LIMITACIONES DE LA MEDIDA DE RIESGO M^2 EN EL ESTABLECIMIENTO DE ESTRATEGIAS DE INMUNIZACION FINANCIERA.

Jose Domingo García Merino, Miguel Angel Pérez Martínez y Oskar Villarreal Larrínaga
Universidad del País Vasco

RESUMEN

El objetivo perseguido con el establecimiento de estrategias de inmunización financiera, es formar carteras de activos financieros de renta fija, que permitan hacer frente a una serie de compromisos de pago futuros, independientemente de cual sea la evolución que sigan los tipos de interés. Los planteamientos tradicionales, basados en desplazamientos concretos de la estructura temporal de tipos de interés presentan importantes limitaciones, dando lugar a la no consecución de los objetivos perseguidos, y a la existencia de riesgo. Con objeto de reducir este riesgo, se ha propuesto implementar las estrategias de inmunización sobre la base de la minimización del valor de la medida de riesgo M^2. En este trabajo analizamos las limitaciones de este planteamiento y presentamos las alternativas propuestas para solventarlas.

INTRODUCCION.

El incremento que se ha producido en los últimos tiempos en España, en el volumen de fondos gestionados por entidades gestoras de fondos de inversión, de fondos de pensiones y de entidades aseguradoras en general, ha dado lugar a un incremento en el interés por el desarrollo de estrategias de inmunización financiera, que aseguren la mejor cobertura posible frente al riesgo de tipo de interés.

El objetivo perseguido con el establecimiento de estrategias de inmunización financiera, es formar carteras de activos financieros de renta fija, que permitan hacer frente a una serie de compromisos de pago futuros, independientemente de cual sea la evolución futura de los tipos de interés. Por la naturaleza de su actividad, son las entidades financieras en general, y más concretamente las entidades aseguradoras, las que emplean esta técnica.

Los planteamientos tradicionales, basados en desplazamientos en paralelo de la estructura tipo-plazo, y en la reducción del riesgo, sobre la base de la minimización del valor de la medida de riesgo M^2, han dado paso a modelos más complejos, fundamentados en la identificación de los factores explicativos de los cambios en la estructura tipo-plazo, como base para la definición de las medidas de duración que sirvan de soporte para el establecimiento de estrategias de inmunización financiera.

El trabajo está estructurado como sigue: en primer lugar, revisamos el teorema de la inmunización financiera de Fisher y Weil haciendo hincapié en sus limitaciones, así como en las soluciones inicialmente propuestas para las mismas. En segundo lugar, analizamos la medida de riesgo M^2. Posteriormente, estudiamos las limitaciones de esta medida, así como las soluciones propuestas para alcanzar resultados más satisfactorios con el establecimiento de estrategias de inmunización. Finalizamos con la exposición de las conclusiones alcanzadas.

PLANTEAMIENTOS UNIVARIABLES EN EL ESTABLECIMIENTO DE ESTRATEGIAS DE INMUNIZACION FINANCIERA.

Las primeras aportaciones en el campo de la inmunización financiera, fueron realizadas por L. Fisher y R.L. Weil (1971). En su teorema sobre la inmunización financiera, demostraron que un inversor puede asegurarse un determinado nivel de rentabilidad, para inversiones a un plazo de tiempo establecido, siempre que invierta en carteras de bonos cuya duración coincida con el horizonte de inversión[1].

[1] *Con el establecimiento de estrategias de inmunización se busca reducir el efecto que las variaciones de los tipos de interés tienen sobre el valor de las carteras de bonos. En concreto, se busca compensar los efectos de sentido contrario, que los cambios en los tipos de interés tienen sobre el precio de los bonos y sobre la reinversión de los flujos de caja que va generando una cartera. La determinación del periodo de tiempo durante el cual se desea mantener la inversión, es uno de los elementos clave para el establecimiento de estrategias de inmunización.*

Este teorema supone que:

1.- El comportamiento futuro de los tipos de interés se ajusta a los preceptos establecidos por la teoría de las expectativas.

2.- Las variaciones en la estructura temporal de tipos de interés, excluyendo las especificadas en el apartado anterior, son de tipo paralelo.

3.- No existen costes de transacción.

