

# ESTRATEGIAS DE INVERSION DE LOS FONDOS DE PENSIONES

María Antonia TARRAZON RODON (\*) y Joan MONTLLOR I SERRATS

## I. INTRODUCCION

El objetivo de este trabajo es definir las líneas de orientación de la política de selección de inversiones de los fondos de pensiones. Todo fondo de pensiones debe tener en cuenta, al considerar cuál ha de ser su estrategia de inversión, no sólo la propia capacidad de gestión financiera y las oportunidades que brinda el mercado, sino también las muy particulares características de la inversión que lleva a cabo. Se trata de invertir las aportaciones de los partícipes y, en los casos en que proceda, del promotor del plan de pensiones, con la finalidad de poder hacer frente en su momento al pago de las prestaciones prometidas a los beneficiarios. Nos hallamos, por tanto, ante un tipo de inversión de características singulares que conviene estudiar detenidamente.

Nuestro enfoque se centra en los fondos de pensiones que administran planes de prestación definida, por resultar más complejos que los planes de contribución definida. En efecto, estos últimos no incorporan la obligación de satisfacer pensiones vinculadas a los rendimientos actuales y futuros del trabajo, por lo que la cuantía final de las prestaciones depende exclusivamente de las aportaciones realizadas y del rendimiento alcanzado por éstas en los mercados de capitales.

En primer lugar, examinamos la relación entre estrategia y objetivos de los fondos de pensiones, para estudiar a continuación las estrategias propiamente dichas. Un análisis de sus propiedades generales nos conduce a optar por las estrategias de cartera estructurada. Exponemos brevemente la estrategia de inmunización, a fin de disponer de una síntesis de sus características principales, que resulta de gran utilidad cuando se comprueba que la inmunización puede considerarse un complemento imprescindible de la estrategia principal. Como entendemos que la estrategia principal debe ser una variante de la protección de carteras, presentamos una sistematización de sus propiedades en relación con la neutralización del riesgo de los fondos de pensiones.

## II. ESTRATEGIA DE INVERSION Y OBJETIVOS DE LOS FONDOS DE PENSIONES

La razón de ser de un fondo de pensiones es satisfacer el pago de pensiones complementarias de las de la Seguridad Social. La estructura del pasivo de un fondo de pensiones queda determinada por las relaciones financieras que se establecen en torno a este objetivo. Estas relaciones delimitan los derechos de los elementos personales del plan de pensiones —es decir, promotor, partícipes y beneficiarios— sobre el valor neto del fondo, entendiendo como tal la diferencia entre el valor actual de las inversiones del fondo de pensiones y el valor actual de la deuda por prestaciones del plan de pensiones.

Asimismo, las relaciones financieras que se establecen entre los distintos colectivos implicados en un plan de pensiones permiten definir el nivel de riesgo asumido por el promotor en el pago de las pensiones prometidas. En función de este nivel de riesgo, las pensiones de los planes constituidos por empresas para sus trabajadores pueden clasificarse, respetando los matices que imponga el marco jurídico de cada país, en: *a)* pensiones no avaladas; *b)* pensiones avaladas por la empresa promotora del plan de pensiones, y *c)* pensiones garantizadas por una entidad externa.

Es, pues, la propia naturaleza del fondo de pensiones la que fija la estructura de su pasivo, que a su vez origina unos requerimientos financieros específicos a cuyo cumplimiento debe orientarse la estrategia de inversión. Puesto que ésta no puede concebirse sin tener en cuenta la naturaleza de la deuda del fondo de pensiones (Bodie, 1990b, página 28), el activo —es decir, las inversiones— de un fondo de pensiones debe elegirse de forma que los resultados que proporcione permitan cumplir los objetivos impuestos por su pasivo. Este activo, diseñado para cumplir los requerimientos que dimanen del pasivo, ha sido designado por Bookstaber y Gold (1988) como *liability-asset*.

Para satisfacer las pensiones prometidas, el activo ha de estar compuesto por un conjunto de inversiones que, por un lado, ofrezcan seguridad y, por

otro, rentabilidad. La seguridad podría conseguirse invirtiendo exclusivamente en activos de renta fija. Sin embargo, en los planes de prestación definida se prevé que el valor actual de las pensiones devenidas evolucione según los salarios, puesto que las pensiones a percibir por los trabajadores a partir de su jubilación están definidas en función del salario del último año o de una media de los salarios de los últimos años. Como los salarios suelen evolucionar según la inflación y la productividad, es necesario que la rentabilidad de las inversiones de los fondos de pensiones resulte igual o superior a la suma de inflación y productividad más el efecto cruzado de ambas. La rentabilidad de los títulos de renta fija en raras ocasiones satisface este requisito, por lo que una parte del activo ha de invertirse en renta variable, con el consiguiente riesgo.

Como Bookstaber y Gold (1988, pág. 73) exponen, las inversiones de los fondos de pensiones deben cumplir los siguientes objetivos:

- A corto plazo, han de permitir el pago de las obligaciones financieras actuales (seguridad).
- A largo plazo, han de obtener la rentabilidad suficiente para garantizar el pago de las obligaciones futuras (rentabilidad).

Los fondos de pensiones reparten sus inversiones, fundamentalmente, entre títulos financieros de renta fija y renta variable e inmuebles, por ser los activos que mejor se ciñen a sus necesidades (1). La estrategia de inversión debe seleccionar la combinación de estos activos que mejor se adapta al cumplimiento de los objetivos de los fondos de pensiones.

### III. TIPOS DE ESTRATEGIAS DE INVERSION

Las estrategias de inversión se pueden agrupar según la siguiente clasificación (Fabozzi, 1989b, páginas 3-4):

- 1) Estrategias activas.
- 2) Estrategias pasivas.
- 3) Estrategias de cartera estructurada (*structured portfolio strategies*).

