizando las siguientes variables explicativas: vencimiento, *rating*, seguridad, influencia del país y frecuencia del pago de intereses. Concluyendo que la influencia del país del emisor es realmente determinante en el nivel de rentabilidad fijado en la emisión, es decir, Japón emite mucho más barato frente a Australia, Canadá, Francia, Alemania, Italia, Reino Unido y EEUU.

Clare *et al.* (2000) estima por MCO un modelo que identifica los factores de riesgo para 20 carteras de eurobonos, obteniendo un poder explicativo desde un 32% a un 66% a partir de las siguientes variables: índice de mercado de valores, *spread*, inflación, producción industrial, *rating* y el tipo de cambio efectivo del dólar. En su trabajo encuentran que el *rating* y el tipo de cambio tienen un coeficiente positivo, mientras que el *spread*, la inflación y el índice de valores tienen un signo negativo, siendo todos ellos significativos al 95%.

Por último, Amira (2004) examina los factores del *spread* de los eurobonos emitidos por 38 soberanos diferentes entre los años 1991 y 2000. Concretamente el estudio se basa en la estimación por MCO de una regresión lineal cuyas variables explicativas son: vencimiento, tamaño, experiencia del emisor, comisiones, número de managers, *rating* y variables económicas. Los resultados presentan una buena bondad del ajuste ($R^2=0,83$) y sugieren que el vencimiento, tamaño y comisiones están positivamente relacionadas con el *spread*, mientras que el *rating* y el número de managers están negativamente. No

siendo significativas la experiencia del prestatario y la frecuencia de emisión.

Como podemos observar en los diferentes trabajos, en la literatura no existe unanimidad para determinar qué variables son explicativas del *spread* en una emisión de eurobonos, además de que los modelos presentan un poder explicativo muy disperso entre los mismos. En el estudio empírico presentado se considera tanto las variables financieras como las macroeconómicas más importantes dentro del segmento del mercado primario de eurobonos a tipo fijo.

MODELOS DE PREDICCIÓN NO PARAMÉTRICOS

Como es sabido, los problemas de estimación y predicción pueden ser tratados por una gran variedad de técnicas estadísticas que, dependiendo del conocimiento o no de la forma funcional que explica la variable dependiente, se clasifican en paramétricos y no paramétricos. Los modelos paramétricos parten de una función de distribución conocida y reducen el problema a estimar los parámetros que mejor ajusten las observaciones de la muestra. Dichos modelos resultan muy potentes cuando el proceso generador de datos sigue la distribución propuesta, aunque pueden llegar a ser muy sensibles frente a la violación de las hipótesis de partida cuando se utilizan muestras de reducido tamaño.

Con objeto de salvar ésta y otras limitaciones, se emplean los denominados modelos no paramétricos, conocidos también como métodos de distribución libre, debido a que no se encuentran sujetos a ninguna forma funcional. Dichos modelos presentan pocas restricciones, por tanto en ocasiones resultan más fáciles de aplicar que los paramétricos y permiten “reconstruir” la función de distribución en todo tipo de situaciones, incluidas aquellas en las que la forma funcional sea sencilla y conocida (por ejemplo, lineal).

Dadas las características del problema objeto de estudio (determinación del *spread* a partir de un conjunto de variables financieras y macroeconómicas), los modelos paramétricos podrían parecer poco flexibles para ajustarse a todo tipo de situaciones. Por otra parte, y en lo que respecta a su capacidad predictiva, existen algunos estudios que demuestran su inferioridad frente a

los modelos no paramétricos (Tam y Kiang, 1992; Altman *et al.*, 1994).

En el análisis empírico se utiliza el algoritmo RLP, modelo no paramétrico que, recientemente, ha sido utilizado con éxito en problemas de clasificación⁴. Se propone estudiar su precisión como modelo de regresión con objeto de determinar la potencia en la predicción del *spread* de las emisiones de eurobonos a tipo fijo.

REGRESIÓN LOCALMENTE PONDERADA (RLP)

La *Regresión Localmente Ponderada* analiza los problemas de predicción ajustando una curva localmente a los datos. Este tipo de ajuste proporciona una estimación de la variable respuesta con menor variabilidad que la respuesta realmente observada, por ello el resultado de este procedimiento se denomina alisado. El alisado multivariante es una simple extensión del método de alisado univariante, introducido por Cleveland (1979).

El procedimiento de RLP permite ajustar una superficie de regresión a los datos a través de un alisado multivariante. De esta forma, la variable dependiente es alisada como una función de las variables independientes de manera móvil, similar a como se calcula una media móvil de una serie temporal. Suponemos que el proceso generador de datos es:

$$y_i = g(x_i) + \varepsilon_i \quad (1)$$

donde y_i es la variable dependiente, siendo $i=1, 2, \dots, n$; $x_i = (x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{ip})$ donde p son las variables independientes, siendo $i=1, 2, \dots, n$; ε_i son las variables aleatorias independientes, $\varepsilon_i \sim N(0, \sigma^2)$.

En la ecuación (1), también supondríamos que $g(x)$ pertenece a una clase de funciones paramétricas, tales como las polinomiales. En este caso, únicamente consideramos que $g(x)$ es una función alisada de variables independientes, puesto que, mediante el ajuste local podemos estimar una amplia tipología de funciones alisadas, mucho mayor de las que podríamos esperar estimar a partir de cualquier clase específica de funciones paramétricas.

El método RLP consiste en construir la función alisada $g(x)$ en cada punto del siguiente modo:

- 1) Tomar un ejemplo x y buscar los q “vecinos” más próximos a dicho punto, constituyendo así una vecindad $N(x)$ (en términos de similitud de los atributos de ambos ejemplos, tomando para ello la distancia euclídea de los atributos). El número de vecinos q se especifica como un porcentaje, f , de la cantidad total de observaciones n , $f = q/n$.
- 2) Calcular la distancia máxima entre x y cualquier punto del vecindario.
- 3) Asignar pesos a cada uno de los puntos de la vecindad $N(x)$ a través de la función de ponderación tri-cúbica. Estos puntos se ponderan dependiendo de su distancia respecto de x . Los puntos próximos a x poseen pesos elevados; por el contrario, a los puntos alejados de x se les asignan ponderaciones bajas.
- 4) Sobre la base de estos pesos asignados se ajusta, mediante mínimos cuadrados ponderados, una función (lineal o cuadrática) $g(x)$ sobre el vecindario $N(x)$. Con ello se obtiene el valor ajustado $\hat{g}(x)$.
- 5) Repetir todos los pasos anteriores para cada valor de la variable predictora para el cual se desea obtener $\hat{g}(x)$.