Para justificarlo supongamos una inversión en un momento t_0, en dos bonos que generan, cada uno de ellos, un único flujo de caja en el momento de su vencimiento. La duración de los bonos es t_1 y t_2, respectivamente, siendo $t_1<T<t_2$. El porcentaje invertido inicialmente en cada bono, α_1 y α_2, será tal que, la duración de la cartera iguale al horizonte de inversión T.

$$D=\alpha_1(t_1-t_0)+\alpha_2(t_2-t_0)=T-t_o \quad (1)$$

$$\alpha_1+\alpha_2=1 \quad (2)$$

Si llamamos:

A_a: Valor final prometido inicialmente por la inversión en bonos, al finalizar el horizonte de inversión, T, dada la estructura temporal de los tipos de interés actual, $i_a(t)$.

A_b: Valor final realizado por la inversión en bonos al finalizar el horizonte de inversión, T, siguiendo la estrategia de inmunización, y supuesto un desplazamiento en la estructura temporal de tipos de interés hacia $i_b(t)$.

$$i_b(t)=i_a(t)+\Delta i_a(t) \quad (3)$$

Puede demostrarse que $A_b/A_a \geq 1$, es decir, el valor final realmente obtenido de una inversión en bonos, siguiendo la estrategia inmunizadora, siempre va a ser igual o superior al valor inicialmente prometido, con independencia de los posibles cambios que pudieran producirse en los tipos de interés.

El valor final prometido inicialmente por la inversión es:

$$A_a = P_a \exp\left\{\int_{t_o}^{T} i_a(t)dt\right\} \quad (4)$$

donde P_a es el valor inicial de la inversión.

Si cambian los tipos de interés a $i_b(t)$, el valor inicial de la inversión, P_b, pasará a ser:

$$P_b = \alpha_1 P_a \exp\left\{\int_{t_0}^{t_1}\left[i_a(t)-i_b(t)\right]dt\right\} + \alpha_2 P_a \exp\left\{\int_{t_0}^{t_2}\left[i_a(t)-i_b(t)\right]dt\right\} \quad (5)$$

y

$$A_b = P_b \exp\left[\int_{t_0}^{T} i_b(t)dt\right] \quad (6)$$

Por tanto,

$$A_b/A_a = \left(P_b/P_a\right)\exp\left\{\int_{t_o}^{T}\left[i_b(t)-i_a(t)\right]dt\right\} \quad (7)$$

A partir de estas ecuaciones podemos llegar a establecer la siguiente relación:

$$A_b/A_a = \frac{(t_2-T)\exp\left[(T-t_1)\Delta i_a(t)\right]+(T-t_1)\exp\left[-(t_2-T)\Delta i_a(t)\right]}{t_2-t_1} \quad (8)$$

$$\frac{d\left(A_b/A_a\right)}{d\Delta i_a(t)} = \frac{(t_2-T)(T-t_1)}{t_2-t_1}\left\{\exp\left[(T-t_1)\Delta i_a(t)\right]-\exp\left[-(t_2-T)\Delta i_a(t)\right]\right\} \quad (9)$$

$$\frac{d^2\left(A_b/A_a\right)}{d\Delta^2 i_a(t)} = \frac{(t_2-T)(T-t_1)}{t_2-t_1}\left\{(T-t_1)\exp\left[(T-t_1)\Delta i_a(t)\right]+(t_2-T)\exp\left[-(t_2-T)\Delta i_a(t)\right]\right\} \quad (10)$$

La función A_b/A_a, dependiente de la variación que se produzca en los tipos de interés ($\Delta i_a(t)$), alcanza su valor mínimo cuando $\Delta i_a(t)=0$, siendo su valor siempre mayor o igual a uno, ya que la segunda derivada de dicha función en relación a los cambios en los tipos de interés es positiva.

El valor final alcanzado por una inversión en una cartera de bonos, cuya duración sea igual al horizonte de inversión, siempre será igual o superior al prometido inicialmente, independientemente de la evolución futura de los tipos de interés.

El establecimiento de estrategias de inmunización en los términos planteados por estos autores, conlleva una serie de problemas, debidos fundamentalmente a los supuestos excesivamente restrictivos de los que parten, sobre todo en lo que se refiere al comportamiento de los tipos de interés.

La casuística en torno a dicho comportamiento es mucho más compleja, y por tanto, se hace necesario buscar soluciones al problema de la inmunización para el caso en que las variaciones de los tipos de interés no se ajusten a los supuestos realizados sobre el comportamiento de los tipos de interés.