#### 1. Estrategias activas

El objetivo de una *estrategia activa* es conseguir una rentabilidad superior a la media del mercado, es decir, se trata de conseguir que la rentabilidad media de las inversiones efectuadas supere la rentabilidad media de la cartera de mercado. Como es bien conocido, a efectos prácticos se toma como sinónimo de la cartera de mercado un índice bursátil acreditado. Una estrategia activa se basa en previsiones que tratan de anticipar el comportamiento del mercado, buscando la captación de efectos que

todavía no han sido incorporados a los precios actuales. Puede decirse que una estrategia activa persigue aprovechar las ineficiencias del mercado, puesto que en un mercado completamente eficiente las variaciones en los precios no se pueden prever. Los inversores que adoptan estrategias activas siguen un comportamiento típicamente especulador, puesto que intentan pronosticar cómo evolucionarán los precios y sitúan su posición en el mercado de acuerdo con estas expectativas (Marshall, 1989, página 69).

Una estrategia activa obliga, en todo caso, a asumir un riesgo superior al de la cartera de mercado. Para que tenga éxito, el individuo que la aplica debe tener una capacidad de previsión superior a la del mercado. Tiene, en definitiva, que saber distinguir aquellas previsiones que pueden catalogarse como «información» de aquellas otras que han de clasificarse como «ruido», utilizando la terminología de Black (1986).

#### 2. Estrategias pasivas

El objetivo de una *estrategia pasiva* es reproducir el comportamiento del mercado. Su aplicación a la renta variable se concreta en la estrategia de indicación (*indexing*), que trata de construir una cartera de títulos que se aproxime lo máximo posible a la cartera de mercado. Esta estrategia puede consistir en la reproducción de un determinado índice bursátil o bien en una cartera diferente del índice, por lo general con un número menor de títulos. Existen dos razones para justificar este segundo caso: *a)* el individuo que toma las decisiones puede considerar que ninguno de los índices bursátiles disponibles reproduce con la debida precisión la cartera de mercado y que este objetivo puede conseguirse con otra composición de títulos previamente estudiada, y *b)* los índices del mercado bursátil comprenden habitualmente un gran número de títulos, de modo que, para invertir en una cartera similar a uno de ellos sin experimentar un elevado nivel de costes de transacción y control, es preciso disponer de un presupuesto muy elevado. Cuando no es así, se construye un índice propio que, con un número de títulos muy inferior, trata de aproximarse al índice de mercado. La misma estrategia se aplica también a la renta fija, tomándose en este caso como punto de referencia un índice de títulos de renta fija.

#### 3. Estrategias de cartera estructurada

Las *estrategias de cartera estructurada* persiguen garantizar la consecución de un objetivo mínimo, habitualmente un nivel mínimo de rentabilidad. Este objetivo mínimo es la meta principal de la estrategia y la cartera se diseña para garantizar prioritariamente su consecución, si bien la estrategia puede incorporar también otros objetivos de carácter subordinado. Las estrategias de cartera estructurada tratan

de conseguir una neutralización total o parcial del riesgo, para evitar que la rentabilidad efectiva se sitúe por debajo del mínimo que pretenden garantizar.

Pueden, pues, considerarse como estrategias de protección o *hedging*, actividad opuesta a la especulación. Citando a Marshall (1989, pág. 53), el objetivo de una estrategia de protección es minimizar, o al menos controlar parcialmente, el grado de variación de los resultados financieros fruto de decisiones de producción, consumo, inversión u otra naturaleza. Si bien es frecuente catalogar las estrategias de cartera estructurada dentro de la renta fija, la definición dada es suficientemente amplia como para que pueda hacerse extensiva a la renta variable. Una de las más conocidas estrategias de cartera estructurada, la protección de carteras o *portfolio insurance*, es aplicable tanto a renta fija como a renta variable.

Anteriormente hemos visto que la estrategia de inversión de los fondos de pensiones debe proporcionar rentabilidad y seguridad. La seguridad del cumplimiento de las obligaciones a corto plazo —pago de las pensiones al personal jubilado— es un objetivo prioritario para la propia supervivencia del fondo; pero esta circunstancia no exime de establecer un objetivo de rentabilidad cuya consecución a largo plazo, unida a un control del riesgo, permita cumplir también en el futuro el objetivo de seguridad. Teniendo en cuenta este planteamiento, podemos afirmar que la estrategia de inversión de un fondo de pensiones debe ser una estrategia de cartera estructurada.

#### IV. TIPOS DE ESTRATEGIAS DE CARTERA ESTRUCTURADA

Tres son los tipos de estrategias de cartera estructurada que a continuación consideramos:

- 1) *Cash-flow matching*.
- 2) Inmunización.
- 3) Estrategias de protección de carteras o protección dinámica (*portfolio insurance* o *dynamic hedging*).

##### 1. *Cash-flow matching*

Esta estrategia consiste en estructurar una cartera de inversiones de modo que se igualen cobros y pagos, es decir, que se igualen los recursos generados por las inversiones realizadas con las exigencias financieras que resultan de las obligaciones contraídas. Como ventajas de esta estrategia cabe señalar que ofrece la máxima seguridad y no obliga a reestructurar constantemente la cartera de inversiones, al contrario de lo que ocurre con otras es-

trategias de cartera estructurada, evitándose, por tanto, costes de transacción. No obstante, sus inconvenientes son igualmente importantes. Su coste de oportunidad —entendiendo por tal la rentabilidad esperada a la que es preciso renunciar— suele ser elevado y, por otra parte, no siempre es fácil encontrar en el mercado la variedad de títulos que hay que utilizar para llevarla a cabo (2).

El *cash-flow matching* no resulta recomendable como estrategia principal de los fondos de pensiones. Las inversiones de los fondos constan mayoritariamente de activos financieros cuyo grado de liquidez hace innecesario a medio y largo plazo el acoplamiento de flujos de caja que esta estrategia ofrece. Como estrategia a corto plazo, es recomendada por algunos autores (Wagner, 1988, pág. 39).