PROBLEMA DEL SOBREAprendizaje: MÉTODO DE VALIDACIÓN CRUZADA

El problema que presenta el algoritmo RLP, y además común al resto de los métodos no paramétricos, es el *sobreaprendizaje*: el modelo memoriza las observaciones de la muestra siendo incapaz de extraer las características más importantes, lo que le impedirá “generalizar adecuadamente”, obteniendo resultados erróneos en los casos no contemplados con anterioridad⁵.

Con objeto de evitar el *sobreaprendizaje* se viene utilizando, entre otros⁶, el método de *validación cruzada* propuesto por Stone (1974) que, como se observará en la sección de resultados, empleamos para elegir la estructura idónea de la RLP, es decir, aquella que facilite la obtención de una adecuada generalización del problema que estamos analizando. El proceso se estructura en los siguientes pasos:

- 1) Las observaciones pertenecientes a la muestra se dividen en dos: un conjunto de entrenamiento, que sirve para ajustar el modelo, y un conjunto de contraste empleado para validarlo.
- 2) El conjunto de entrenamiento se divide aleatoriamente en 10 particiones distintas.
- 3) Por rotación, un conjunto de 9 particiones se utiliza para estimar el modelo con un número de parámetros determinado, y la décima partición para contrastar su capacidad predictiva.
- 4) El paso 2 se repite diez veces, de forma que el algoritmo, utilizando distintas estructuras, va a ser entrenado y validado con 10 pares distintos de conjuntos de entrenamiento y contraste. Siendo la estructura óptima aquella que minimice el error de predicción a lo largo de los 10 conjuntos de contraste (a este error se le denomina *error de validación cruzada*, EVC).
- 5) Elegida la estructura óptima, se utilizará toda la muestra para reentrenar el modelo, de manera que se entrenará y validará con los conjuntos totales para obtener el error de predicción (EP). Puesto que el EVC es un estimador insesgado del error de predicción del modelo elegido (EP), el modelo seleccionado tendrá también una capacidad de generalización óptima cuando sea empleado con observaciones no presentes en el conjunto de entrenamiento.

VARIABLES Y MUESTRA

Los eurobonos objeto de análisis son únicamente a tipo fijo, por ser los más importantes dentro de los mercados de renta fija internacionales y, además, porque es interesante su carácter de mercado “casi perfecto”. Dicho carácter es debido a sus particularidades sobre la exención de impuestos, emisiones anónimas de gran tamaño e inexistencia de un organismo regulador.

El estudio de los precios de las emisiones de eurobonos, siguiendo a Finnerty y Nunn (1985), Kidwell *et al.* (1985) y Martí (2001), está fundamentado en la construcción de modelos donde se considera como variable dependiente el *spread* de las emisiones en el mercado primario

y como independientes una serie de características propias de la emisión y del emisor.

El diferencial o *spread* sobre la *TIR* (tasa interna de rendimiento) es definido como la diferencia entre la rentabilidad de un título con riesgo (*TIR*) y el tipo libre de riesgo (*swap*⁷). En las emisiones de eurobonos, constituye normalmente el factor más importante de remuneración para los inversores y, en consecuencia, el principal elemento de negociación con el emisor.

$$\text{Spread} = \text{TIR} - \text{swap} \quad (2)$$

Actualmente no existe unanimidad para fijar una rentabilidad de referencia en el mercado de eurobonos. Por un lado, la rentabilidad se puede referenciar al bono de emisores soberanos, fundamentalmente el *Treasury Bond* USA. Otra alternativa, es la utilización de la curva *swaps*, como tipo de referencia en las emisiones de eurobonos. Desde un punto de vista teórico, el valor mínimo al que cotiza un *swap* de tipos de interés se podría expresar como la rentabilidad ofrecida por la deuda pública a un plazo equivalente de la vida del *swap*, más una prima de riesgo en función de la calidad crediticia de la contraparte y una prima por iliquidez⁸, en el caso de manifestarse este último riesgo en el segmento de mercado correspondiente. En el análisis realizado, se ha considerado interesante utilizar el *swap* asociado a cada emisión.

La *TIR* de una emisión no siempre es superior al *swap*, es decir, un emisor puede fijar la rentabilidad por debajo del nivel imperante en el mercado de *swap* y en tal caso se está beneficiando de una situación aventajada, emitiendo así de forma más rentable (desde el punto de vista del emisor).

Tras la variedad de modelos encontrados para la explicación del *spread*, esta investigación incorpora un conjunto de hipótesis referentes tanto a variables financieras como macroeconómicas, determinando el modelo que supone la base del estudio empírico. La selección de dichas variables ha sido realizada siguiendo, en todo momento, los postulados teóricos sobre los precios de los eurobonos.

$$\text{Spread} = f(\text{rating, tamaño, duration, T. interés, PIB, riesgo país}) \quad (3)$$

VARIABLES FINANCIERAS

♦ *Hipótesis 1: El papel del rating.* El *rating* es una variable importante y tradicionalmente utilizada en la literatura para la formación del *spread* de una emisión de bonos (Leibowitz *et al.*, 1990; Duffee, 1998; Datta *et al.*, 1999; Okashima y Fridson, 2000). Se entiende que un eurobono perteneciente a un emisor con alta calificación crediticia tendrá un *spread* reducido (existe una relación inversa entre el *spread* y el *rating*), debido a que el inversor no está sopor-tando demasiado riesgo de impago. Siguiendo a Kish *et al.* (1999) podemos definir el *rating* como la variable que permite valorar la probabilidad de insolvencia de una emisión de bonos, mostrando la evidencia empírica que es un buen predictor de impagos en promedio.