Siguiendo estas premisas, han sido varios los autores que han introducido diferentes medidas de duración, adaptadas a distintos supuestos sobre los desplazamientos posibles de la estructura tipo-plazo. Este conjunto de propuestas tienen en común, que siguen partiendo de los supuestos de que la estructura temporal de tipos de interés se desplaza de acuerdo a la teoría de las expectativas, y que los desplazamientos, en discordancia con el supuesto anterior, se deben ajustar a las hipótesis de partida establecidas previamente a la obtención de las diferentes medidas de duración inmunizadora.

Otro de los problemas que plantea el establecimiento de estrategias de inmunización financiera, se refiere a la necesidad de reestructurar periódicamente la composición de las carteras de bonos, para restablecer la igualdad entre duración y horizonte de inversión, igualdad que se rompe como consecuencia del simple transcurso del tiempo o de la variación de cualquiera de los factores que condicionan el valor de la duración de una cartera de bonos.

Podemos concluir, que el establecimiento de estrategias de inmunización financiera, sobre la base de medidas únicas de duración, carecen de la solvencia suficiente para hacer frente al objetivo pretendido. Así lo han confirmado diversos estudios empíricos, en los que se comparan los rendimientos alcanzados a partir de estrategias de inmunización diseñadas sobre la base de diferentes medidas de duración, con las alcanzadas con otras estrategias de diversa índole. Los resultados más relevantes de estos estudios fueron los siguientes:

- en primer lugar, se demuestra que las estrategias inmunizadoras tienden a lograr rendimientos más cercanos a los inicialmente previstos, que otro tipo de estrategias.
- en segundo lugar, comparando las estrategias establecidas a partir de la duración de Macaulay, con estrategias establecidas a partir de medidas más complejas de duración, se observa que en la mayoría de los casos las diferencias en los resultados no son especialmente significativas.
- por último, se demuestra que existe riesgo de inmunización, dado que existen diferencias entre el rendimiento inicialmente previsto y el rendimiento finalmente alcanzado, con el establecimiento de estrategias de inmunización.

LA MEDIDA DE RIESGO M^2

El establecimiento de estrategias de inmunización financiera sobre la base de una medida única de duración, implica un riesgo derivado de la posibilidad de que los desplazamientos de la estructura temporal de tipos de interés no se ajusten a los supuestos inicialmente establecidos.

Como consecuencia se hace necesario tratar de medir y minimizar dicho riesgo.

Siguiendo estas directrices Gifford Fong y Oldrich Vasicek (1984) desarrollaron una medida de riesgo, a la que denominaron M^2, cuya formulación matemática es:

$$M^2 = \frac{\sum_{t=1}^{n} (t-T)^2 FC_t \exp\left(-\int_0^t i_a(t)dt\right)}{\sum_{t=1}^{n} FC_t \exp\left(-\int_0^t i_a(t)dt\right)} \tag{11}$$

Siendo:

- FC_t: Flujos de caja de la cartera de bonos a percibir en cada momento t, desde t=1 hasta t=n.
- $i_a(t)$: Estructura temporal de tipos de interés.
- T: Horizonte de inversión.

Así como, la duración representa la media ponderada del tiempo que se tarda en recibir cada uno de los flujos de caja de un bono, la medida de riesgo M^2, representa la varianza ponderada del tiempo que se tarda en recibir cada uno de los flujos de caja con relación al horizonte de inversión.

A partir de M^2 establecieron las siguientes relaciones:

Sea K una constante arbitraria. Si $d\Delta i_a(t)/dt \leq K$ para todo $t \geq 0$ entonces:

$$\frac{\Delta A_a}{A_a} \geq -\frac{1}{2} K M^2 \tag{12}$$

Siendo:

$\Delta i_a(t)$: Función que recoge la variación ocurrida en los tipos de interés.

A partir de la relación anterior, se demuestra que la variación del valor final de la cartera, si se producen cambios no paralelos en la estructura temporal de tipos de interés, es producto de dos variables:

- Por un lado, la medida de riesgo M^2, que está bajo control del gestor de la cartera.

- Por otro lado, de una segunda variable que depende exclusivamente de cómo varíen los tipos de interés, y que no está bajo control del gestor.