##### 2. Inmunización

La estrategia de inmunización se aplica principalmente a las inversiones en renta fija y persigue efectuar una protección frente a las variaciones de los tipos de interés. En algunos trabajos se extiende el análisis de la duración, instrumento fundamental en las estrategias de inmunización, a la renta variable (Leibowitz, Sorensen, Arnott y Hanson, 1989). Sin embargo, para controlar el riesgo de la renta variable es preferible recurrir a otras estrategias, ya que la duración sólo protege de las variaciones del tipo de interés.

Las entidades financieras que tienen pasivos de renta fija —entre ellas, los fondos de pensiones— ven modificarse el valor de estos pasivos cuando varía el tipo de interés. La estrategia de inmunización aplicada a una relación activo-pasivo persigue construir un activo tal que, cuando se produzca una variación en los tipos de interés, la variación experimentada por el valor del activo sea igual o más favorable que la variación experimentada por el valor del pasivo.

Sea una situación inicial en la que el valor actual del activo es igual al valor actual del pasivo. Una subida en los tipos de interés origina una reducción tanto en el valor del activo como en el valor del pasivo. Una bajada de los tipos de interés provoca un aumento tanto en el valor del activo como en el valor del pasivo. La estrategia de inmunización persigue, en el primer caso, que la reducción en el valor del activo sea menor o igual que la reducción en el valor del pasivo. En el segundo caso, el objetivo de la estrategia de inmunización es lograr que el aumento en el valor del activo sea mayor o igual que el aumento en el valor del pasivo.

Los instrumentos fundamentales de las estrategias de inmunización son la duración y la convexidad. Se entiende por duración de un título o una cartera la variación relativa experimentada por el valor del título o cartera frente a una pequeña variación en el

tipo de interés, cambiada de signo (Fabozzi y Fabozzi, 1989, pág. 62). Es decir:

$$DR = -\frac{1}{p} \cdot \frac{dp}{di} \quad [1]$$

donde  $DR$  indica duración,  $p$  precio del título o cartera de renta fija e  $i$  tipo de interés.

Esta versión del concepto de duración acostumbra a designarse como «duración modificada» y guarda la siguiente relación con otra versión del mismo concepto, la duración de Macaulay ( $DM$ ):

$$DR (1 + i) = DM \quad [2]$$

La génesis del término duración es la siguiente. El valor actual  $p$  de un título de renta fija se obtiene actualizando, al tipo de interés vigente, los cupones futuros de este título ( $a$ ). Suponiendo que entre el momento actual y el vencimiento del título se perciben  $n$  cupones que incluyen el interés prometido y la devolución del capital, podemos escribir:

$$p = \sum_{t=1}^n \frac{a_t}{(1+i)^t} \quad [3]$$

Luego:

$$\frac{dp}{di} = -\frac{1}{(1+i)} \cdot \sum_{t=1}^n \frac{t \cdot a_t}{(1+i)^t} \quad [4]$$

y

$$\frac{1}{p} \cdot \frac{dp}{di} = -\frac{1}{p} \cdot \frac{1}{(1+i)} \cdot \sum_{t=1}^n \frac{t \cdot a_t}{(1+i)^t} \quad [5]$$

por tanto:

$$DR = \frac{1}{p} \cdot \frac{1}{(1+i)} \cdot \sum_{t=1}^n \frac{t \cdot a_t}{(1+i)^t} \quad [6]$$

En consecuencia, la duración de Macaulay puede escribirse como sigue:

$$DM = t \cdot \frac{1}{p} \cdot \sum_{t=1}^n \frac{a_t}{(1+i)^t} \quad [7]$$

donde se observa que la duración de Macaulay —que está expresada en unidades de tiempo— es la media ponderada de los vencimientos de los cupones, siendo los factores de ponderación los valores actuales de los cupones divididos por el valor actual del título, esto es, los porcentajes que los valores actuales de los cupones representan sobre el valor actual del título.

No obstante, la expresión:

$$\frac{1}{p} \cdot \frac{dp}{di}$$

se interpreta mejor como la sensibilidad del valor actual de un título respecto al tipo de interés o, incluso, como rentabilidad instantánea —variación relativa del valor— causada por una variación infinitesimal en el tipo de interés.

La convexidad de un título o cartera se obtiene dividiendo la segunda derivada del precio respecto al tipo de interés por el propio precio. Algunos autores adoptan la convención de dividir este resultado por dos (Fabozzi y Fabozzi, 1989, pág. 71). Así pues, representando la convexidad por  $CX$ , podemos escribir:

$$CX = \frac{1}{p} \cdot \frac{d^2 p}{di^2} \quad [8]$$

La denominación convexidad se debe a que la segunda derivada de la función del precio de un bono es una función convexa, teniendo, pues, signo positivo.

La convexidad sirve de complemento a la duración a efectos de explicar la variación del precio de un bono. Desarrollando la variación del precio por la fórmula de Taylor, obtenemos (Fabozzi y Fabozzi, 1989, págs. 69-70):

$$dp = \frac{dp}{di} \cdot di + \frac{1}{2} \cdot \frac{d^2 p}{di^2} \cdot (di)^2 + \epsilon \quad [9]$$

donde  $\epsilon$  indica error de aproximación y contiene el resto de términos de la serie. Dividiendo los dos miembros de esta igualdad por  $p$ , obtenemos:

$$\frac{dp}{p} = \frac{1}{p} \cdot \frac{dp}{di} \cdot di + \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{p} \cdot \frac{d^2 p}{di^2} \cdot (di)^2 + \epsilon' \quad [10]$$

siendo:

$$\epsilon' = \frac{\epsilon}{p} \quad [11]$$

La igualdad que acabamos de escribir indica que la variación relativa en el precio de un bono, como consecuencia de una variación en el tipo de interés, es función de la duración, cambiada de signo, y la convexidad.

Redington (1952) formuló las condiciones que debe reunir una estrategia de inmunización. Estas son:

- valor actual del activo igual al valor actual del pasivo;
- duración del activo igual a la duración del pasivo;
- convexidad del activo igual o superior a la convexidad del pasivo.