La investigación realizada cuantifica el *rating* siguiendo un estudio realizado por Theobald (1997) relacionado con el riesgo crediticio de la deuda soberana y supranacional en el mercado de bonos corporativos de EEUU a 10 años. Para ello, se ha construido una función con variaciones muy pequeñas en los valores asignados al grado de inversión, mientras que van incrementándose en los valores pertenecientes al grado especulativo de la escala, resolviendo así mediante una exponencial⁹ el recorrido asignable al *rating*.

♦ *Hipótesis 2: El papel del tamaño de la emisión.* Desde el punto de vista del emisor, el tamaño de la emisión viene determinado por sus necesidades de financiación, así como por las oportunidades existentes en cada momento en el mercado. Los prestatarios deben considerar la magnitud de la emisión en relación con las mane-jadas en diferentes mercados. De esta forma, en Nueva York y Londres, es habitual realizar emisiones de gran tamaño (200 millones de dólares), por lo que el coste de la operación es menor que en otros mercados donde las emisiones de dicho tamaño son menos frecuentes.

Sin embargo, desde el punto de vista de los inversores un mayor tamaño tiende a garantizar-les un mejor grado de liquidez de la emisión en el mercado secundario, haciéndola más atractiva. De manera que dicha variable está inversamente relacionada al *spread*, puesto que a mayor tamaño el emisor puede presionar a la baja la rentabilidad y obtener un menor diferencial.

Por otra parte, en el caso de las emisiones privadas (con volumen inferior a 100 millones de dólares), al estar adaptadas a las condiciones requeridas por el inversor, dan lugar a un margen de negociación más amplio sobre la rentabilidad de la emisión. Así, en esta situación el volumen sería una variable directamente relacionada con el *spread*.

♦ *Hipótesis 3: El papel de la duration.* La *duration* es el instrumento financiero adecuado para capturar el riesgo de mercado, reflejando de esta forma la verdadera “vida media” de un título. Representa una media ponderada de los vencimientos de los préstamos individuales correspondientes a cada pago futuro (Clark *et al.*, 1993). Por este motivo, la *duration*¹⁰ de un bono con pago periódico de cupones y un período de amortización finito y superior a la unidad, es menor que su período de amortización¹¹.

En el trabajo consideramos una ETTI (Estructura Temporal de los Tipos de Interés) plana con el fin de superar determinadas limitaciones de la *duration*¹², de tal manera que la actualización de todos los cupones es realizada a través de la *TIR* de la emisión (es decir, una tasa idéntica para todos los años). Desde un punto de vista teórico, tal y como muestran en su investigación Litterman e Iben (1991), la *duration* es una variable directamente relacionada con el *spread*, porque cuanto más tiempo transcurre hasta el vencimiento, la emisión tiene más riesgo de insolvencia.

Normalmente, existen en el mercado emisiones de eurobonos con una *duration* entre 1 y 30 años. En el conjunto de las 2.653 emisiones de la muestra la *duration* media es de 4,14 años, siendo su desviación y varianza muy reducidas, por lo que hay mucha concentración alrededor de la media.

Dado que el ámbito del estudio son los mercados financieros internacionales, también se han incluido como variables explicativas del *spread* aquellas que informan sobre la situación macroeconómica del país del emisor.

VARIABLES MACROECONÓMICAS

♦ *Hipótesis 4: El papel del tipo de interés.* El nivel del tipo de interés es uno de los factores que refleja la situación macroeconómica de un

país. De esta forma, si los emisores de eurobonos están ubicados en un país con alto tipo de interés, la situación de riesgo que esto conlleva deberá ser compensada en una emisión de eurobonos con mayor *spread*, de forma que sea atractiva para los inversores. En la literatura diversos estudios han demostrado la influencia positiva y significativa del tipo de interés como variable explicativa del *spread*, por ejemplo Barnhill *et al.* (2000). En el trabajo que presentamos, para cada uno de los países de la muestra, el tipo de interés está referenciado al de los depósitos bancarios anuales, por ser un tipo muy correlacionado con el de los mercados monetarios y de capitales.

♦ *Hipótesis 5: El papel del PIB.* En épocas de expansión económica, en las que los beneficios empresariales aumentan de forma generalizada, las compañías tendrán menos dificultades para satisfacer sus compromisos financieros. Además, suelen haber revisiones al alza en el *rating* de las empresas, por ello, la prima de riesgo exigida por los inversores será más reducida y disminuirá en mayor proporción para las empresas de peor calidad crediticia.

♦ *Hipótesis 6: El papel del riesgo país.* Algunos autores (Solnik, 1996; Scholtens, 1999) definen el riesgo país como la posibilidad de que el conjunto de los prestatarios de una determinada nación sean incapaces, en los momentos previamente establecidos para ello, de pagar los intereses y/o devolver el principal de sus deudas a sus acreedores extranjeros.

Aunque existen diversas revistas especializadas¹³ en los mercados financieros internacionales que se ocupan de publicar clasificaciones de países en función de distintos indicadores, se ha optado por los datos de *Euromoney*. Dicha publicación basa su sistema de clasificación en una combinación de datos objetivos e información subjetiva, esta última obtenida a través de una muestra de especialistas. Con esta forma de proceder se pretende atacar el problema que plan-

tea la diversidad de los distintos países analizados, así como la distinta cantidad y calidad de información disponible en ellos. Según la cuantificación del riesgo país efectuada por *Euromoney*, el país con una puntuación mejor es el que menos riesgo está soportando, y por lo tanto, daría lugar a un menor *spread* en la emisión del país correspondiente. Es importante no confundir el riesgo país con la variable *rating*, dado que éste sólo pondera el 10% en la elaboración del riesgo país, según la metodología de *Euromoney* utilizada en el desarrollo del trabajo.

Expuestas las hipótesis de partida, se calcula la matriz de correlación entre las variables consideradas (tabla 1), con objeto de identificar que realmente se cumplen los signos establecidos en las hipótesis y la inexistencia de fuertes correlaciones entre las mismas.

En la matriz de correlación se comprueban los signos que existen entre el *spread* y el resto de variables. La *duration*, el volumen y el tipo de interés son directamente proporcionales al *spread*, mientras que el *rating*, el PIB y el riesgo país son inversamente proporcionales. Por otra parte, las correlaciones existentes entre las variables no son elevadas salvo en el caso del riesgo país y el *rating*, siendo un resultado muy coherente desde un punto de vista económico, ya que el riesgo país tiene en cuenta la calificación crediticia de los emisores de su nación. No obstante, se considera interesante mantener ambas variables en el estudio del *spread*.

