

**VALORACIÓN ACTUARIAL DE UN PLAN DE PENSIONES
SEGÚN LOS MÉTODOS INDIVIDUAL Y AGREGADO DE LA
EDAD NORMAL DE ENTRADA**

Francisco José Peláez Feroso - Ana García González
Dpto. Economía Aplicada (Matemáticas) - Universidad de Valladolid
ppelaez@esgueva.eco.uva.es; anagar@esgueva.eco.uva.es

Recibido 10 de marzo 2003, recibido con observaciones 29 de septiembre 2003,
aceptado 15 de octubre 2003

Resumen

El objetivo que nos proponemos en este trabajo es realizar un análisis comparativo entre los valores que alcanzan las funciones más relevantes del plan cuando se utilizan para su valoración el Método Individual o el Método Agregado de la Edad Normal de Entrada. Para ello, describimos un modelo representativo de un plan de pensiones de prestación definida creado por una empresa a favor de sus empleados. Posteriormente, hacemos una simulación práctica del modelo considerando distintos escenarios posibles que pueden representar el contexto económico y social futuro. Con los resultados obtenidos de la misma, el gestor financiero del plan dispondrá de información suficiente para conocer en qué casos y para qué tipos de empresas es más conveniente aplicar uno u otro método de distribución de costes.

Palabras clave: planes de pensiones, fondos de pensiones, métodos actuariales de costes, prestación definida, sistema de empleo.

Abstract

The main goal of this paper is to develop a comparative analysis of those values reached by more relevant functions of the pension plans when either the Individual or the Aggregated Entry Age Normal Method is applied. With this aim we describe a model which represents a defined benefit pension plan created by an employer in favour of his employees. Likewise, a simulation is carried out, considering different scenarios regarding the future economic and social context. Thus, the manager of the plan has enough information to decide when and how each method must be applied. At the same

time, he knows which method of cost distribution suits each kind of firm in a pension plan valuation.

Key words: Pension plans; Pension funds; Actuarial methods of costs; Defined benefit;; Employment system.

1. INTRODUCCIÓN

En la literatura existente sobre la valoración actuarial de los planes de pensiones de prestación definida del sistema de empleo se constata que, para determinar el coste anual del plan, pueden aplicarse diferentes métodos actuariales de distribución de costes establecidos por la Ley para tal fin, entre los que sobresalen los métodos actuariales de las prestaciones acumuladas y los de las prestaciones proyectadas¹.

En este trabajo vamos a describir las principales características y variables asociadas a dos métodos actuariales de prestaciones proyectadas utilizados para la distribución de costes y determinación del equilibrio financiero-actuarial entre las aportaciones y las prestaciones cubiertas por el plan, el Método individual de la edad normal de entrada y el Método agregado de la edad normal de entrada². Ambos se caracterizan porque, una vez definida la prestación estimada de jubilación a través del principio de equivalencia actuarial correspondiente, se calculan las contribuciones anuales a aportar al fondo de pensiones en el que se integra el plan. Estas aportaciones

¹ Para un análisis más detallado de los métodos actuariales de distribución de costes de un plan de pensiones, pueden consultarse Anderson (1992); Peña Esteban (2000) y Winklevoss (1977).

² Estos métodos se ajustan por su racionalidad y por su coherencia con el periodo en el que debería tener lugar la asignación del coste que financia la prestación de jubilación cubierta por el plan en el momento del devengo de ésta, según especifica la orden del Ministerio de Economía y Hacienda, de 21 de julio de 1990, por la que se aprueban normas de naturaleza actuarial aplicables a los Planes y Fondos de Pensiones.

servirán para financiar, durante el periodo de actividad laboral de cada partícipe en la empresa promotora del plan, las prestaciones económicas que éste se ha comprometido a garantizar en su día a sus posibles beneficiarios.

A partir de la promulgación en España del Real Decreto 1.589/1999, de 15 de octubre, por el que se derogan los apartados segundo y tercero de la Orden de 21 de julio de 1990 sobre normas actuariales aplicables a los planes de pensiones y se modifica el Reglamento de Planes y Fondos de Pensiones vigente hasta esa fecha, aprobado por Real Decreto 1.307/1988, de 30 de septiembre, se establece que, para los planes de pensiones del sistema de empleo de prestación definida, sólo será admisible la utilización de sistemas financieros y actuariales de capitalización individual³.

Para la realización del trabajo se parte, en primer lugar, de un plan de pensiones en el que el actuario decide aplicar para su valoración el Método agregado de la edad normal de entrada, el cual considera el sistema de capitalización colectiva para determinar las funciones más relevantes del mismo. En segundo lugar, considerando la anterior disposición, el gestor del plan opta por aplicar en la valoración del plan de pensiones el Método individual de la edad normal de entrada, que se caracteriza por la utilización del sistema de capitalización individual para calcular el coste y la correspondiente valoración del plan.

El objetivo que se busca con la realización de este trabajo es cuantificar

³ Ver Real Decreto 1.589/1999, de 15 de octubre, por el que se establece la nueva redacción del artículo 8, apartado 2, del Reglamento de Planes y Fondos de Pensiones aprobado por Real Decreto 1.307/1988, de 30 de septiembre, así como la disposición transitoria única sobre adaptación de los planes de pensiones del sistema de empleo que estuvieran basados en sistemas de capitalización colectiva, por la que dispondrán de un

las diferencias más significativas respecto del coste, del nivel alcanzado por el fondo del plan y de la provisión matemática que el plan debería tener constituida en cada momento de su valoración cuando se utiliza uno u otro método actuarial para la cuantificación y distribución de costes.

Conviene precisar que en este trabajo sólo se analizan ciertos aspectos del modelo representativo del plan de pensiones descrito, dejando para otros posteriores el estudio más dinámico del mismo a través del análisis de la provisión matemática inconstituida y de la ganancia actuarial generada por las posibles desviaciones existentes entre las hipótesis de partida y la realidad en cada valoración del plan.