Si se cumplen estas condiciones, el efecto que una variación en el tipo de interés provoca en el valor del activo siempre es más favorable que el efecto que causa en el pasivo, en el sentido indicado al principio de este apartado. No obstante, la validez de las condiciones de Redington está sujeta a la siguiente hipótesis simplificadora: la curva de los tipos de interés es plana o, lo que es lo mismo, existe un único tipo de interés válido para todos los vencimientos.

Se trata, ciertamente, de una hipótesis simplificadora. En la realidad, el tipo de interés es diferente según el número de períodos a que se refiere. Por tanto, para hallar el valor actual de un bono, sus cupones deben descontarse a los tipos de interés que corresponden a sus vencimientos. La introducción de una estructura temporal de los tipos de interés en los cálculos de duración y convexidad obliga a recurrir a procedimientos más sofisticados, que tienen en cuenta el proceso estocástico seguido por los cambios de la estructura temporal de los tipos de interés a lo largo del tiempo. Aparece, como consecuencia directa, el riesgo asociado a la correcta elección del proceso estocástico que seguirán los tipos de interés, o «riesgo del proceso estocástico», ya que tal proceso condiciona ahora la estrategia de inmunización. Existe un amplio consenso en la literatura sobre la materia referente a que las estrategias de inmunización realizadas a partir de procesos estocásticos no proporcionan resultados sistemáticamente más satisfactorios que los que se obtienen aplicando la sencilla estrategia de Redington (Bierwag, Kaufman, Schweitzer y Toevs, 1983).

Esta estrategia presenta las siguientes ventajas: es sencilla de aplicar, sus propiedades son bien conocidas y, atendiendo a las referencias bibliográficas sobre sus resultados prácticos, hasta el momento se ha mostrado eficiente, incluso en la poco sofisticada versión de Redington. En lo que se refiere a su aplicación a los fondos de pensiones, más que inconvenientes presenta una limitación: no resulta adecuada para controlar el riesgo de las inversiones en renta variable, ya que el riesgo de este tipo de activos no proviene únicamente del tipo de interés sino de otras muchas fuentes. Si bien la inmunización no sirve como estrategia de inversión básica para los fondos de pensiones, resulta imprescindible como estrategia complementaria. Los ajustes requeridos para adaptar la duración de una cartera de renta fija acostumbran a realizarse utilizando contratos de futuros, por los menores costes de transacción que éstos comportan (3).

### 3. Estrategias de protección de carteras o protección dinámica (*portfolio insurance* o *dynamic hedging*)

La estrategia de protección de carteras (*portfolio insurance*) tiene por objetivo garantizar un valor mínimo de una inversión sin renunciar a la obtención de cotas superiores de rentabilidad (4). La variante más sencilla de esta estrategia consiste en adquirir una opción de venta sobre la cartera de inversión que se desea proteger. La utilización de opciones para proteger carteras permite una gran flexibilidad para moldear el tipo de valor final que se desea, y por ello resulta adecuada su aplicación a la estrategia de inversión de los fondos de pensiones.

Sin embargo, no es frecuente poder realizar una estrategia de protección de carteras contratando

una opción de venta en el mercado. La oferta de opciones de venta es limitada, y prácticamente nula a medio y largo plazo. Esta limitación se puede tratar de solucionar recurriendo a opciones de venta sintéticas. Se puede demostrar que, mediante una combinación variable de una acción o cartera y deuda libre de riesgo, resulta posible reproducir el comportamiento de una opción sobre aquella acción o cartera. La relación entre acción o cartera y deuda debe reajustarse continuamente hasta el vencimiento de la opción. Esta técnica se basa en una propiedad utilizada por Black y Scholes (1973) para deducir su fórmula del valor de las opciones. La aplicación práctica de ésta plantea algunos problemas significativos:

— existen costes de transacción en el ajuste de la relación cartera/deuda;

— en la práctica, la relación cartera/deuda no puede reajustarse continuamente, lo que origina desajustes que repercuten en el valor final de la opción sintética;

— si el precio de la acción o cartera que se trata de proteger experimenta un movimiento brusco, la estrategia de protección no cumple su objetivo, debido a que la fórmula de Black y Scholes supone que el precio del activo sobre el que se aplica la opción sigue un proceso estocástico de Ito y, por tanto, experimenta oscilaciones suaves.

La crisis bursátil de octubre de 1987 obligó a revisar la fiabilidad de la protección de carteras basadas en opciones sintéticas (Luskin, 1988a). Su aplicación práctica ha proseguido y, en el orden teórico, los avances de la investigación en torno a este tipo de protección han permitido un mejor conocimiento de sus posibilidades. En lo que respecta a las inversiones de los fondos de pensiones, la estrategia de protección de carteras no sólo es la más adecuada, teniendo en cuenta los objetivos de los fondos, sino quizá la única capaz de permitir un control sistemático de la distribución de las inversiones entre renta fija y renta variable. Como el tipo de protección requerida presenta unas características propias, pasamos a estudiarlas en el apartado siguiente.

## V. LA ESTRATEGIA DE PROTECCION DEL VALOR NETO (*SURPLUS INSURANCE*)

### 1. Importancia y significado

Entendemos por valor neto la diferencia entre activo y deudas, con la particularidad de que, en la terminología habitual de los planes y fondos de pensiones, el término «deudas» se asimila a «pasivo». Existen dos niveles de valor actual neto de un fondo de pensiones:

a) valor actual del activo menos valor actual de las pensiones devengadas (o valor actual neto de finalización), y

b) valor actual del activo menos valor actual de las pensiones previstas (o valor actual neto de continuidad).

Las estrategias de protección pueden aplicarse al valor neto concebido a partir de cualquiera de ambas versiones. No obstante, lo que parece más razonable es tomar como valor actual neto la diferencia entre el valor actual del activo y el valor actual de las pensiones devengadas, pues este último valor, y no el de las pensiones previstas, constituye la deuda actual del fondo (Bodie, 1990b; Black y Jones, 1988).