A continuación el modelo (3) ha sido estimado por MCO pudiendo concluir que dichas hipótesis anteriormente citadas se cumplen y permiten la elaboración óptima del trabajo empírico planteado en el estudio.

En la tabla 2 se observa como el conjunto de variables financieras y macroeconómicas, consideradas en el modelo dan lugar a una buena estimación del *spread*, $R^2=0,727$. Los resultados obtenidos de los coeficientes de cada variable indican que la *duration* es la variable más influ-

Tabla 1.- Matriz de correlación de las variables

	SPREAD	DURATION	RATING	VOLUMEN	T.INTERÉS	PIB	R. PAÍS
<i>Spread</i>	1,000	0,0638	-0,4443	0,0210	0,2858	-0,0107	-0,5165
<i>Duration</i>	0,0638	1,0000	-0,0426	0,0622	0,0339	0,0684	-0,0411
<i>Rating</i>	-0,4443	-0,0426	1,0000	-0,0583	-0,7465	-0,1218	0,8131
Volumen	0,0210	0,0622	-0,0583	1,0000	0,0599	0,0860	-0,0650
T. interés	0,2858	0,0339	-0,7465	0,0599	1,0000	0,1998	-0,6443
PIB	-0,0107	0,0684	-0,1218	0,0860	0,1998	1,0000	0,0403
R. país	-0,5165	-0,0411	0,8131	-0,0650	-0,6443	0,0403	1,0000

yente sobre el *spread* seguida del tamaño y el riesgo país.

Respecto al *rating*, su significatividad ha sido analizada para cada una de las categorías del mismo a través de *dummies* cuya variable de referencia es la AAA. Todas ellas han resultado ser significativas respecto al *spread*, y su signo positivo ha de ser interpretado por cuanto pagan de más respecto a la AAA las categorías que se sitúan por debajo de la misma.

Tabla 2.- Resultados de la estimación por MCO

VARIABLE	COEFICIENTE	T-STUDENT
Constante	2,899	10,1
<i>Duration</i>	0,67	14,2
Tamaño	0,05	2,6
<i>Daa1</i>	0,06	1,89
<i>Daa2</i>	0,20	6,84
<i>Daa3</i>	0,18	6,05
<i>Da1</i>	0,34	9,36
<i>Da2</i>	0,54	10,6
<i>Da3</i>	0,45	6,39
<i>Dbaa1</i>	0,74	6,82
<i>Dbaa3</i>	1,05	5,17
<i>Dba1</i>	2,89	18,6
<i>Dba2</i>	2,02	13,9
<i>Dba3</i>	2,11	13,3
<i>Db1</i>	1,01	4,3
<i>Db2</i>	0,77	3,01
PIB	-0,03	-3,58
Tipo interés	0,01	6,18
Riesgo país	-0,04	-12,4
$R^2=0,727$		
$F = 388,7$		

En cuanto a la muestra, la investigación está fundamentada en un conjunto de 2.653 emisiones de eurobonos a tipo fijo, negociadas en el mercado primario durante el periodo 1995-1999.

Todas ellas han sido obtenidas de la base de datos *Reuters*, estableciendo para su extracción los siguientes criterios de selección: a) emisiones sin cláusulas de amortización anticipada, ni otro tipo de amortización periódica, b) emisiones con cupón y principal denominados en la misma moneda, y c) emisiones pertenecientes a los sectores bancos, Estado, empresas y servicios financieros. En la muestra es el sector bancos el que incluye un mayor número de emisiones (59%), seguido del Estado (20,27%), y el resto lo forman el sector empresas (12,89%) y servicios financieros (7,84%).

El mercado de eurobonos está caracterizado por ser *off-shore*, ya que no conoce fronteras en la realización de sus emisiones. Es por ello que en la muestra existen emisores pertenecientes a 22 países diferentes. De todos ellos, únicamente

5 emisores pertenecen a países emergentes y 17 a países desarrollados. Y, dentro de éstos últimos, los que han realizado un mayor número de emisiones son EEUU y Alemania con un 22,07% y 21,5% del total de emisiones, respectivamente.

Las emisiones, en general, están bastante distribuidas entre las carteras¹⁴ de la muestra; la que mayor porcentaje representa, con un 8,11%, es la perteneciente al emisor “General Electric Capital Corp”, siendo clasificada como una empresa americana. Y en segundo lugar, se encontraría el banco de Reino Unido “Abbey National Treasury Services Plc” representando sus emisiones un 4,41% del total de las mismas.

La cantidad de emisiones realizadas de un año a otro no presenta una diferenciación significativa. El año en que se realizaron un mayor número de emisiones fue en 1996, con un 24,31% sobre el total, y el que menos en 1998 con un 17,53%. Esto significa que el número de emisiones realizadas por éstos no varía considerablemente de un año a otro, pues la muestra se compone de los mismos emisores todos los años.

RESULTADOS

El algoritmo RLP se ha utilizado con el objetivo de predecir el *spread* de las emisiones de eurobonos realizadas durante el periodo 1995-1999. El modelo utilizado es no paramétrico, por lo que resulta necesario en primer lugar encontrar la parametrización más adecuada para, de este modo, evitar el problema del *sobreaprendizaje*, característico de casi todas las técnicas no paramétricas.

Como hemos mencionado, se emplea el procedimiento de *validación cruzada* propuesto por Stone (1974) para evitar los problemas causados por la sobreparametrización y poder obtener generalizaciones eficientes. El parámetro que determina la complejidad del modelo RLP es el tamaño del vecindario, *f*.

Las observaciones de cada uno de los sectores analizados han sido divididas en dos conjuntos, de entrenamiento y contraste, reservando el de contraste para obtener el EP. La submuestra de entrenamiento se ha combinado formando 10 pares no solapados de entrenamiento y contraste, con objeto de calcular el EVC que determinará la estructura óptima del modelo. Las tablas de EVC han sido calculadas para cada sector en que se

divide la muestra, permitiéndole obtener el EP que determinará la precisión del algoritmo.