2. EL MODELO

En este trabajo se describe un modelo representativo de un Plan de Pensiones de Prestación Definida del Sistema de Empleo de carácter no contributivo en el que consideramos algunos de los aspectos ya planteados en Peláez Feroso y García González (1998) y dos métodos actuariales de costes utilizados en la valoración sistemática de este tipo de planes. Para ello, el actuario o gestor financiero del plan de pensiones ha de establecer las denominadas bases técnicas que, como reseñan Betzuen Zalbidegoitia y Blanco Ibarra (1989), recogen un conjunto de especificaciones sobre diferentes aspectos que van a condicionar de forma notoria la futura evolución del fondo donde se integra el plan de pensiones⁴.

plazo no superior a diez años a partir de su entrada en vigor para adaptar su funcionamiento a los sistemas de capitalización individual.

⁴La base técnica, según la ya citada Orden del Ministerio de Economía y Hacienda, de 21 de julio de 1990, establece un conjunto de especificaciones, según sea la modalidad de los mismos, en las que deben reseñarse los diversos métodos de valoración actuarial susceptibles de ser aplicados para la determinación del coste del plan, los sistemas de capitalización y las magnitudes, parámetros y variables de carácter tanto demográfico,

Dependiendo de las especificaciones incluidas en la base técnica, los resultados que se obtienen de la valoración actuarial del plan serán distintos y, por tanto, el coste anual y la provisión matemática del plan también, lo cual aconseja al actuario ser muy prudente y acertado en el momento de su establecimiento.

Para poder realizar adecuadamente el análisis de este modelo, pasamos a describir las hipótesis económicas y actuariales que es preciso establecer en el momento de la creación de un plan de pensiones de estas características, con el fin de poder estudiar adecuadamente a través de la simulación el modelo que lo representa.

2.1. Hipótesis

- En el momento de la creación del plan por la empresa promotora, los partícipes que lo integran se consideran un colectivo cerrado, lo que implica que no se permite la entrada de nuevos partícipes al mismo.
- El plan de pensiones es operativo hasta la extinción del último partícipe que pertenece al colectivo del plan.
- Los pensionistas, así como el valor actuarial de las prestaciones devengadas a su favor, se consideran para este análisis en un fondo separado que ha de ser tratado de forma similar al colectivo de partícipes activos.
- La empresa promotora del plan contempla el fallecimiento como única causa de salida del colectivo de partícipes previa a la

económico como financiero relacionados con la contingencia de jubilación en las que está definida la prestación cubierta por el plan de pensiones.

jubilación, garantizando únicamente la prestación económica que cubre tal contingencia.

- El importe de las contribuciones se devenga al inicio de cada periodo anual y es dotado únicamente por el promotor del plan a la cuenta de posición que cada partícipe tiene en el fondo donde aquél se integra. Se supone que coincide con la cuantía de las contribuciones que deberían realizarse según el método actuarial de costes empleado para su cálculo.
- El tanto anual de salida del colectivo de partícipes debido al fallecimiento viene definido según las tablas de mortalidad PET85/86 utilizadas para la valoración del plan⁵.
- El tanto anual de interés técnico de valoración del plan de pensiones se estima constante durante el horizonte temporal en el cual es operativo y está en consonancia con el rendimiento que se espera obtener de las inversiones del fondo del plan.
- El montante estimado de las prestaciones de jubilación que se devengan a favor de los partícipes que se jubilan en cada periodo, se detrae del fondo del plan al comienzo del mismo.

2.2. Variables

⁵ Conviene precisar al respecto, que cuánto más actuales sean las tablas de mortalidad utilizadas para determinar la evolución del colectivo de partícipes que integra el plan, más real será la estimación de los costes y menores serán las desviaciones que se generarán entre la realidad y las hipótesis iniciales establecidas por el actuario del plan a su creación.

Con el fin de comprender en toda su extensión el modelo representativo del plan de pensiones que deseamos analizar, pasamos a describir las principales variables que recogen su estructura y funcionamiento:

- F_t : fondo de pensiones en el momento t. En él se materializan los recursos financieros que el promotor del plan aporta sistemáticamente al mismo.
- AL_t : provisión matemática o fondo ideal del plan en el momento t. Representa el valor actuarial de las prestaciones contraídas por el plan con sus partícipes hasta ese momento, según las hipótesis establecidas para su valoración.
- NC_t : coste normal que financia la provisión matemática que debería tener constituida el plan durante el periodo de actividad laboral previo al de la jubilación de cada partícipe. Es una medida anual del nivel de financiación deseado para mantener el fondo de pensiones en su nivel ideal. Para su cuantificación, se pueden considerar diferentes métodos actuariales de distribución de costes dentro de los permitidos por la legislación vigente⁶.
- UAL_t : provisión matemática inconstituida del plan en t. Representa un déficit o superávit respecto del nivel de financiación que ha de alcanzar el fondo de pensiones en cada momento y se define como $UAL_t = AL_t - F_t$.
- B_r : prestación estimada a la edad r de jubilación para cada partícipe del plan. Se define, por lo general, como un porcentaje por

cada año trabajado del salario estimado a la edad previa a la establecida para su jubilación o del salario medio de toda su vida laboral.

- P_t : valor actuarial de las prestaciones causadas a favor de los partícipes que alcanzan la edad de jubilación en el intervalo genérico de valoración $(t, t+1)$. Este montante puede ser detráido del fondo de pensiones al comienzo o al final del periodo de valoración. Esta función viene definida como $P_t = \sum_J B_r \cdot \ddot{a}_r^{(12)}$, siendo J el conjunto de partícipes que se jubilan durante el periodo de valoración del plan y $\ddot{a}_r^{(12)}$, el valor actuarial a la edad de jubilación de una renta vitalicia, unitaria, prepagable y pagadera mensualmente a favor de cada futuro beneficiario desde la edad de jubilación hasta que fallezca.
- r_t : tanto anual de rendimiento real en t , producido por las inversiones de los recursos que integran el fondo de pensiones donde se materializan las aportaciones del plan
- i_t : tanto anual de interés técnico estimado y utilizado en la valoración sistemática del plan.
- s_t : tanto anual de crecimiento salarial estimado.
- SC_t : coste suplementario que amortiza la provisión matemática inconstituida del plan en el momento t . Se devenga anualmente y

⁶ Ver al respecto la Orden 21, de julio de 1990, sobre normas de naturaleza actuarial aplicables a los Planes y Fondos de Pensiones y el Real Decreto 1.589/1999, de 15 de octubre.

depende de la evolución del fondo de pensiones. Este coste adicional sirve para amortizar las posibles desviaciones que se dan entre la realidad y las hipótesis de partida establecidas en cada momento en el que se realiza la valoración del plan.