El valor del activo de un fondo de pensiones debe considerarse como una variable aleatoria. Habitualmente, se compone de una cartera de títulos de renta variable, una cartera de títulos de renta fija e inversiones en inmuebles. La cartera de renta variable se compone de un conjunto de títulos cuyas variaciones de precio, en un mercado eficiente, no se pueden prever por el propio concepto de eficiencia del mercado. Igualmente ocurre con la cartera de renta fija. El valor de un título de renta fija se obtiene actualizando sus cupones futuros, empleando como tasa de actualización el tipo de interés del mercado. Al ser éste también una variable aleatoria, el valor actual de la cartera de renta fija se halla, igualmente, sujeto a variaciones no previsibles. El valor actual de la inversión en inmuebles es, asimismo, aleatorio.

En consecuencia, el valor neto de un fondo de pensiones depende de las oscilaciones del valor del activo. Sin embargo, el valor actual del pasivo también puede considerarse una variable aleatoria. El valor actual de las pensiones devengadas está sujeto a las variaciones de la tasa de actualización, relacionada con el tipo de interés de mercado. El valor actual de las pensiones previstas incorpora, además, otra fuente de aleatoriedad, en la medida en que la prestación por jubilación depende del salario final de los partícipes, y éste debe estimarse. Evidentemente, existen también factores aleatorios de tipo demográfico.

Resulta, pues, que tanto el valor actual del activo como el valor actual del pasivo de un fondo de pensiones son variables aleatorias. Luego también lo es el valor neto. Del breve examen que hemos realizado sobre activo y pasivo del fondo se desprende que la variabilidad de uno y otro depende de diferentes factores, lo que impide prever las variaciones, en volumen y sentido, del valor neto.

Un fondo de pensiones está dotado (*funded*) siempre que su valor neto es positivo o siempre que el coeficiente de dotación (*dot*) es superior a la unidad, es decir:

$$VA (\text{Activo}) - VA (\text{Pasivo}) \geq 0 \quad [12]$$

$$dot = \frac{VA (\text{Activo})}{VA (\text{Pasivo})} \geq 1 \quad [13]$$

Un fondo de pensiones comienza a experimentar problemas financieros cuando su valor neto absoluto es negativo o, lo que es equivalente, su *ratio* de dotación es menor que la unidad. Por tanto, para controlar el riesgo de un fondo de pensiones, hay que controlar su valor neto, objetivo que, precisamente, persigue la estrategia conocida como *surplus insurance*, que traducimos por «protección del valor neto». En los trabajos recientes sobre estrategias de inversión de los fondos de pensiones, aparece un acuerdo prácticamente unánime en recomendar la estrategia de protección del valor neto (Wagner, 1988; Bookstaber, 1987; Bookstaber y Gold, 1988; Brill, 1989; Gastineau, 1988; Etzioni, 1989, y Kritzman, 1988).

## 2. Protección del valor neto *versus* protección de los valores de activo y pasivo

Realizar una estrategia de protección de carteras sobre el valor neto de un fondo de pensiones supone aplicar una opción de venta sobre este valor neto. Dicha opción de venta ha de ser sintética, por no contratarse en los mercados opciones de estas características. Para simplificar la exposición, tomamos un horizonte de un solo período de tiempo. Supongamos que el objetivo de la protección es lograr que el valor neto al final del período sea superior o igual al valor neto al principio del período:

$$VN_1 \geq VN_0 \quad [14]$$

Para garantizar este objetivo, se precisa una opción de venta sobre el valor neto con precio de ejercicio igual a su valor inicial. La situación a final del período queda reflejada en el cuadro n.º 1, en el que el valor neto recibe el mismo tratamiento que un título.

CUADRO NUM. 1

Valor final .....	$VN_1 < VN_0$	$VN_1 \geq VN_0$
Títulos:		
$VN$ .....	$VN_1$	$VN_1$
$OV$ .....	$VN_0 - VN_1$	-
	$VN_0$	$VN_1$

¿Podría conseguirse este objetivo aplicando por separado una estrategia de protección sobre el activo y el pasivo del fondo? Se puede demostrar que la aplicación de la protección por separado conduce a una sobreprotección. Designando por *A* el activo del fondo y por *P* su pasivo, podemos escribir:

$$VN_1 = A_1 - P_1 \quad [15]$$

$$VN_0 = A_0 - P_0 \quad [16]$$

$$VN_1 - VN_0 = (A_1 - A_0) - (P_1 - P_0) \quad [17]$$

Para aplicar por separado la estrategia de protec-

ción, hay que adquirir una opción de venta sobre el activo con precio de ejercicio igual a su valor inicial y una opción de compra sobre el pasivo con precio de ejercicio, asimismo, igual a su valor inicial. La situación a final del período queda reflejada en el cuadro n.º 2.

CUADRO NUM. 2

Valor final:	(I)	(II)	(III)	(IV)
	$A_1 < A_0$ $P_1 < P_0$	$A_1 < A_0$ $P_1 > P_0$	$A_1 > A_0$ $P_1 < P_0$	$A_1 > A_0$ $P_1 > P_0$
Títulos:				
$A - P$ .....	$A_1 - P_1$	$A_1 - P_1$	$A_1 - P_1$	$A_1 - P_1$
$OV(A)$ ....	$A_0 - A_1$	$A_0 - A_1$	—	—
$OC(P)$ ....	—	$P_1 - P_0$	—	$P_1 - P_0$
Valor neto....	$A_0 - P_1$ $A_0 - P_1 > VN_0$	$A_0 - P_0$ $A_0 - P_0 = VN_0$	$A_1 - P_1$ $A_1 - P_1 > VN_0$	$A_1 - P_0$ $A_1 - P_0 > VN_0$

Únicamente en la situación (II) el valor neto final es igual al valor neto inicial. En las situaciones restantes, el valor neto final es superior al inicial, debiéndose señalar que en las situaciones (I) y (IV) se han ejercitado opciones. Por otra parte, una protección por separado inferior a la adoptada conduciría, en la situación (II), a un valor neto final inferior al inicial, contrariamente a lo que se desea.