El procedimiento seguido para la determinación de la estructura óptima y, de este modo, poder evitar el problema del *sobreaprendizaje*, es el siguiente. En primer lugar, se obtiene el EVC sin establecer ninguna proporción al vecindario, f . Posteriormente, utilizando distintos valores de f , y para cada uno de los sectores analizados, comprobando que el *sobreaprendizaje* no resulta significativo, aunque no por ello la *validación cruzada* ha dejado de ser relevante en la determinación de la estructura óptima¹⁵.

Seguidamente, con objeto de determinar la precisión del modelo sobre cada uno de los sectores se ha calculado el EP (utilizamos el error cuadrático medio (ECM) por ser más coherente con la metodología utilizada). En la tabla 3 se muestran los EP por sectores, observando que el algoritmo presenta menor exactitud en la predicción del *spread* de las emisiones de las empresas (1,6949), mientras que su comportamiento en el resto de emisiones resulta más preciso.

Desde un punto de vista teórico, el resultado es coherente con la literatura del mercado de eurobonos, debido a que las empresas son los emisores más inestables del mercado con respecto a la frecuencia de emisión¹⁶, además de tener una menor solvencia y estabilidad financiera que el resto de sectores. Todo ello se refleja indirectamente en la capacidad de predecir el *spread* de las emisiones, resultando que el algoritmo RLP obtiene menor error en los sectores bancos, servicios financieros y Estados.

Tabla 3.- Errores de predicción: ECM

	ECM	
	Entren.	Test
Bancos	0,0925	0,0685
Empresas	1,1168	1,6949
Serv.Financieros	0,5528	0,2247
Estados	0,6108	0,3879

NOTA: Los valores del ECM están multiplicados por 10².

Una vez obtenida la estructura óptima, se ha calculado el error absoluto medio (EAM) con objeto de determinar cual sería la probabilidad de que el modelo cometiera un error superior a él en sus estimaciones y así poder determinar, de forma más precisa, el comportamiento del modelo RLP en la muestra utilizada.

Según los resultados de la tabla 4, se observa que en el sector empresas y servicios financieros

la probabilidad de cometer un error superior al EAM (26,21% y 27,41% respectivamente) es menor que en los bancos y los soberanos. Sin embargo, comparando los resultados del EAM con la mediana del *spread* en cada sector, se comprueba como el EAM de los bancos es bastante menor que el valor de su mediana. Así, el error cometido en este sector no resulta significativo, porque los valores de sus *spreads* son bastante más elevados. Por ello, no es de extrañar que para este sector la probabilidad de cometer un error superior a su EAM es del 31,45%, superior a las empresas y servicios financieros cuyos errores son significativos.

Esta evidencia refuerza los resultados obtenidos en la tabla 3 e indica que RLP resulta más preciso en la predicción del *spread* de las emisiones de los bancos.

Tabla 4.- Errores de predicción: EAM

	PROBABILIDADES		EAM	
	Entrenam.	Test	Entrenam.	Test
Bancos	28,70%	31,45%	0,0107	0,0106
Empresas	27,61%	26,21%	0,0422	0,0431
Serv.Financieros	23,97%	27,41%	0,0331	0,0278
Estados	31,09%	37,57%	0,0475	0,0463

Tabla 5.- Estadísticos descriptivos del *spread*

	SPREAD			
	Bancos	Empresas	Serv.Financ.	Estados
Mínimo	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100
Máximo	0,5000	1,3000	0,7000	0,8000
Media	0,0302	0,0438	0,0428	0,0515
Desviación	0,0109	0,0422	0,0283	0,0477
Varianza	0,0008	0,0138	0,0052	0,0059
Mediana	0,0250	0,0186	0,0275	0,0233

CONCLUSIONES

En este trabajo se ha comprobado el buen comportamiento, en términos de predicción, del algoritmo de RLP en el contexto del mercado de eurobonos. Además, el procedimiento que con más frecuencia se utiliza para la identificación de modelos no paramétricos, la *validación cruzada*, ha permitido obtener la estructura óptima de RLP en cada uno de los sectores analizados. Sin embargo, el EVC no ha resultado ser un buen estimador del EP, tal y como establece la literatura.

En primer lugar, obtenemos el EVC para distintos tamaños del vecindario; primero sin establecer la proporción del mismo y posteriormente para $f = 0,2, 0,4, 0,6, 0,8$ y 1. Utilizando distintos

valores de f se comprueba que, para la muestra utilizada, el *sobreaprendizaje* no resulta significativo, por lo que la *validación cruzada* ha sido relevante en la determinación de la estructura óptima.

El modelo RLP aplicado sobre la muestra de emisiones de eurobonos pertenecientes a los bancos, servicios financieros y soberanos ha resultado ser más preciso que en el caso de las empresas. Además, en el caso de los bancos, aunque la probabilidad de cometer un error superior a su EAM es mayor que en el caso de los servicios financieros, como su EAM no es significativo, refleja que el modelo resulta más potente en la predicción del *spread* referente a las emisiones del sector bancos.

Los resultados obtenidos son coherentes con la literatura del mercado de eurobonos, ya que las emisiones de los bancos presentan una gran estabilidad en sus variables financieras y macroeconómicas, además de ser muy estables en la frecuencia en que realizan sus emisiones. Todo

ello facilita la predicción de su *spread*. Sin embargo, el algoritmo RLP en la predicción del *spread* de las emisiones del sector Estado que, a priori también ostentan una imagen de solidez financiera, no ha resultado adecuado ya que el error cometido en sus estimaciones es demasiado elevado para ser aceptado como un modelo de predicción.

La clasificación de la muestra en cuatro sectores: bancos, Estados, servicios financieros y empresas ha permitido la comparación de la exactitud del RLP en la predicción de una variable que es determinante para los emisores. Dichos agentes necesitan fijar el precio de la emisión competitivamente en el mercado, para garantizar su colocación y obtener el máximo beneficio en sus transacciones financieras.

Estimar anticipadamente el *spread* de las emisiones de eurobonos con un mínimo error facilita al emisor la toma de decisión en la conveniencia de proceder o no a la realización de la misma en unas óptimas condiciones.