- C_t : contribución realizada anualmente por el promotor del plan al fondo de pensiones al inicio del periodo de valoración $(t, t+1)$, verificándose que $C_t = NC_t + SC_t$.
- I_{t+1} : rendimiento anual de las inversiones de los recursos financieros del fondo del plan al final del periodo de valoración $(t, t+1)$, siendo $I_{t+1} = r_t [F_t + C_t - P_t]$.
- G_{t+1} : ganancia actuarial del plan. Es una medida adecuada de la gestión económico-financiera del mismo. Cuando se emplean métodos actuariales individuales en el cálculo del coste del plan, la ganancia actuarial obtenida en cada valoración viene así definida:

$$G_{t+1} = \tilde{U}AL_{t+1} - UAL_{t+1}.$$

A continuación, pasamos a describir dos métodos actuariales de distribución de costes que suponemos se van a aplicar en la valoración sistemática del plan de pensiones, con el fin de poder calcular los valores de las principales variables que recogen la estructura del mismo.

2.3. Método agregado de la edad normal de entrada

En general, los métodos actuariales agregados de costes se significan porque las funciones que intervienen en la valoración del plan se determinan de forma conjunta para todo el colectivo de partícipes. Para

estos métodos, la revisión actuarial del plan debe realizarse obligatoriamente de forma anual, según establece la reglamentación actual en España.

Por otra parte, el coste anual del plan se determina de forma conjunta para todos los partícipes y, posteriormente, se define éste para cada uno de ellos. En consecuencia, cuando se aplica un sistema de capitalización colectiva en la valoración actuarial de un plan de pensiones, los partícipes más jóvenes financian parte del coste que llevan implícitas las prestaciones de los partícipes de mayor edad. Por tanto, existe un componente de solidaridad intergeneracional entre todos los partícipes que integran el plan. En este caso, el cálculo de las funciones relevantes del mismo se realiza considerando la edad de entrada ó la edad alcanzada por todos los partícipes en el momento de la valoración del plan y no la edad específica de cada partícipe, como se realiza en los métodos individuales de costes, que posteriormente describimos.

En general, en los métodos agregados de costes, el nivel alcanzado por el fondo de pensiones coincide con la provisión matemática del plan para cada periodo del horizonte temporal durante el cual éste es operativo, es decir, $F_t = AL_t$ y, en consecuencia, la provisión matemática inconstituida del plan en cualquier momento de su valoración es nula, es decir, $UAL_t = 0$. Por tanto, en $t = 0$, se verifica que $AL_0 = F_0$.

Este método agregado de la edad normal de entrada calcula, en primer lugar, el coste anual del plan para el conjunto de partícipes que integra, teniendo en cuenta la edad de entrada de cada partícipe de forma conjunta y, una vez definido éste, determina el coste normal que

corresponde a cada partícipe. Para ello, se distribuye el importe que representa el coste anual del plan entre el número de partícipes que lo componen a esa edad. Por tanto, la ecuación que define el equilibrio financiero-actuarial entre aportaciones y prestaciones al inicio del periodo genérico de valoración del plan $(t, t+1)$, según este método de costes, viene dada por la siguiente expresión:

$$NC_t \frac{\sum_{A_t} \ddot{a}_{e:\bar{r}-\bar{e}|}}{n_t} = \sum_{A_t} B_r \cdot a_r^{(12)} \cdot {}_{r-e}E_e,$$

con n_t el número de partícipes que integran el plan al inicio del periodo anual de valoración, $\frac{NC_t}{n_t} \sum_{A_t} \ddot{a}_{e:\bar{r}-\bar{e}|}$, el valor actuarial a la edad de entrada de los costes normales futuros para todos los partícipes, $\sum_{A_t} B_r \cdot a_r^{(12)} \cdot {}_{r-e}E_e$, el valor actuarial a la edad de entrada de las prestaciones estimadas de jubilación para el conjunto de partícipes; ${}_{r-e}E_e$, el valor actuarial a la edad de entrada de un capital diferido unitario pagadero a cada partícipe del plan si sobrevive a la edad de jubilación, r y $\ddot{a}_{e:\bar{r}-\bar{e}|}$, el valor actuarial a la edad de entrada de una renta temporal pagadera al inicio de cada año hasta la jubilación, en tanto sobreviva el partícipe a favor de quien se constituye.

Una vez definido NC_t , si se desea obtener el coste normal para cada partícipe, se distribuye el coste normal del plan entre todos los partícipes que integran el colectivo en ese momento, es decir,

$NC_e = \frac{NC_t}{n_t}$. Este coste va a permanecer constante en tanto se mantengan las hipótesis de partida.