Fong y Vasicek proponen la búsqueda de la cartera inmunizada óptima, a través de un programa lineal que minimice la medida de riesgo M^2, introduciendô como restricción, entre otras, que la duración de la cartera sea igual al horizonte de inversión.

Función objetivo: Minimizar M^2

Restricción: Duración = Periodo de inversión

Cuanto menor sea el valor de la medida M^2, menor será la dispersión de los flujos de caja generados por la cartera de bonos, con relación al pago futuro a realizar. En el caso de que la cartera esté completamente inmunizada M^2, es igual a cero. Esto únicamente sucederá si la cartera está formada por bonos cupón cero con vencimiento al final del horizonte de inversión. En este caso el riesgo de inmunización es nulo.

El problema surge cuando aplicando los preceptos anteriores formamos una cartera con un valor de M^2 distinto de cero. En este caso la cartera no está exenta de riesgo. La cuestión que nos planteamos es si caben planteamientos alternativos a la utilización de la medida M^2, que permitan formar carteras de bonos con menor riesgo. En este sentido, destacamos un trabajo empírico realizado por G.O. Bierwag. I. Fooladi y G.S. Roberts (1993), en el que llegaron a la conclusión de que las carteras con menor M^2, no siempre proporcionan la mejor cobertura. Demostraron que, en general, a igual nivel de M^2 se alcanzan mejores resultados con carteras que incluyan un bono cuyo vencimiento iguale el horizonte de inversión.

ALTERNATIVAS A LA UTILIZACION DE M^2 EN EL ESTABLECIMIENTO DE ESTRATEGIAS DE INMUNIZACION.

Las limitaciones de la medida M^2 para cuantificar y reducir el riesgo en el establecimiento de estrategias de inmunización financiera, vienen dadas por los supuestos implícitos utilizados para la obtención de dicha medida. En concreto, para la obtención de M^2 se utiliza el desarrollo de Taylor, en el cual únicamente se consideran los términos de dicho desarrollo hasta la segunda derivada, obviando el resto.

La obtención de la medida de riesgo M^2, se realiza a partir del siguiente desarrollo matemático:

El porcentaje de cambio en el valor final de una cartera inmunizada, causado por una variación en los tipos de interés se puede determinar del siguiente modo:

$$\frac{\Delta A_a}{A_a} = \frac{\sum_{t=1}^{n} FC_t W_t \left[e^{\int_t^T \Delta i_a(t)dt} - 1 \right]}{P_a} \tag{13}$$

Siendo, como hemos comentado anteriormente:

A_a: Valor acumulado de la cartera al finalizar el periodo de inversión, si no varían los tipos de interés.

P_a: Valor inicial de la cartera.

W_t: Función de descuento $= e^{-\int_0^t i(\tau)d\tau}$

$i_a(t)$: Estructura temporal de tipos de interés inicial.

$\Delta i_a(t)$: Variación en el tipo de interés del plazo t.

Si aplicamos el desarrollo de Taylor a la función $e^{\int_t^T \Delta i_a(\tau)d\tau}$ alrededor de T, obtenemos la siguiente serie:

$$e^{\int_t^T \Delta i_a(\tau)d\tau} = 1 - \sum_{r=1}^{Q} \frac{1}{r!}(t-T)^r X_r + \varepsilon \tag{14}$$

donde ε representa el error debido a los términos no considerados en el desarrollo y X_r, para diferentes valores de r se calcula del siguiente modo:

$$X_1 = \Delta i(T)$$

$$X_2 = \left[\frac{d\Delta i}{dt} - (\Delta i)^2 \right]_{t=T}$$

$$X_3 = \left[(\Delta i)^3 - 3(\Delta i)\frac{d\Delta i}{dt} + \frac{d^2 \Delta i}{dt^2} \right]_{t=T}$$

$$X_4 = \left[-(\Delta i)^4 + 6(\Delta i)^2 \frac{d\Delta i}{dt} - 4(\Delta i)\frac{d^2\Delta i}{dt^2} - 3\left[\frac{d\Delta i}{dt}\right]^2 + \frac{d^3\Delta i}{dt^3} \right]_{t=T}$$

....

$$X_Q = \left[(-1)^{Q+1}(\Delta i)^Q + ...+ \frac{d^{Q-1}\Delta i}{dt^{Q-1}} \right]_{t=T} \tag{15}$$