ANEXO

Tabla 1.- EVC y EP del sector bancos

Conj.	ESTRUCTURAS DEL MODELO RLP											
	Sin f		$f=0,2$		$f=0,4$		$f=0,6$		$f=0,8$		$f=1$	
	Entren	Test	Entren	Test	Entren	Test	Entren	Test	Entren	Test	Entren	Test
1	0,1002	0,0099	0,1206	0,0251	0,1029	0,0153	0,0993	0,0109	0,1002	0,0099	0,1014	0,0122
2	0,0912	0,0945	0,0932	0,1070	0,0888	0,1018	0,0896	0,0976	0,0913	0,0933	0,0928	0,0896
3	0,0396	0,5806	0,0417	0,5841	0,0397	0,5796	0,0384	0,5781	0,0397	0,5805	0,0400	0,5706
4	0,0825	0,1760	0,0811	0,1702	0,0803	0,1714	0,0820	0,1769	0,0824	0,1749	0,0843	0,1703
5	0,1008	0,0106	0,1180	0,0597	0,1022	0,0187	0,0998	0,0107	0,1006	0,0105	0,1014	0,0122
6	0,1005	0,0108	0,1016	0,0184	0,0984	0,0127	0,0984	0,0110	0,1005	0,0107	0,1018	0,0100
7	0,0997	0,0177	0,1547	0,0305	0,0978	0,0195	0,0978	0,0174	0,0998	0,0178	0,1008	0,0179
8	0,0964	0,0461	0,1072	0,0585	0,0949	0,0505	0,0943	0,0476	0,0964	0,0461	0,0977	0,0454
9	0,1004	0,0109	0,1115	0,0376	0,0993	0,0182	0,0990	0,0109	0,1004	0,0109	0,1014	0,0114
10	0,1019	0,0067	0,1207	0,0289	0,1039	0,0129	0,1006	0,0067	0,1018	0,0066	0,1019	0,0077
E.V.C.	0,0913	0,0964	0,1050	0,1120	0,0908	0,1001	0,0899	0,0968	0,0913	0,0961	0,0923	0,0947
<i>E.PRED</i> 0,0925 0,0685												

NOTA: Todos los resultados están multiplicados por 10^2 . Probamos con valores intermedios de f y no aportaba información que fuera relevante, $f=0,1, 0,3, 0,5, 0,7, 0,9$.

Tabla 2.- EVC y EP del sector empresas

Conj.	ESTRUCTURAS DEL MODELO RLP											
	Sin f		$f=0,2$		$f=0,4$		$f=0,6$		$f=0,8$		$f=1$	
	Entren	Test	Entren	Test	Entren	Test	Entren	Test	Entren	Test	Entren	Test
1	1,2455	0,2047	2,3243	0,6575	1,3288	0,3189	1,2135	0,2291	1,2561	0,2291	1,3477	0,2323
2	1,2392	0,4683	2,0846	2,2609	1,2742	0,8496	1,2190	0,6079	1,2476	0,4429	1,3289	0,4283
3	1,1393	1,2347	1,4760	2,6490	1,1825	1,4803	1,0975	1,2082	1,1552	1,2342	1,2481	1,1730
4	0,9879	3,0779	1,6006	3,3427	0,9891	2,5703	0,9529	2,9266	0,9952	3,1033	1,0571	3,0919
5	1,2568	0,0664	17,0450	2659,2272	1,2128	0,5653	1,2128	0,1635	1,2678	0,0640	1,3619	0,1076
6	0,5773	7,1325	0,9339	6,4562	0,6333	6,6073	0,5673	6,9076	0,5821	7,1491	0,6248	7,2008
7	1,2405	0,2985	1,6348	1,3822	1,2604	0,7339	1,1980	0,3453	1,2527	0,2989	1,3390	0,3310
8	1,2510	0,0656	2,1424	1,3095	1,3182	0,2873	1,2134	0,1285	1,2604	0,0689	1,3628	0,0987
9	1,1860	0,7462	1,8663	1,4733	1,2539	0,9156	1,1599	0,7746	1,1968	0,7458	1,2900	0m7847
10	1,2718	0,0539	1,9692	0,2150	1,2992	0,0950	1,2357	0,0794	1,2769	0,0545	1,3648	0,0843
E.V.C.	1,1395	1,3349	3,3077	267,8974	1,1752	1,4423	1,1070	1,3371	1,1491	1,3391	1,2325	1,3532
<i>E.PRED</i> 1,1168 1,6949												

NOTA: Todos los resultados están multiplicados por 10^2 . Probamos con valores intermedios de f y no aportaba información que fuera relevante, $f=0,1, 0,3, 0,5, 0,7, 0,9$.

Tabla 3.- EVC y EP del sector servicios financieros

Conj.	ESTRUCTURAS DEL MODELO RLP												
	Sin f		$f=0,2$		$f=0,4$		$f=0,6$		$f=0,8$		$f=1$		
	Entren	Test	Entren	Test	Entren	Test	Entren	Test	Entren	Test	Entren	Test	
1	4,0641	2,6909	311,8030	11,4909	4,3108	3,5168	4,0562	2,9539	4,1149	2,7062	4,4759	2,8796	
2	6,6632	0,0286	106,1807	5,3685	6,3261	0,0241	6,4327	0,0246	6,7797	0,0325	7,6372	0,0618	
3	5,9767	0,5428	21,5481	0,7827	5,8306	0,5547	5,8315	0,5415	6,0378	0,5354	7,0860	0,5364	
4	6,3908	0,1874	37,3167	0,5717	6,0603	0,2163	6,2149	0,1961	6,4965	0,1929	7,5581	0,1309	
5	6,4101	0,1943	87,9739	28,8275	6,1955	0,2151	6,2305	0,2090	6,5047	0,1757	7,5669	0,1302	
6	6,2611	0,3502	140,3114	0,4505	6,0507	0,3600	6,0035	0,3701	6,3510	0,3081	7,4603	0,2420	
7	4,1929	2,4455	24,7454	27,8916	3,8657	2,2581	3,9511	2,3370	4,2015	2,4851	4,7073	2,6936	
8	6,5683	0,0848	44,0433	0,4543	6,3933	0,0654	6,3608	0,0800	6,6501	0,0868	7,5367	0,1539	
9	6,3125	0,4805	47,8869	1,4236	6,2290	0,6047	6,2350	0,4974	6,5176	0,4430	7,4370	0,3099	
10	6,6553	0,1243	11,38424	0,5670	6,4695	0,1634	6,4375	0,1178	6,7139	0,1408	7,5802	0,1209	
E.V.C.	5,9495	0,7129	83,3192	7,7828	5,7732	0,7979	5,7754	0,7327	6,0368	0,7106	6,9046	0,7259	
<i>E.PRED</i>										0,5528	0,2247		

NOTA: Todos los resultados están multiplicados por 10^2 . Probamos con valores intermedios de f y no aportaba información que fuera relevante, $f=0,1, 0,3, 0,5, 0,7, 0,9$.