De la expresión anterior, que define la equivalencia actuarial entre contribuciones y prestaciones para el conjunto de partícipes, se deduce el coste normal del plan al inicio del periodo genérico de su valoración:

$$NC_t = \frac{\sum_{A_t} B_r \cdot a_r^{(12)} \cdot {}_{r-e}E_e}{\sum_{A_t} \ddot{a}_{e:\bar{r}-\bar{e}|}} n_t.$$

Una vez definido el coste normal del plan, el coste normal para cada partícipe al inicio del periodo de valoración es:

$$NC_e = \frac{\sum_{A_t} B_r \cdot a_r^{(12)} \cdot {}_{r-e}E_e}{\sum_{A_t} \ddot{a}_{e:\bar{r}-\bar{e}|}}.$$

La provisión matemática del plan al inicio del referido periodo, posterior al de su implantación, con edad x de cada partícipe, coincide con el fondo real del plan y viene definida por la expresión:

$$AL_t = \sum_{A_t} B_r \cdot a_r^{(12)} \cdot {}_{r-x}E_x - NC_t \cdot \frac{\sum_{A_t} \ddot{a}_{x:\bar{r}-\bar{x}|}}{n_t}.$$

Cuando se aplica este método de valoración actuarial para determinar el coste de un plan de pensiones, la provisión matemática inconstituida es nula en todo momento, siempre y cuando se verifiquen las hipótesis de partida, ya que el coste anual del plan, según las características de

este método, no depende del valor alcanzado por el fondo de pensiones en cada momento de su valoración.

2.4. Método individual de la edad normal de entrada

Los métodos actuariales individuales de costes se caracterizan porque las cuantías de las contribuciones periódicas a realizar al fondo de pensiones donde se integra el plan, se determinan individualmente para cada partícipe aplicando el sistema de capitalización individual. Del mismo modo, el coste anual del plan se define como la suma de los costes individuales para cada uno de los partícipes. Según la normativa vigente actualmente en España, en un plan de pensiones del sistema de empleo en el que se utiliza el sistema de capitalización individual para la cuantificación de los costes y su correspondiente valoración, ésta ha de realizarse al menos cada tres años.

A diferencia del método agregado de la edad normal de entrada descrito previamente, el coste normal y provisión matemática para cada partícipe se determinan aplicando el sistema financiero-actuarial de capitalización individual y, posteriormente, una vez definidas estas funciones, se calculan el coste anual y la provisión matemática del plan como suma de las individuales. Según este método, se devenga a favor de cada partícipe y a partir de su edad de entrada en el plan, un porcentaje por año trabajado de la prestación estimada de jubilación, que será financiada desde esa edad por medio del coste normal.

La edad de entrada al plan está definida como aquélla desde la cual comienzan a devengarse las prestaciones por él cubiertas. La edad de entrada, en general, suele coincidir o ser posterior a la fecha de creación del plan. Por tanto, al inicio del mismo, se verifica que $AL_0 = F_0$ y, en consecuencia, la provisión matemática inconstituida en

ese momento es nula, es decir, $UAL_0 = 0$, salvo que el plan reconozca a los partícipes prestaciones por servicios pasados en la empresa que lo promueve hasta la fecha de su creación. De esta forma, podemos comparar este método de valoración actuarial con el anterior, puesto que ambos parten de condiciones iniciales idénticas.

Otra particularidad relevante de este método es que define, en primer lugar, el coste normal para cada partícipe, que va a ser constante en tanto no se modifiquen las hipótesis de partida o se considere revalorización de la prestación estimada de jubilación y, en segundo lugar, la provisión matemática que le corresponde a cada edad.

A la edad de entrada de cada partícipe al plan, la ecuación que define el equilibrio financiero-actuarial entre las aportaciones y las prestaciones correspondientes, verifica la siguiente expresión:

$$NC_e \cdot \ddot{a}_{e:\bar{r}-\bar{e}|} = B_r \cdot \ddot{a}_r^{(12)} \cdot {}_{r-e}E_e,$$

con $NC_e \cdot \ddot{a}_{e:\bar{r}-\bar{e}|}$, el valor actuarial a la edad de entrada de los costes normales futuros.

De la anterior ecuación se deduce el coste normal para cada partícipe a su edad de entrada al plan, e:

$$NC_e = \frac{B_r \cdot \ddot{a}_r^{(12)} \cdot {}_{r-e}E_e}{\ddot{a}_{e:\bar{r}-\bar{e}|}}.$$

Por tanto, el coste normal del plan el momento inicial de valoración t, con edad alcanzada de cada partícipe x, se define como la suma de los costes normales individuales para cada partícipe, es decir,

$NC_t = \sum_{A_t} NC_e$, siendo A_t el número de partícipes activos que hay en el

plan en el momento t.

Determinado el coste normal, pasamos a calcular la provisión matemática de cada partícipe de edad x en el momento t de valoración, posterior al de creación del plan:

$$AL_x = B_r \cdot \ddot{a}_r^{(12)} \cdot {}_{r-x}E_x - NC_e \cdot \ddot{a}_{x:\overline{r-x}|}$$

Una vez definida la provisión matemática para cada partícipe, la correspondiente al plan se define como la suma de la de cada uno de ellos, es decir⁷, $AL_t = \sum_{A_t} AL_x$.

3 ESCENARIOS DEL MODELO

La consideración de la técnica de los escenarios, se utiliza habitualmente para estimar y representar comportamientos futuros del modelo y poder contrarrestar, en la medida de lo posible, la incertidumbre inherente al mismo ante la perspectiva de un horizonte temporal demasiado amplio. Esto es debido a que es muy difícil prever las condiciones que prevalecerán realmente en el futuro y, por tanto, su posible evolución.

Para estudiar el posible comportamiento del modelo ante diferentes realidades futuras, describimos, además del escenario base que recoge la estructura inicial del modelo, otros dos posibles escenarios cuyo análisis servirá de ayuda al gestor financiero del plan para la toma

futura de decisiones según la realidad con la que se encuentre.

Conviene precisar que la probabilidad de que se den en el futuro las condiciones recogidas en cada uno de los escenarios posibles considerados es distinta y, por tanto, es labor del actuario estimar su valor. El análisis de los posibles escenarios se realiza comparando los resultados obtenidos para cada uno de ellos con el escenario base que sirve de referencia, según las condiciones supuestas.

3.1 Escenario base

- El tanto anual de rendimiento de las inversiones y el tanto anual de interés técnico de valoración del plan coinciden durante todo el horizonte temporal durante el cual éste es operativo.
- La prestación de jubilación se define como un porcentaje del salario que se estima va a percibir cada partícipe en el año previo al de su jubilación por cada año trabajado, teniendo en cuenta el tanto anual acumulativo de crecimiento salarial, que para este escenario se estima del 2%.