Sustituyendo $e^{\int_t^T \Delta i_a(\tau)d\tau}$ en la ecuación (13) y simplificando se llega a la siguiente relación:

$$\frac{\Delta A_a}{A_a} = -\sum_{r=1}^{Q} \frac{1}{r!} M^r X_r + \varepsilon \tag{16}$$

Siendo:

$$M^r = \frac{\sum_{t=1}^{n} FC_t W_t (t-T)^r}{P_a} \tag{17}$$

Como podemos observar en la ecuación (16), el porcentaje de cambio en el valor final de una cartera de bonos es producto de dos conjuntos de variables:

-el vector M cuyo valor depende de la estructura de la cartera, y está por tanto, bajo control del gestor.

-el vector X, que recoge las variaciones habidas en la estructura temporal de tipos de interés, y que no está bajo control del gestor.

A partir de las relaciones anteriores, se determina que el establecimiento de estrategias de inmunización financiera debe realizarse minimizando el valor de los diferentes componentes del vector M.

Si descomponemos las diferentes M^j tenemos las siguientes relaciones:

$$M^1 = \frac{\sum_{t=1}^{n} FC_t W_t (t-T)^1}{P_a} = \frac{\sum_{t=1}^{n} FC_t W_t t}{P_a} - \frac{\sum_{t=1}^{n} FC_t W_t T}{P_a}$$

$$M^2 = \frac{\sum_{t=1}^{n} FC_t W_t (t-T)^2}{P_a} = \frac{\sum_{t=1}^{n} FC_t W_t t^2}{P_a} - 2T\frac{\sum_{t=1}^{n} FC_t W t}{P_a} + \frac{T^2 \sum_{t=1}^{n} FC_t W_t}{P_a}$$

$$M^3 = \frac{\sum_{t=1}^{n} FC_t W_t (t-T)^3}{P_a} = \frac{\sum_{t=1}^{n} FC_t W_t t^3}{P_a} + 3T^2 \frac{\sum_{t=1}^{n} FC_t W_t t}{P_a} - 3T\frac{\sum_{t=1}^{n} FC_t W_t t^2}{P_a} - \frac{T^3 \sum_{t=1}^{n} FC_t W_t}{P_a}$$

.... (18)

Se observa que igualar a cero el valor de M^1 implica igualar la duración de la cartera al horizonte de inversión T, y por tanto, eliminar el riesgo derivado de posibles desplazamientos en paralelo de la estructura temporal de tipo de interés.

La minimización del valor de M^2 implica reducir el riesgo de posibles desplazamientos multiplicativos en la estructura temporal de tipos de interés. Para demostrar esto supondremos que los tipos de interés al contado a diferentes plazos, $h_x(0,t)$, se pueden definir a partir del siguiente polinomio:

$$h_x(0,t) = \sum_{j=1}^{J} X_j t^{j-1} \tag{19}$$

Siendo:

- X_j: Coeficientes del polinomio.
- t: Tiempo.
- J: Grado del polinomio.

El valor acumulado de la inversión en una cartera de bonos, A_a, al finalizar el horizonte de inversión T si no varían los tipos de interés es:

$$A_a = \sum_{t=1}^{n} FC_t e^{-h_x(0,t)t} e^{h_x(o,T)T} \tag{20}$$

Si la estructura temporal de tipos de interés pasa a ser:

$$h(0,t)=\sum_{j=1}^{J}(X_j+\alpha_y)t^{j-1} \qquad (21)$$

donde α_t representa la variación en los coeficientes del polinomio, el nuevo valor de la cartera al finalizar el periodo T pasará a ser:

$$A_b=\sum_{t=1}^{n}FC_t e^{-h_{x+\alpha}(0,t)t}e^{h_{x+\alpha}(o,T)T} \qquad (22)$$

Las condiciones que deben cumplirse para el logro de la inmunización son que las primeras derivadas parciales de la función A_b respecto a los parámetros α_t, para $\alpha_t=0$, sean iguales a cero.