Tabla 4.- EVC y EP del sector Estado

Conj.	ESTRUCTURAS DEL MODELO RLP												
	Sin f		$f=0,2$		$f=0,4$		$f=0,6$		$f=0,8$		$f=1$		
	Entren	Test	Entren	Test	Entren	Test	Entren	Test	Entren	Test	Entren	Test	
1	0,7099	0,6357	6,8267	6,3764	1,3348	1,2571	1,0154	0,9538	0,6218	0,5470	0,6189	0,5394	
2	0,5353	1,4491	4,4729	4,0874	0,9583	1,5214	0,7201	1,4192	0,4901	1,5420	0,4934	1,6924	
3	0,7636	0,6298	7,5774	10,6626	1,9902	2,8508	1,0789	1,2272	0,6603	0,4052	0,6479	0,2794	
4	0,6754	0,7392	6,9070	6,4053	1,6576	1,5185	0,9606	0,9229	0,6074	0,7131	0,6004	0,7483	
5	0,8965	0,6322	7,8217	7,3388	2,4769	2,0339	1,3001	0,9867	0,7392	0,4442	0,6611	0,1599	
6	0,7363	0,4075	6,6297	6,5325	1,4011	1,1428	0,9711	0,6915	0,6559	0,2855	0,6572	0,1999	
7	0,8063	0,5987	12,2216	11,9917	2,6251	2,5103	1,1439	1,0085	0,7063	0,4462	0,6569	0,2057	
8	0,5838	1,5264	6,9635	4,5592	1,2783	1,7874	0,8435	1,5806	0,5002	1,5573	0,4884	1,7388	
9	0,7439	0,6044	6,6400	8,6077	1,9042	2,2189	1,0367	1,0720	0,6545	0,3863	0,6580	0,1940	
10	0,6006	0,6602	3,2099	3,1814	0,9503	1,0380	0,6880	0,7525	0,5786	0,5814	0,6115	0,6068	
E.V.C.	0,7052	0,7883	6,9270	6,9743	1,6577	1,7879	0,9758	1,0615	0,6214	0,6908	0,6094	0,6364	
<i>E.PRED</i>										0,6108	0,3879		

NOTA: Todos los resultados están multiplicados por 10^2 . Probamos con valores intermedios de f y no aportaba información que fuera relevante, $f=0,1, 0,3, 0,5, 0,7, 0,9$.

NOTAS

- Este trabajo ha sido presentado en el 32 *Encuentro del Euro Working Group on Financial Modelling*, celebrado en Londres del 24 al 26 de abril de 2003 cuyas actas no han sido publicadas.
- Muestran unos resultados en una situación particular para la cual el modelo ofrece una buena capacidad predictiva, pero que en ningún caso respondería a su estructura óptima.
- A los bonos extranjeros se les denomina: bonos *yankee* (emitidos en EEUU), bonos *samurai* (emitidos en Japón), bonos *bulldog* (emitidos en Gran Bretaña) bonos *rembrandt* (emitidos en Holanda), bonos *matador* (emitidos en España), etc.
- Gorton y Schmid, 2000; Ma y Kanas, 2000; Carling *et al.*, 2001; Clements y Smith, 2001; Bonilla *et al.*, 2003.
- La aparición de este fenómeno puede atribuirse a dos causas: la sobreparametrización y la escasez de datos. Ver Puertas (2000)
- Existen diferentes alternativas, ver por ejemplo Olmeda y Barbe-Romero (1993).
- Considerado como la rentabilidad obtenida en el mercado de *swap* para la misma moneda de la emisión, la misma duración y la misma semana de la emisión.
- Actualmente, y sobretudo en la zona euro es difícil hallar una prima de iliquidez en un *swap*, porque se está utilizando con mucha frecuencia como referente de las emisiones de deuda.
- La función exponencial para la cuantificación del *rating* es $f(x) = 100,125 - 100 \cdot e^{-x/2,84}$ donde $x = 18,17, \dots, 0$ según la categoría *Aaa, Aa1, \dots, c*.
- La *duration* se calcula según el trabajo pionero de Macaulay (1938).
- Sólo la *duration* es igual al periodo de amortización cuando el cupón es cero, o cuando el bono tiene pago periódico de cupones pero queda un sólo vencimiento pendiente.
- Ver Meneu *et al.* (1992).
- Entre otras cabe destacar "Euromoney" e "Institutional Investor".
- Una cartera es el conjunto de emisiones realizadas por un mismo emisor.

15. Ver tablas y figuras de los EVC y EP del anexo.
16. En la elaboración de la base de datos sólo se incluyó aquellos emisores que han realizado al menos una emisión en cada año del periodo muestral, condición que redujo la muestra del sector empresas considerablemente.