3.2 Escenario I

- Al cabo de 5 años se prevé, teniendo en cuenta el Real Decreto 1.589/1999, de 15 de octubre, anteriormente citado, que, para la valoración del plan se sustituye el método agregado de la edad normal de entrada inicialmente aplicado por el método individual de la edad normal de entrada. Igualmente, se supone que las demás condiciones del escenario base permanecen invariables.

⁷ Para profundizar más en los métodos actuariales aplicados en la valoración de los planes de pensiones de prestación definida del sistema de empleo, consultar al respecto

3.3 Escenario II

- Una vez modificado el método actuarial de costes utilizado en la valoración del plan de pensiones, para calcular las prestaciones de jubilación correspondientes, se estima que el tanto real de crecimiento salarial para todo el horizonte temporal durante el cual el plan está vigente, es del 2,5%.

3.4 Escenario III

- Considerando las mismas condiciones que para el anterior escenario, pero teniendo en cuenta una previsión menos optimista desde el punto de vista de la empresa, se estima que el tanto real de crecimiento salarial es del 3,5% para toda la duración del plan.

4 SIMULACIÓN DEL MODELO

Para la simulación práctica del modelo representativo del plan de pensiones descrito, partimos de los siguientes datos:

- El salario a la edad de entrada de cada partícipe es 2.000.000 u.m.
- La prestación de jubilación para cada partícipe es el 80% del salario previo estimado a su jubilación.
- En el momento de implantación del plan, cuando se utiliza en su valoración el método agregado de la edad normal de entrada, el fondo y la provisión matemática del plan coinciden, siendo $F_0 = AL_0 = 119.199.628$ u.m. Cuando se aplica el método individual de la edad normal de entrada, la provisión matemática y el fondo del plan al inicio del periodo también se supone que coinciden y toman el valor $F_0 = AL_0 = 122.182.791$ u.m.

Anderson (1992) y McGill (1984).

- El colectivo que integra el plan de pensiones consta de 80 partícipes con las siguientes edades de entrada en la empresa que lo promueve: [20(e=25); 20(e=28); 20(e=30); 20(e=35)].
- En el momento de implantación del plan, en $t = 0$, estos partícipes tienen las siguientes edades: [20(x=25); 20(x=30); 20(x=35); 20(x=40)].
- El tanto anual de interés técnico aplicado en la valoración del plan de pensiones es constante e igual al 4% mientras sea operativo.⁸.

A continuación, se describe el orden metodológico seguido para realizar adecuadamente la valoración sistemática de un plan de pensiones de estas características:

- Estimación del tanto de interés técnico de valoración del plan.
- Estimación de la prestación de jubilación teniendo en cuenta la edad legalmente establecida para la misma y otras situaciones⁹.

⁸ La Disposición Adicional Única del Real Decreto 1.589/1999, de 15 de octubre, especifica, en su apartado 1, que en los Planes de Pensiones, para las contingencias en que esté definida la prestación, el tipo de interés aplicable para la valoración del plan no podrá ser superior al 4%.

⁹ En relación con este tema, ver art.16, aptdo. a, del Real Decreto 1.589/1999 de 15 de octubre, en el que se reseña que los Planes de Pensiones podrán prever prestaciones por situaciones asimilables a la jubilación, pudiéndose considerar como tales cualquier supuesto de extinción o suspensión de la relación laboral de un partícipe con al menos 52 años de edad cumplidos, que determine el pase a la situación de desempleo y siempre que se inscriba como tal en el Instituto Nacional de Empleo o se encontrase en dicha situación a partir de esa edad. Estas situaciones de desempleo están contempladas en los aptdos. 1 y 2 del art. 208.1 del Texto Refundido de la ley General de la Seguridad Social, aprobado por Real Decreto Legislativo 1/1994, de 20 de junio; igualmente, consultar a este respecto el Decreto-Ley 16/2001, de 27 de diciembre, de medidas para el establecimiento de un sistema de jubilación gradual y flexible.

- Cálculo del coste normal del plan a partir de la edad de entrada de cada partícipe en la empresa promotora del mismo.
- Determinación de la provisión matemática del plan considerando las hipótesis iniciales establecidas por el actuario en el momento de la creación del mismo.

Conviene precisar que la aplicación de uno u otro método para la valoración de un plan de pensiones de estas características va a depender, en gran medida, de la situación financiera de la empresa promotora del plan y de su capacidad para deducir en el Impuesto sobre Sociedades al que están sujetas las contribuciones que la empresa impute a cada partícipe del plan y materialice en el correspondiente fondo de pensiones¹⁰.

Una vez definido el modelo, las hipótesis iniciales, los métodos actuariales de distribución de costes y los posibles escenarios de comportamiento futuro del plan de pensiones, se realiza la simulación del modelo utilizando la hoja de cálculo Excel, a través de la cual, para los tres escenarios posibles considerados y, a modo de síntesis, recogemos los resultados obtenidos de la misma en diferentes tablas.

En la tabla-1 se reseñan los valores que alcanza la provisión matemática del plan durante los primeros veinticinco años de su funcionamiento cuando se utiliza para su determinación el Método Agregado de la Edad Normal de Entrada. Del mismo modo, en la tabla-2 se recogen los valores de esta función para idéntico periodo de tiempo cuando se aplica en la valoración del plan el método individual de la

¹⁰ En relación con este tema, ver artículos 61 y 63 del Reglamento de Planes y Fondos de Pensiones, según Real Decreto 1.307/1988, de 30 de septiembre, sobre régimen fiscal de los partícipes en Planes de Pensiones.

edad normal de entrada. De este modo podemos comparar las diferencias existentes entre los valores que alcanza la provisión matemática del plan según ambos métodos de valoración.