Se puede decir, por tanto, que la estrategia de protección por separado conduce necesariamente a una sobreprotección que, lógicamente, absorbe un volumen de recursos superior al requerido por el objetivo de protección deseado. En consecuencia, los fondos de pensiones deben aplicar la estrategia de protección directamente sobre su valor neto.

### 3. Protección del valor neto absoluto versus protección del coeficiente de dotación (activo/deudas)

Las ventajas que la protección del valor neto absoluto presenta frente a la protección por separado de los valores de activo y pasivo no implica que aquélla sea la mejor estrategia posible para un fondo de pensiones. La finalidad principal del activo de un fondo de pensiones es garantizar el pago de las prestaciones estipuladas por el plan de pensiones, es decir, cubrir el pasivo del fondo. Para medir la garantía que el activo de un fondo ofrece a su pasivo, lo correcto es dividir ambos valores para hallar el parámetro que hemos definido como coeficiente de dotación (*dot*). De esta forma, se determina el número de unidades monetarias de activo de que el fondo dispone por cada unidad monetaria de pasivo. Siguiendo este razonamiento, podemos afirmar que la estrategia de protección de un fondo de pensiones debe actuar sobre el coeficiente de dotación.

Comparemos la clase de protección que ofrece

una estrategia dirigida al valor neto absoluto con el tipo de protección que ofrece una estrategia orientada al coeficiente de dotación, refiriéndonos a un solo período. La estrategia sobre el valor neto absoluto garantiza que:

$$A_1 - P_1 \geq VN_0 \quad [18]$$

mientras que la estrategia sobre el coeficiente de dotación garantiza que:

$$dot_1 \geq dot_0 \quad [19]$$

A partir de [18] podemos escribir:

$$\frac{A_1}{P_1} \geq \frac{VN_0}{P_1} + 1 \quad [20]$$

Definamos:

$$dot^* = \frac{VN_0}{P_1} + 1 \quad [21]$$

por lo que [20] equivale a:

$$dot_1 \geq dot^* \quad [22]$$

Resulta obvio que  $dot^*$  es variable, dependiendo de  $P_1$ . A partir de [21], y recordando el significado de  $dot_0$ , podemos escribir (5):

$$P_1 = P_0 \Rightarrow dot^* = dot_0 \quad [23]$$

$$P_1 < P_0 \Rightarrow dot^* > dot_0 \quad [24]$$

$$P_1 > P_0 \Rightarrow dot^* < dot_0 \quad [25]$$

lo que nos permite afirmar que sólo en caso de igualdad entre el valor del pasivo al final del período y el valor del pasivo al principio del período la estrategia sobre el valor absoluto proporciona igual protección que la estrategia sobre el valor relativo. En caso de ser el valor del pasivo al final del período inferior al valor del pasivo al principio del período, la estrategia sobre el valor absoluto proporciona automáticamente una protección superior a la que emana de la estrategia sobre el valor relativo. En caso de ser el valor del pasivo al final del período superior al valor del pasivo al principio del período, la estrategia sobre el valor absoluto proporciona una protección inferior a la facilitada por la estrategia sobre el valor relativo. En definitiva, podemos afirmar que la estrategia sobre el valor absoluto no sirve para garantizar un valor mínimo constante de la relación entre activo y pasivo. Además, como señala Kritzman (1988), la estrategia sobre el valor relativo aprovecha la protección o *hedging* natural fruto de las variaciones simultáneas de activo y pasivo.

### 4. La estrategia de protección de la *ratio* de dotación (activo/deudas)

Para llevar a cabo una estrategia de protección del coeficiente de dotación no sirven las opciones clásicas cuyo precio de ejercicio es fijo. Para proteger

este coeficiente hay que adoptar una estrategia basada en opciones de intercambio, de acuerdo con lo señalado por Kritzman (1986 y 1988). Supongamos que se desea conseguir que:

$$A_1 \geq P_1 \quad [26]$$

El camino para alcanzar este objetivo es adquirir una opción de venta sobre el activo con un precio de ejercicio igual al valor final del pasivo o, lo que es lo mismo, una opción de compra sobre el pasivo con un precio de ejercicio igual al valor final del activo. Es evidente que los precios de ejercicio de una y otra opción son aleatorios. En ambos casos, si el valor del pasivo al vencimiento es superior al valor del activo, la opción se ejercita entregándose el activo y recibiendo el pasivo, es decir, se intercambian activo y pasivo. Por tanto, se ha asegurado que el coeficiente de dotación al final del período es igual o superior a la unidad:

$$\frac{A_1}{P_1} \geq 1 \quad [27]$$

Igualmente, podría haberse asegurado un coeficiente de dotación diferente de la unidad denominado  $\Psi$ . Este caso corresponde a una opción de venta sobre el activo con un precio de ejercicio igual a  $\Psi$  veces el pasivo, o una opción de compra sobre  $\Psi$  veces el pasivo con un precio de ejercicio igual al activo. La situación al final del período queda recogida en los cuadros n.ºs 3 y 4.

Por tanto:

$$VF (\text{Activo} + \text{opción de intercambio}) = \text{Máx} [A_1, \Psi \cdot P_1] \quad [28]$$

y:

$$\frac{VF (\text{Activo} + \text{opción de intercambio})}{P_1} \geq \Psi \quad [29]$$

lo que pone de manifiesto que esta estrategia asegura un valor mínimo  $\Psi$  del coeficiente de dotación, hecho que nos permite afirmar que un activo compuesto por una cartera de títulos (de renta variable o de renta fija) más una opción de intercambio con el pasivo cumple los requisitos exigidos al *liability-asset*.