Tales condiciones son las siguientes:

$$T^j=\frac{\sum_{t=1}^{n}t^j FC_t e^{-h_x(o,t)t}}{\sum_{t=1}^{n}FC_t e^{-h_x(o,t)t}} \qquad (23)$$

Siendo D_j las diferentes medidas de duración inmunizadora.

$$D_j=\frac{\sum_{t=1}^{n}t^j FC_t e^{-h_x(o,t)t}}{\sum_{t=1}^{n}FC_t e^{-h_x(o,t)t}} \qquad (24)$$

Cada una de las condiciones anteriores representa los requisitos a cumplir para el logro de la inmunización frente a una variación concreta de la estructura temporal de tipos de interés.

Así, si $D_1=T$, la cartera de bonos estará inmunizada frente a una variación aditiva en la estructura temporal de tipos de interés; si $D_2=T^2$, la cartera estará inmunizada frente a la adición de una función lineal de la forma $f(t)=\alpha_2 t$ a la estructura de tipos inicial; si $D_3=T^3$, la cartera estará inmunizada frente a la adición de una función cuadrática de la forma $f(t)=\alpha_3 t^2$ a la estructura de tipos inicial, y así sucesivamente.

Por otra parte, la medida de riesgo M^2 la podemos descomponer del siguiente modo:

$$M^2=\sum_{t=1}^{n}(t-T)^2 z_t=\sum_{t=1}^{n}t^2 z_t-2T\sum_{t=1}^{n}tz_t+T^2\sum_{t=1}^{n}z_t \qquad (25)$$

Siendo z_t: la ponderación del valor actual de cada flujo de caja de un bono con relación a su precio.

Si la cartera está inmunizada frente a desplazamientos paralelos de la estructura tipo-plazo, y por tanto, la duración es igual al horizonte de inversión, se demuestra que:

$$M^2=D_2-T^2 \qquad (26)$$

Observamos que la minimización de M^2 implica minimizar únicamente el riesgo de que se produzca una variación multiplicativa en la estructura temporal de tipos de interés.

El problema al utilizar la medida M^2 para reducir el riesgo de inmunización, es que en el desarrollo realizado para obtener esta medida únicamente se consideran los términos del desarrollo de Taylor hasta la segunda derivada, obviando el resto. El establecimiento de estrategias de inmunización en los términos planteados por Fong y Vasicek, elimina el riesgo de inmunización frente a cambios paralelos en la estructura temporal de tipos de interés, minimizando el riesgo de que suceda una variación multiplicativa de la misma. Sin embargo, no consideraron la posibilidad de que se de otra modalidad de variaciones en la estructura tipo-plazo.

La alternativa a la minimización de M^2, consiste en tratar de minimizar las diferencias entre las duraciones D_j y T^j.

De este modo, se conseguirá una mejor inmunización, no únicamente frente a variaciones aditivas o multiplicativas de la estructura tipo-plazo, sino frente a un conjunto de variaciones de los tipos de interés, que quedarán definidas por el grado del polinomio utilizado en la especificación de la estructura de tipos de interés.

Como alternativa se propone asignar diferentes probabilidades de ocurrencia a las variaciones posibles de la estructura tipo plazo, y sobre la base de estas probabilidades tratar de minimizar el riesgo de inmunización.

Por tanto, se sustituye la idea inicial de utilizar una medida única de duración, definida en cada caso a partir de la evolución prevista en la estructura tipo-plazo, por un planteamiento multifactorial que tiene por objeto buscar igualdades entre un conjunto de medidas de duración.

Los problemas aparecen a la hora de poner en práctica los planteamientos teóricos anteriores. La única forma de alcanzar el objetivo inmunizador, sin asumir ningún tipo de riesgo, es a través del casamiento perfecto de flujos de caja de activos y pasivos o "cash-flow matching". A medida que se igualan un mayor número de medidas de duración de activos y pasivos, se reducen las distancias temporales entre el momento en que se devengan los flujos de caja de la cartera de activos y el momento de afrontar el pago de los pasivos asumidos.

Ahora bien, la puesta en práctica de estrategias de casamiento de flujos de caja es complicada, debido fundamentalmente a la limitación de bonos disponibles, lo cual, puede llegar a imposibilitar un casamiento perfecto de flujos de caja.

Por otro lado, el uso indiscriminado de medidas de duración, puede provocar la cobertura de riesgos inexistentes. Nos estamos refiriendo a la escasa probabilidad de ocurrencia de determinados desplazamientos de la curva de tipos de interés, atendiendo a una argumentación puramente economicista.