MÉTODO AGREGADO			
	Escenario básico $s = 2\%; i = 4\%$	Escenario II $s = 2,5\%; i = 4\%$	Escenario III $s = 3,5\%; i = 4\%$
t	AL_t	AL_t	AL_t
0	119199627,930	140426767,039	192078739,284
1	159073659,661	187798088,886	257682300,491
2	200621328,636	237155471,056	326032228,643
3	243914546,709	288584571,174	397246774,428
4	288994602,473	342136371,816	471400587,236
5	336002674,725	397976301,384	548718255,818
10	603406585,699	715569801,721	988368633,169
15	936794089,959	1111406444,186	1536093486,411
20	1359763308,214	1613377911,384	2230231847,422
25	1912431359,784	2268803707,454	3135657676,362

Tabla 1

MÉTODO INDIVIDUAL			
	Escenario básico $s = 2\%; i = 4\%$	Escenario II $s = 2,5\%; i = 4\%$	Escenario III $s = 3,5\%; i = 4\%$
t	AL_t	AL_t	AL_t
0	122182790,869	143341471,211	194887483,375
1	162390561,475	191041328,813	260805434,043
2	204280035,085	240735259,503	329477350,261
3	247924483,181	292510064,852	401022763,458
4	293372576,779	346423901,667	475523285,424
5	340759402,424	402636622,319	553197752,483
10	610247807,379	722280635,325	994811822,156
15	946136421,672	1120577412,134	1544892892,647
20	1372209665,228	1625599863,448	2241955596,516
25	1928945405,003	2285019990,687	3151213876,252

Tabla 2

En la tabla-3 se recoge, para ambos métodos de valoración del plan y teniendo en cuenta las diferentes edades de entrada de los partícipes, los valores que alcanzan el coste anual y la prestación de jubilación

estimada para todos los partícipes del plan, así como el déficit de financiación generado por el cambio experimentado al utilizar en la valoración del plan el método individual de la edad normal de entrada en sustitución del método agregado de la edad normal de entrada.

MÉTODO AGREGADO		
Edad de entrada	Prestación de jubilación	Coste anual
e =25, 28, 30, 35	$\sum_{A_t} B_{65} = 254116890,6$	$NC_t = 33544976,538$
MÉTODO INDIVIDUAL		
Edad de entrada	Prestación de jubilación	Coste anual
e =25, 28, 30, 35	$\sum_{A_t} B_{65} = 254116890,6$	$\sum_{A_t} NC_e = 33767918,92$
MÉTODO AGREGADO \Rightarrow MÉTODO INDIVIDUAL		
	${}^I AL_t - {}^A AL_t$	${}^I NC_t - {}^A NC_t$
t = 5	4756727,699	222942,39

Tabla 3

Debido a esta modificación, podemos comprobar en el momento en el que tiene lugar la misma, que se ha generado una provisión matemática inconstituida como consecuencia de que las aportaciones a realizar al fondo de pensiones donde se integra el plan, según el método agregado de la edad normal de entrada, son menores que las que tienen que realizarse cuando se aplica el método individual de la edad normal de entrada. Este hecho se comprueba, por ejemplo, a través de los resultados obtenidos para el coste anual del plan para el periodo $t = 5$, cuando se modifica el método actuarial de costes utilizado en la valoración del plan.

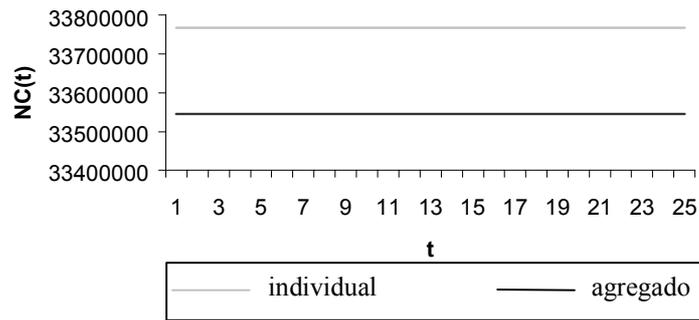
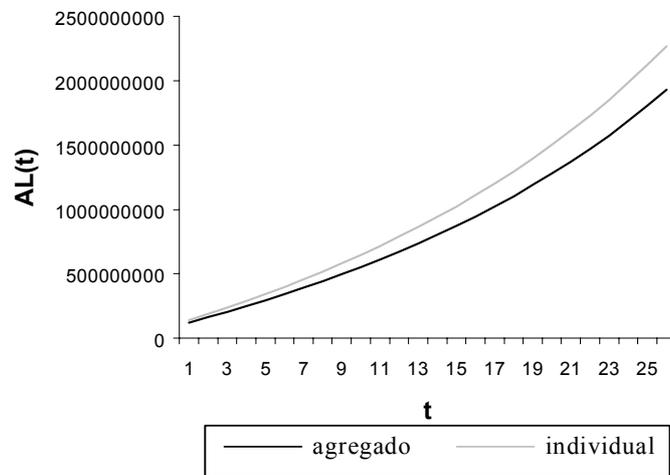
La provisión matemática inconstituida del plan, generada por este cambio, ha de ser amortizada durante un número de periodos determinados a través del coste suplementario anual que, en nuestro

caso, definimos como un porcentaje constante, $z = \frac{n_t}{\sum_{A_t} \ddot{a}_{\bar{r}-\bar{x}]}$, de la propia

provisión matemática inconstituida del plan. Este coste viene definido como $SC_5 = z \cdot UAL_5$. Para el caso concreto analizado, $z = 0,0625$, lo que implica que el déficit del fondo de pensiones generado por el cambio de método de valoración ya descrito se amortiza en 16 años.

En el caso del escenario base analizado, se genera una provisión matemática inconstituida de cuantía $UAL_5 = 4.756.728$ u.m. Por tanto, es necesario realizar un ajuste en el coste anual del plan por un importe equivalente al coste adicional anual necesario para amortizar el referido déficit de financiación del fondo del plan cuando se utiliza en su valoración el método individual de la edad normal de entrada. Así tenemos que $SC_5 = 297.730$ u.m. Por consiguiente, el coste anual del plan será la suma del coste normal y del coste suplementario ya calculado, es decir, $C_5 = NC_5 + SC_5 = 34.065.649$ u.m.