Como acabamos de ver, la aplicación de esta estrategia exige disponer de opciones de intercambio, es decir, de opciones cuyo precio de ejercicio es aleatorio. Estas opciones se valoran por medio del modelo de Margrabe (1978). Al no ser objeto de contratación en los mercados, han de construirse por la vía sintética.

## 5. El horizonte de protección

Una estrategia de protección referida a un individuo debería tomar como horizonte el momento de

CUADRO NUM. 3

ACTIVO MAS OPCION DE VENTA (INTERCAMBIO)

Valor final .....	$A_1 < \Psi \cdot P_1$	$A_1 \geq \Psi \cdot P_1$
Títulos:		
A .....	$A_1$	$A_1$
OV .....	$\Psi \cdot P_1 - A_1$	-
	$\Psi \cdot P_1$	$A_1$

CUADRO NUM. 4

ACTIVO MAS OPCION DE COMPRA (INTERCAMBIO)

Valor final .....	$\Psi \cdot P_1 > A_1$	$\Psi \cdot P_1 \leq A_1$
Títulos:		
A .....	$A_1$	$A_1$
OC .....	$\Psi \cdot P_1 - A_1$	-
	$\Psi \cdot P_1$	$A_1$

su jubilación, si la prestación se percibe en forma de capital, o la fecha de fallecimiento, si la pensión se cobra en forma de renta vitalicia o según una combinación de capital-renta. Sin embargo, en el caso de los fondos de pensiones, hay que considerar un horizonte indefinido a causa del principio de continuidad que debe presidir su gestión, principio según el cual el promotor —y, particularmente, la empresa promotora en el sistema de empleo— no contempla sistemáticamente la terminación voluntaria del plan de pensiones. El principio de continuidad queda recogido de forma muy adecuada en la teoría del contrato implícito de Treynor (1977) y es explícitamente mencionada, por ejemplo, en la normativa contable estadounidense —FAS 87— (McGill y Grubbs Jr., 1989, pág. 418).

Un fondo de pensiones administra inversiones de un colectivo cuyos componentes —los partícipes y beneficiarios del plan de pensiones— se renuevan a lo largo del tiempo. Si el objetivo es evitar situaciones de infradotación, hay que aplicar una estrategia de protección que garantice la solvencia en todo momento, sin la restricción de un horizonte temporal limitado. Se requiere, pues, una protección constante sin limitación en el horizonte. Este tipo de protección lo suministran las estrategias de invariabilidad temporal (Brill, 1989; Brennan y Schwartz, 1988).

## VI. CONCLUSIONES

Las conclusiones alcanzadas en este trabajo se resumen en los siguientes puntos:

1. La estrategia de inversión del fondo de pensiones ha de ser una estrategia de cartera estructurada, concretamente una estrategia de protección de carteras (*portfolio insurance*).

2. La protección cubre el riesgo financiero derivado de la aleatoriedad financiera de activo y pasivo; no recoge, en cambio, las variaciones en el pasivo por causas demográficas.

3. La estrategia de inmunización permite controlar el riesgo de la renta fija, por lo que debe incorporarse a la estrategia general de inversión de un fondo de pensiones.

4. La protección debe centrarse en el coeficiente de dotación o relación activo/deudas (*surplus insurance* relativo).

5. El horizonte de la protección debe ser indefinido.

6. A efectos de elegir el valor del coeficiente de dotación a proteger, parece razonable tomar como valor de las deudas la parte del pasivo que puede considerarse exigible, es decir, el valor actual de las pensiones devengadas.

7. Por tanto, la estrategia óptima de inversión de los fondos de pensiones ha de ser una estrategia de invariabilidad temporal aplicada al caso de intercambio de carteras.

## NOTAS

(\*) Este trabajo se basa en parte de la tesis doctoral «Planes y fondos de pensiones: función financiera y estrategias de inversión», dirigida por el Dr. Joan Montllor i Serrats. La Fundación Fondo para la Investigación Económica y Social concedió una beca para su elaboración.

(1) Véase, entre otros, BERKOWITZ, FINNEY y LOGUE (1988), y SHEPHERD (1987).

(2) La estrategia *cash-flow matching* fue propuesta por HODGES y SCHAEFER (1977). Una simplificación de la misma puede verse en FABOZZI, TONG y ZHU (1989).

(3) Sobre la aplicación de la inmunización a los fondos de pensiones, véase KEINTZ y STICKNEY (1980), LEIBOWITZ (1986) y BODIE (1990a). Sobre la aplicación de los contratos de futuros a la inmunización, véase FABOZZI y FABOZZI (1989), 228-248.

(4) Sobre el origen y la evolución de la protección de carteras, véase LELAND y RUBINSTEIN (1988). Sobre opciones sintéticas, véase LELAND y RUBINSTEIN (1981).

(5) Véase Apéndice.

## BIBLIOGRAFIA

ARNOTT, Robert D., y FABOZZI, Frank J. (eds.) (1988), *Asset allocation: Portfolio policies, strategies and tactics*, Probus, Chicago, Illinois.

BERKOWITZ, Stephen A.; FINNEY, Louis D., y LOGUE, Dennis E. (1988), *The investment performance of corporate pension plans*, Quorum, Westport, Connecticut.

BIERWAG, Gerald O.; KAUFMAN, George G.; SCHWEITZER, R., y TOEVS,

Alden (1983), «The art of risk management in bond portfolio», en *Innovation in bond portfolio management: Duration analysis and immunization*, G. G. Kaufman, G. O. Bierwag y A. Toevs (eds.), Jai Press, 325-345.

BLACK, Fisher (1986), «Noise», *Journal of Finance*, 41 (3), 529-543.

— y JONES, Robert (1988), «Simplifying portfolio insurance for corporate pension plans», *The Journal of Portfolio Management*, 13 (4), 33-37.

— y SCHOLES, Myron (1973), «The pricing of options and corporate liabilities», *Journal of Political Economy*, 81, 637-654.