Por tanto, pensamos que la implantación de modelos multivariantes de inmunización debe llevarse a cabo a partir de medidas de duración que midan riesgos previsibles, es decir, riesgos derivados de desplazamientos esperados de la estructura de tipos de interés atendiendo al entorno analizado.

El problema, que esperamos desarrollar en posteriores trabajos, consiste en determinar el tipo de desplazamientos que se van a producir en el futuro en la curva de tipos de interés, para poder definir a partir de tales desplazamientos las medidas de duración apropiadas para el establecimiento de estrategias de inmunización financiera. El problema, por tanto, se refiere a la incertidumbre del entorno futuro y a la calidad de su previsión.

CONCLUSIONES

El establecimiento de estrategias de inmunización financiera basadas en medidas únicas de duración, no siempre proporciona los resultados esperados, debido básicamente a las restricciones establecidas en torno al comportamiento futuro de los tipos de interés.

La utilización de la medida de riesgo M^2, si bien mejora los resultados obtenidos con medidas únicas de duración, tampoco proporciona resultados satisfactorios, debido a que en el calculo realizado para obtener M^2, implícitamente también se incorporan supuestos relativos al posible comportamiento de los tipos de interés. En concreto, el establecimiento de estrategias de inmunización basándose en la minimización de M^2 supone, eliminar el riesgo derivado de posibles desplazamientos en paralelo de la estructura tipo-plazo, minimizando el riesgo derivado de desplazamientos multiplicativos de la misma. No tiene en consideración, por tanto, la posibilidad de que puedan suceder desplazamientos en la estructura temporal de tipos de interés distintos a los anteriores.

Un planteamiento menos arriesgado de estrategias de inmunización financiera es aquel que se realiza a partir de medidas de duración que cuantifican riesgos derivados de desplazamientos posibles de los tipos de interés. El problema radica en conocer tales desplazamientos.

BIBLIOGRAFIA

BIERWAG, G.O. [1997]: "IMMUNIZATION, DURATION, AND THE TERM STRUCTURE OF INTEREST RATES". *JOURNAL OF FINANCIAL AND QUANTITATIVE ANALYSIS*, DICIEMBRE, PP. 725-742.

BIERWAG, G.O., FOOLADI, I. Y ROBERTS, G.S. [1993]: "DESIGNING AN INMUNIZED PORTFOLIO: IS M-SQUARED THE KEY?". *JOURNAL OF BANKING AND FINANCE*, Nº 17, PP. 1147-1170.

BIERWAG, G.O. Y KAUFMAN, G.G. [1977]: "COPING WITH THE RISK OF INTEREST-RATE FLUCTUATIONS: A NOTE". *JOURNAL OF BUSINESS*, JULIO, PP. 364-370.

BIERWAG, G.O., KAUFMAN, G.G., SCHWEITZER, R. Y TOEVS, A. [1981]: "THE ART OF RISK MANAGEMENT IN BOND PORTFOLIOS". *JOURNAL OF PORTFOLIO MANAGEMENT*, PRIMAVERA, PP. 27-36.

BIERWAG, G.O, KAUFMAN, G.G., SCHWEITZER, R. Y TOEVS, A. [1983]: "THE ART OF RISK MANAGEMENT IN BOND PORTFOLIOS". EN: BIERWAG, G.O., KAUFMAN, G.G. Y TOEVS, A. (EDTS), *INNOVATIONS IN BOND PORTFOLIO MANAGEMENT: DURATION ANALYSIS AND INMUNIZATION*, (JAI PRESS INC., LONDRES). PP. 325-345.

BIERWAG, G.O., KAUFMAN, G.G. Y TOEVS, A. [1983,A]: "DURATION: ITS DEVELOPMENT AND USE IN BOND PORTFOLIO MANAGEMENT". *FINANCIAL ANALYSTS JOURNAL*, JULIO-AGOSTO, PP. 15-35.

BIERWAG, G.O., KAUFMAN, G.G. Y TOEVS, A. [1983,B]: "RECENT DEVELOPMENTS IN BOND PORTFOLIO IMMUNIZATION STRATEGIES". EN: BIERWAG, G.O., KAUFMAN, G.G. Y TOEVS, A. (EDTS), *INNOVATIONS IN BOND PORTFOLIO MANAGEMENT: DURATION ANALYSIS AND INMUNIZATION*, (JAI PRESS INC., LONDRES), PP. 105-162.