Para poder comparar la evolución del coste anual y de la provisión matemática del plan en cada periodo desde otra perspectiva, teniendo en cuenta los dos métodos actuariales utilizados en la valoración del plan, se representan conjuntamente estas funciones en el gráfico-1 y en el gráfico-2, respectivamente. Estos gráficos recogen el valor que toman estas funciones durante el horizonte temporal en el que se realiza el análisis para el caso del escenario básico. En los demás casos se procedería de forma idéntica.

**Gráfico 1****Gráfico 2**

5. CONCLUSIONES

A través de la simulación del modelo representativo del plan de pensiones de prestación definida del sistema de empleo analizado en este trabajo según los métodos agregado e individual de la edad normal

de entrada y, considerando los resultados obtenidos de la misma, se deducen las siguientes conclusiones:

- Las prestaciones de jubilación estimadas para cada partícipe integrante del plan tienen el mismo valor tanto si se utiliza uno u otro método de costes para la valoración del plan, puesto que en ambos, para su cálculo, se considera idéntico porcentaje a aplicar sobre el salario estimado a la jubilación.
- La provisión matemática del plan para cada periodo según ambos métodos es creciente y tanto mayor cuanto más elevado sea el tanto de crecimiento salarial estimado para cada uno de los escenarios posibles. Además, se puede comprobar que, para todos los escenarios analizados y para cada periodo, la provisión matemática del plan es mayor cuando se utiliza para su cálculo el método individual de la edad normal de entrada que cuando se usa el método agregado de la edad normal de entrada, como queda reflejado gráficamente para el escenario base.
- Por el contrario, el coste anual del plan, según ambos métodos, es constante durante todo el horizonte temporal del análisis y se define según la edad de entrada de los partícipes, siendo menor para el método agregado de la edad normal de entrada que para el método individual de la edad normal de entrada. Esto es debido a que el importe que representan las prestaciones de jubilación se financia de manera equitativa y solidaria entre todos los partícipes.
- Cuando se procede a implantar el método individual de la edad normal de entrada en sustitución del método agregado de la edad normal de entrada para valorar el plan de pensiones, se genera una provisión matemática inconstituida debido a que durante los años

previos a tal modificación ha de realizarse una menor aportación al fondo del plan. Este déficit de financiación debe ser amortizado convenientemente por medio de un coste suplementario anual a partir de la realización del referido cambio, con el fin de que el plan adecue los recursos del fondo de pensiones donde se integra al nivel ideal que debería alcanzar para poder garantizar las prestaciones de jubilación de sus potenciales beneficiarios. Esta aportación suplementaria llevaría consigo una mayor carga financiera para la empresa promotora del plan, lo que puede dar lugar a la aparición de ciertos riesgos y a un incremento de los gastos generados por estas aportaciones adicionales.

- Otra consecuencia que se deduce de los resultados obtenidos a través de la simulación del modelo, es que el actuario o gestor del plan puede considerar con antelación cuál es el momento más adecuado para cambiar de un método actuarial de distribución de costes a otro, teniendo en cuenta la normativa vigente y los posibles escenarios futuros, según las probabilidades subjetivas de realización que se asignen a los mismos.

APÉNDICE

A modo de ejemplo, se especifican a continuación las tablas donde se calculan los valores de los costes normales y de las provisiones matemáticas para un partícipe concreto utilizando el método individual de la edad normal de entrada, cuya edad de entrada al plan es $e = 25$.

INDIVIDUAL Edad de Entrada=25 Estimado

t	\tilde{B}_{65}^j	$\tilde{N}C_{25}^j$	$\tilde{A}L_{65}^j$	x
0	3463591,63	360254,225	0,06	25
1	3463591,63	360254,225	374978,18	26
2	3463591,63	360254,225	765266,88	27
3	3463591,63	360254,225	1171463,84	28
4	3463591,63	360254,225	1594242,32	29
5	3463591,63	360254,225	2034342,34	30
6	3463591,63	360254,225	2492448,66	31
7	3463591,63	360254,225	2969307,49	32
8	3463591,63	360254,225	3465838,33	33
9	3463591,63	360254,225	3982577,75	34
10	3463591,63	360254,225	4521392,80	35
11	3463591,63	360254,225	5082457,10	36
12	3463591,63	360254,225	5667250,55	37
13	3463591,63	360254,225	6276567,93	38
14	3463591,63	360254,225	6911503,06	39
15	3463591,63	360254,225	7573357,15	40
16	3463591,63	360254,225	8263878,80	41
17	3463591,63	360254,225	8985034,73	42
18	3463591,63	360254,225	9738224,67	43
19	3463591,63	360254,225	10522685,52	44
20	3463591,63	360254,225	11342749,09	45
21	3463591,63	360254,225	12201864,54	46
22	3463591,63	360254,225	13098785,25	47
23	3463591,63	360254,225	14034859,75	48
24	3463591,63	360254,225	15021108,30	49
25	3463591,63	360254,225	16057021,79	50

Desde x=25 hasta x=50

i=0,04 s=0,02

En primer lugar, se calculan los valores para el escenario base en el que se estima que el crecimiento salarial es del 2% anual acumulativo.

e = 25				
t	$B_{65}^j - \tilde{B}_{65}^j$	$NC_{25}^j - \tilde{NC}_{25}^j$	$AL_{65}^j - \tilde{AL}_{65}^j$	x
0	727727,533	75692,214	0,002	25
1	727727,533	75692,214	78785,821	26
2	727727,533	75692,214	160788,512	27
3	727727,533	75692,214	246133,652	28
4	727727,533	75692,214	334962,698	29
5	727727,533	75692,214	427431,135	30
6	727727,533	75692,214	523682,835	31
7	727727,533	75692,214	623874,582	32
8	727727,533	75692,214	728199,573	33
9	727727,533	75692,214	836770,544	34
10	727727,533	75692,214	949979,774	35
11	727727,533	75692,214	1067863,747	36
12	727727,533	75692,214	1190733,399	37
13	727727,533	75692,214	1318755,718	38
14	727727,533	75692,214	1452160,526	39
15	727727,533	75692,214	1591221,218	40
16	727727,533	75692,214	1736305,186	41
17	727727,533	75692,214	1887825,654	42
18	727727,533	75692,214	2046076,718	43
19	727727,533	75692,214	2210898,042	44
20	727727,533	75692,214	2383199,775	45
21	727727,533	75692,214	2563706,612	46
22	727727,533	75692,214	2752156,626	47
23	727727,533	75692,214	2948833,157	48
24	727727,533	75692,214	3156051,648	49
25	727727,533	75692,214	3373705,126	50

A continuación, se realizan los mismos cálculos pero tomando como tanto de crecimiento salarial el que suponemos real en el escenario II, es decir, el 2,5%.