BODIE, Zvi (1990a), «Pension funds and financial innovation», *Financial Management*, 19 (3), 11-22.

— (1990b), «The ABO, the PBO and pension investment policy», *Financial Analysts Journal*, 46 (5), 27-34.

BOOKSTABER, Richard (1987), *Option pricing and investment strategies*, Probus, Chicago, Illinois.

— y GOLD, Jeremy (1988), «In search of the liability asset», *Financial Analysts Journal*, 44 (1), 70-80.

BRENNAN, Michael J., y SCHWARTZ, Eduardo S. (1988), «Time-invariant portfolio insurance strategies», *The Journal of Finance*, 43 (2), 283-299.

BRILL, Edward A. (1989), «Risk management in a FASB 87 environment», en *The institutional investor focus on investment management*, J. F. Fabozzi (ed.), Harper & Row, 681-694.

ETZIONI, Ethan S. (1989), «Portfolio protection for fixed income portfolios, balanced portfolios, surplus protection», en *Fixed-income portfolio strategies*, F. J. Fabozzi (ed.), Probus, 245-260.

FABOZZI, Frank J. (ed.) (1989a), *Fixed-income portfolio strategies*, Probus, Chicago, Illinois.

— (ed.) (1989b), *Portfolio & investment management*, Probus, Chicago, Illinois.

— (ed.) (1989c), *The institutional investor focus on investment management*, Harper & Row, New York.

FABOZZI, Frank J., y FABOZZI, T. Dessa (1989), *Bond markets: Analysis and strategies*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.

FABOZZI, T. Dessa; TONG, Tom, y ZHU, Yu (1989), «Beyond cash matching», en *Fixed-income portfolio strategies*, F. J. Fabozzi (ed.), Probus, 189-212.

GASTINEAU, Gary L. (1988), «Surplus protection and portfolio insurance», en *Asset allocation: Portfolio policies, strategies and tactics*, R. D. Arnott y F. J. Fabozzi (eds.), Probus, 225-240.

HODGES, S. D., y SCHAEFER, S. M. (1977), «A model for bond portfolio improvement», *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 12 (2), 243-260.

KAUFMAN, G. G.; BIERWAG, Gerald O. y TOEVS, Alden (eds.) (1983), *Innovation in bond portfolio management: Duration analysis and immunization*, Jai Press, Greenwich, Connecticut.

KEINTZ, Richard J., y STICKNEY, Clyde P. (1980), «Immunization of pension funds and sensitivity to actuarial assumptions», *The Journal of Risk and Insurance*, 47 (2), 223-239.

KRITZMAN, Mark P. (1986), «What's wrong with portfolio insurance?», *Journal of Portfolio Management*, 13 (1), 13-16.

— (1988), «Insuring the asset/liability ratio», en *Portfolio insurance: A guide to dynamic hedging*, D. L. Luskin (ed.), John Wiley & Sons, 76-85.

LEIBOWITZ, Martin L. (1986), «The dedicated bond portfolio in pension funds. Part II: Immunization, horizon matching and contingent procedures», *Financial Analysts Journal*, 42 (2), 47-57.

— SORENSEN, Eric H.; ARNOTT, Robert D., y HANSON, H. Nicholas (1989), «A total differential approach to equity duration», *Financial Analysts Journal*, 45 (5), 30-37.

LELAND, Hayne E.; y RUBINSTEIN, Mark (1981), «Replicating options with positions in stocks and cash», *Financial Analysts Journal*, 37 (4), 63-72.

- (1988), «The evolution of portfolio insurance», en *Portfolio insurance: A guide to dynamic hedging*, D. L. Luskin (ed.), John Wiley & Sons, 3-10.
- LUSKIN, Donald L. (1988a), «After the fall», en *Portfolio insurance: A guide to dynamic hedging*, D. L. Luskin (ed.), John Wiley & Sons, New York, 311-315.
- (ed.) (1988b), *Portfolio insurance: A guide to dynamic hedging*, John Wiley & Sons, New York.
- McGILL, Dan M., y GRUBBS Jr., Donald S. (1989), *Fundamentals of private pensions* (6th edition), Pension Research Council, Wharton School, Irwin, Homewood, Illinois.
- MARGRABE, William (1978), «The value of an option to exchange one asset for another», *The Journal of Finance*, 33 (1), 177-186.
- MARSHALL, John F. (1989), *Futures and option contracting*, South Western Publishing Co., Cincinnati.
- REDINGTON, F. M. (1952), «Review of the principle of life office valuations», *Journal of the Institute of Actuaries*, 18, 286-340.
- SHEPHERD, A. G. (ed.) (1987), *Pension fund investment*, Woodhead-Faulkner, Cambridge.
- TREYNOR, Jack L. (1977), «The principles of corporate pension finance», *The Journal of Finance*, 32 (2), 627-638.
- WAGNER, Wayne H. (1988), «The many dimensions of risk», *The Journal of Portfolio Management*, 14 (2), 35-39.

## APENDICE

### Proposición:

$$P_1 = P_0 \Rightarrow dot^* = dot_0$$

$$P_1 < P_0 \Rightarrow dot^* > dot_0$$

$$P_1 > P_0 \Rightarrow dot^* < dot_0$$

### Demostración:

$$dot_0 = \frac{A_0}{P_0} \quad dot^* = \frac{VN_0}{P_1} + 1$$

$$dot_0 = \frac{A_0 - P_0 + P_0}{P_0} = \frac{VN_0}{P_0} + 1$$

$$P_1 = P_0 \Rightarrow dot^* = \frac{VN_0}{P_0} + 1 = dot_0$$

$$P_1 < P_0 \Rightarrow \frac{VN_0}{P_1} > \frac{VN_0}{P_0} \Rightarrow dot^* > dot_0$$

$$P_1 > P_0 \Rightarrow \frac{VN_0}{P_1} < \frac{VN_0}{P_0} \Rightarrow dot^* < dot_0$$