BRENNAN, M.J. Y SCHWARTZ, E.S. [1983]: "DURATION, BOND PRICING AND PORTFOLIO MANAGEMENT". EN: BIERWAG, G.O., KAUFMAN, G.G. Y TOEVS, A. (EDTS), *INNOVATIONS IN BOND PORTFOLIO MANAGEMENT: DURATION ANALYSIS AND INMUNIZATION*, (JAI PRESS INC., LONDRES), PP. 3-36.

CHRISTENSEN, P.O. Y SORESNSEN, B. [1994]: "DURATION, CONVEXITY AND TIME VALUE". *JOURNAL OF PORTFOLIO MANAGEMENT*, INVIERNO, 1994, PP. 51-60.

FISHER, L. Y WEIL, R.L. [1971]: "COPING WITH THE RISK OF INTEREST RISK FLUCTUATIONS: RETURN TO BONDHOLDERS FROM NAIVE AND OPTIMAL STRATEGIES". *JOURNAL OF BUSINESS*, VOL 44, Nº 4, OCTUBRE, PP. 408-431.

FONG, G.H. Y VASICEK, A. [1990]: "A RISK MINIMIZING STRATEGY FOR PORTFOLIO IMMUNIZATION". *JOURNAL OF FINANCE,* VOL. XXXIX, Nº 5, DICIEMBRE, PP. 1541-1546.

HILLER, R.S. [1990]: "A CLASSIFICATION OF STRUCTURED BOND PORTFOLIO MODELING TECNIQUES". *JOURNAL OF PORTFOLIO MANAGEMENT*, OTOÑO, PP. 37-48.

INGERSOLL, J.E., SKELTON, J. Y WEIL, R.L. [1978]: "DURATION FORTY YEARS LATER". *JOURNAL OF FINANCIAL AND QUANTITATIVE ANALYSIS*, NOVIEMBRE, PP. 627-650.

KHANG,C. [1979]: "BOND IMMUNIZATION WHEN SHORT-TERM INTEREST RATES FLUCTUATE MORE THAN LONG-TERM RATES". *JOURNAL OF FINANCIAL AND QUANTITATIVE ANALYSIS,* DICIEMBRE, PP. 1085-1091.

MALONEY, K.J. Y LOGUE, D.E. [1989]: "NEGLECTED COMPLEXITIES IN STRUCTURED BOND PORTFOLIOS". *JOURNAL OF PORTFOLIO MANAGEMENT*, INVIERNO, PP. 59-68.

MASCAREÑAS, J.: HTTP://WWW.UCM.ES/INFO/JMAS/RF7.DOC, PP. 33.

NAWALKHA, S.K. Y CHAMBERS, D.R. [1996]: "AN IMPROVED IMMUNIZATION STRATEGY: M-ABSOLUTE". *FINANCIAL ANALYST JOURNAL*, SEPTIEMBRE-OCTUBRE, 1996, PP.69-76.

NAWALKHA, S.K. Y CHAMBERS, D.R. [1997]: "THE M-VECTOR MODEL: DERIVATION AND TESTING OF EXTENSIONS TO M-SQUARE". *JOURNAL OF PORTFOLIO MANAGEMENT,* VOL 23, Nº 2, INVIERNO, PP. 92-98.

PRISMAN, E.Z. Y SHORES, M.R. [1988]: "DURATION MEASURES FOR SPECIFIC TERM STRUCTURE ESTIMATIONS AND APPLICATIONS TO BOND PORTFOLIO IMMUNIZATION". *JOURNAL OF BANKING AND FINANCE,* Nº 12, PP. 493-504.

REDINGTON, F.M. [1945]: "REVIEW OF THE PRINCIPLES OF LIFE-OFFICE VALUATIONS". *JOURNAL OF PORTFOLIO MANAGEMENT*, VERANO, PP. 286-340.

REITANO, R.R. [1992]: "NON-PARALLEL YIELD CURVE SHIFTS AND IMMUNIZATION". *JOURNAL OF PORTFOLIO MANAGEMENT,* PRIMAVERA, PP. 36-43.

SAMUELSON, P.A. [1945]: "THE EFFECT OF INTEREST RATE INCREASES ON THE BANKING SYSTEM". *AMERICAN ECONOMIC REVIEW,* Nº 35, MARZO, PP. 16-27.