BIBLIOGRAFÍA

- ADEDEJI, A.; MCCOSH, M. (1995): "Determinants of Eurobonds Yield", *Journal of Business Finance and Accounting*, 22, (8), pp. 1107-1124.
- ALTMAN, E.; MARCO, G.; VARETTO, F. (1994): "Corporate Distress Diagnosis: Comparisons using Linear Discriminant Analysis and Neural Networks", *Journal of Banking and Finance*, vol. 18, pp. 505-529.
- AMIRA, K. (2004): "Determinants of Sovereign Eurobonds Yield Spread", *Journal of Business Finance Accounting*, vol. 31, pp. 795-820.
- BACK, B.; LAITINEN, T.; SERE, K.; WEZEL, M. (1995): "Choosing Bankruptcy Predictors Using Discriminant Analysis, Logit Analysis, and Genetic Algorithms", en G.J. Sierra y E. Bosón [ed.]: *Artificial Intelligence in Accounting, Finance and Tax*, pp. 377-356. Huelva: J. Carrasco.
- BARNHILL, T.M.; JOUTZ, F.L.; MAXWELL, W.F. (2000): "Factors Affecting the Yields on Noninvestment Grade Bond Indices: A Cointegration Analysis", *Journal of Empirical Finance*, vol. 7, pp. 57-86.
- BONILLA, M.; OLMEDA, I.; PUERTAS, R. (2003): "Modelos paramétricos y no paramétricos en problemas de *credit scoring*", *Revista Española de Financiación y Contabilidad*, vol. 36, pp. 833-869.
- BRADLEY, F. (1991): "Neglected Factors in the Market Pricing of Eurodollar Bonds", *The Journal of Portfolio Management*, (Winter), pp. 62-73.
- CARLING, K.; JACOBSON, T.; ROSZBACH, K. (2001): "Dormancy Risk and Expected Profits of Consumer Loans", *Journal of Banking and Finance*, vol. 25, pp. 717-739.
- CLARE, A.D.; CURRIM, M.; PRIESTLEY, R.; THOMAS, S.H. (2000): "Modeling the Risk Premium on Eurodollar Bonds", *The Journal of Fixed Income*, (marzo), pp. 61-74.
- CLARK, E.; LEVASSEUR, M.; ROUSSEAU, P. (1993): *International Finance*. 3ª ed. Chapman and Hall.
- CLEMENTS, M.P.; SMITH, J. (2001): "Evaluating Forecasts from SETAR Models of Exchange Rates", *Journal of International Money and Finance*, vol. 20, pp. 133-148.
- CLEVELAND, W.S. (1979): "Robust Locally Weighted Regression: An Approach to Regression Analysis by Local Fitting", *Journal of the American Statistical Association*, vol. 83, pp. 596-610.
- DATTA, S.; ISKANDAR-DATTA, M.; PATEL, A. (1999): "Bank Monitoring and the Pricing of Corporate Public Debt", *Journal of Financial Economics*, vol. 51, pp. 435-449.
- DUFFEE, G. (1998): "The Relation between Treasury Yields and Corporate Bond Yield Spreads", *Journal of Finance*, vol. 53, pp. 2225-2241.
- FINNERTY, J.E.; NUNN, K.P. (1985): "The Determinants of Yield Spreads on US and Eurobonds", *Management International Review*, vol. 25, pp. 23-33.
- GARCÍA, L.; JANNONE, N. (1999): *La deuda autonómica en los mercados de capitales*. Madrid: Cívitas.
- GORTON, G.; SCHMID, F.A. (2000): "Universal Banking and the Performance of German Firms", *Journal of Financial Economics*, vol. 58, pp. 29-80.
- KIDWELL, D.; MARR, M.W.; THOMPSON, G.R. (1985): "Eurodollar Bonds: Alternative Financing for U.S. Companies", *Financial Management*, vol. 14, pp. 18-27.
- KISH, R.; HOGAN, K.M.; OLSON, G. (1999): "Does the Market Perceive a Difference in Rating Agencies?", *The Quarterly Review of Economics and Finance*, vol. 39, pp. 363-377.
- LEIBOWITZ, M.; KRASKER, W.; NOZARI, A. (1990): "Spread Duration: A New Tool for Bond Portfolio Management", *The Journal of Portfolio Management*, pp. 46-53.
- LEVI, M. (1997): *Finanzas internacionales*. 3ª ed. México: McGraw Hill.
- LITTERMAN, R.; IBEN, T. (1991): "Corporate Bond Valuation and the Term Structure of Credit Spread", *The Journal of Portfolio Management*, (Spring), pp. 52-64.
- MA, Y.; KANAS, A. (2000): "Testing for Nonlinear Granger Causality from Fundamentals to Exchange Rates in the ERM", *Journal of International Financial Markets, Institutions & Money*, vol. 10, pp. 69-82.
- MACAULAY, F.R. (1938): *Some Theoretical Problems by the Movements of Interest Rates, Bonds, Yields and Stock Prices in the United States Since 1856*. New York: Columbia University Press.
- MARTÍ, M.L. (2001): *El spread en el mercado de eurobonos: la eficiencia de los emisores en el mercado primario*. (Tesis doctoral). Universidad de Valencia.
- MENEU, V.; NAVARRO, E.; BARREIRA, M.T. (1992): *Análisis y gestión del riesgo de interés*. Ariel Economía.
- OKASHIMA, K.; FRIDSON, M. (2000): "Downgrade/Upgrade Ratio Leads Default Rate", *The Journal of Fixed Income*, (September), pp. 18-24.

- OLMEDA, I.; BARBE-ROMERO, S. (1993): *Redes neuronales artificiales: fundamentos y aplicaciones*. Madrid: Universidad de Alcalá de Henares, Servicio de Publicaciones.
- ORLIN, G. (1996): "New Sigue Procedures in the Eurobond Market", en *International Financial Markets*, pp. 283-292. 3ª ed. Prentice-Hall.
- PUERTAS, R. (2000): *Modelos no paramétricos en problemas de clasificación financiera*. (Tesis doctoral). Universidad de Valencia.
- SCHOLTENS, B. (1999): "On the Comovement of Bond Yield Spreads and Country Risk Ratings", *The Journal of Fixed Income*, pp. 99-103.
- SOLNIK, B. (1996): *International Investments*. 3ª ed. Addison Wesley.
- STONE, M. (1974): "Cross-Validatory Choice and Assessment of Statistical Predictions", *Journal of the Royal Statistical Society*, vol. 36, pp.11-144.
- TAM, K.; KIANG, M. (1992): "Managerial Applications of Neural Networks: The Case of Bank Failure Predictions", *Management Science*, vol. 38, pp. 926-947.
- THEOBALD, D. (1997): "Valuing European Fixed Income Markets", *JP Morgan*, (October).
- VARETTO, F. (1998): "Genetic Algorithms Applications in the Analysis of Insolvency Risk", *Journal of Banking and Finance*, vol. 22, pp. 1421-1439.