Por último, comparamos los resultados obtenidos en ambos escenarios y los recogemos en la siguiente tabla:

Diferencias entre los valores reales y los estimados

e = 25				
t	$B_{65}^j - \tilde{B}_{65}^j$	$NC_{25}^j - \tilde{NC}_{25}^j$	$AL_{65}^j - \tilde{AL}_{65}^j$	x
0	727727,533	75692,214	0,002	25
1	727727,533	75692,214	78785,821	26
2	727727,533	75692,214	160788,512	27
3	727727,533	75692,214	246133,652	28
4	727727,533	75692,214	334962,698	29
5	727727,533	75692,214	427431,135	30
6	727727,533	75692,214	523682,835	31
7	727727,533	75692,214	623874,582	32
8	727727,533	75692,214	728199,573	33
9	727727,533	75692,214	836770,544	34
10	727727,533	75692,214	949979,774	35
11	727727,533	75692,214	1067863,747	36
12	727727,533	75692,214	1190733,399	37
13	727727,533	75692,214	1318755,718	38
14	727727,533	75692,214	1452160,526	39
15	727727,533	75692,214	1591221,218	40
16	727727,533	75692,214	1736305,186	41
17	727727,533	75692,214	1887825,654	42
18	727727,533	75692,214	2046076,718	43
19	727727,533	75692,214	2210898,042	44
20	727727,533	75692,214	2383199,775	45
21	727727,533	75692,214	2563706,612	46
22	727727,533	75692,214	2752156,626	47
23	727727,533	75692,214	2948833,157	48
24	727727,533	75692,214	3156051,648	49
25	727727,533	75692,214	3373705,126	50

Se procedería del mismo modo con el resto de los cálculos, realizándolos para cada individuo según su edad de entrada y sumándolos finalmente.

Para el caso del Método Agregado de la Edad Normal de Entrada, una única tabla bastaría para conocer el resultado final deseado.

Para tener en cuenta las hipótesis del escenario I, basta con sustituir la tabla agregada a partir de $t = 5$ por la tabla que recoge la suma de las funciones individuales.

De idéntica forma se procedería con el escenario III, cambiando el tanto real de crecimiento salarial por el 3,5%.

REFERENCIAS

- [1] Anderson A.W. (1992) *Pension Mathematics for Actuaries*. Winsted. Actex Publications.
- [2] Antrás A. (1992) *Planes y Fondos de Pensiones*. Barcelona. Eada Gestión.
- [3] Aurtenechea T. (1988) *Planes y fondos de Pensiones Privados: Manual General de Técnicas Actuariales de Evaluación*. Madrid. Caser.
- [4] Berin B.N (1989) *The Fundamentals of Pension Mathematics*. Schaumburg. Society of Actuaries.
- [5] Betzuen Zalbidegoitia A. , Blanco Ibarra F. (1989) *Planes y Fondos de Pensiones. Su Cálculo y Valoración*. Bilbao. Ediciones Deusto.
- [6] Bowers N.L., Gerber H.U., Hickman J.C. , Jones D.A. , Nesbitt C.J. (1997) *Actuarial Mathematics*. Illinois. The Society of Actuaries.
- [7] Bulow I.J., Sholes M.S., Menell, P. (1983) "Economic implications of Erisa". *Financial Aspects of the United States Pension System*, pp. 37-56.

- [8] Khorasane M.Z. (1996) "A pension plan incorporating both defined benefit and defined contribution principales". *Journal of Actuarial Practice*, 3, n° 2, pp. 269-300.
- [9] Loades D.H. (1992) "Instability in pension funding". *Transactions of the 24th International Congress of Actuaries*, 2, pp. 137-154.
- [10] Ministerio de la Presidencia (1997) *Planes y Fondos de Pensiones*. Madrid. Colección Textos Legales, 30.
- [11] McGill D.M. (1984) *Fundamentals of Private Pensions*. Illinois. Universidad de Pensilvania. Richard D. Irwin.
- [12] Moreno Heras A. (1989) "Aspectos actuariales de los planes de pensiones: aplicaciones a la ley 8/1987". Barcelona. Ariel: en A. Martínez Lafuente: *Estudio sobre Planes y Fondos de Pensiones*, pp. 515-530.
- [13] Muller N.E. (1973) *Introducción en las Matemáticas de Pensiones*. Munich. Baldham.
- [14] Parmenter M.M. (1990) *Theory of Interest and Life Contingencies, with Pension Applications: A Problem-Solving Approach*. Winsted. ACTEX Publications.
- [15] Peláez Feroso F.J., García González A. (1998) "Resultado económico de la gestión de los planes y fondos de pensiones: la ganancia actuarial". VI Jornadas ASEPUMA, pp. 397-406.
- [16] Peña Esteban J.I. de la (2000) *Planes de Previsión Social*. Madrid. Pirámide.
- [17] Villalón J.G^a. (1994) *Manual de Matemáticas Financieras y Actuariales*. Madrid. Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad de Valladolid.
- [18] Winklevoss H.E. (1977) *Pension Mathematics with Numerical Illustrations*. Illinois. Universidad de Pensilvania. Richard D. Irwin.