

LA BASE TÉCNICA FINANCIERA DEL MODELO INMUNIZADOR DE SEGUROS DE VIDA EN ESPAÑA

J. Iñaki de La Peña ⁽¹⁾
Profesor Titular de Universidad

RESUMEN

La existencia de una normativa amplia y específica, tanto a nivel de la Unión Europea como en España, sobre la aplicación de técnicas inmunizadoras en el mundo asegurador conlleva la necesidad de realizar un conjunto de hipótesis y procedimientos para la exitosa asignación de activos financieros a los compromisos adquiridos por la compañía de seguros en sus contratos de vida. Esto es, la creación y desarrollo de una base técnica financiera.

En este trabajo se analiza tal normativa enfocada a desarrollar un modelo práctico inmunizador, materializando las restricciones legales encontradas en la normativa.

Todo ello nos conlleva a la conclusión de la necesidad de establecer una base técnica normalizada que permita la correcta gestión integrada de activos – pasivos en las empresas aseguradoras.

ABSTRACT

At the European Union and Spain there are a large and specific laws about the applications of immunization procedures into the insurance business. So, it is necessary to fix several assumptions and develop several procedures to realize a successful matching between the financial assets of the insurance company and the liabilities fixed at

Instituto de Estudios Financiero -- Actuariales, Universidad del País Vasco . Dirección Avda.
Lehendakari Aguirre, 83. 48.015 BILBAO. Email: elippees@bs.ehu.es

the life insurance product. So, it is necessary to develop a financial technical note.

In this paper we analyze this laws focus on developing a practical immunization model upon those legal constrains.

Our conclusion is that it is necessary to develop that financial technical note which allows a correct, safe and successful asset – liability management into the insurance world.

PALABRAS CLAVE /KEY WORDS

Inmunización; Gestión de Activo-Pasivos; Tipo de interés técnico; Riesgo de interés; Valoración actuarial.

INTRODUCCIÓN

Con el fin de incorporar las Directivas europeas relativas al seguro de vida y salvaguardar la salud y solvencia de las empresas aseguradoras, en España el Reglamento de Ordenación y Supervisión de los Seguros Privados incluye normativa específica que, en base al principio de suficiencia de las provisiones técnicas, regula el tipo de interés aplicables a las operaciones de seguro en general y en las operaciones del seguro de vida en particular, así como a la vinculación y afección de compromisos y activos, asunción del riesgo de inversión por el asegurado, llegándose a completar una meticulosa regulación.

Con el desarrollo del Reglamento de Ordenación y Supervisión de los Seguros Privados se incorpora en nuestro estado la Directiva 92/96/CEE del Consejo, de 10 de noviembre de 1992 sobre seguros de vida, actualizada hoy en día en la Directiva 2002/83/CEE del Parlamento Europeo y del Consejo de 5 de noviembre de 2002 sobre el seguro de vida, con el fin de que cada estado miembro garantice la vigilancia de la solidez financiera de la empresa de seguros y, en particular, su estado de solvencia y de constitución de provisiones técnicas suficientes.

Con estas directivas se busca establecer una coordinación mínima en las reglas de limitación del tipo de interés utilizado por las entidades aseguradoras para el cálculo de las provisiones técnicas correspondientes. En este punto, en concreto, las directivas reconocen que los métodos actualmente existentes para limitar el valor máximo del tipo de interés técnico a aplicar en la valoración de las provisiones matemáticas de los productos de vida son igualmente correctos, prudentes y equivalentes, posibilitando a los estados miembros la posibilidad de elegir el método que ha de emplearse en su territorio.

De hecho, el tipo de interés utilizado tanto en la base técnica del seguro como en el cálculo de la provisión matemática afecta, y la posibilidad de que éste último sea diferente al planteado inicialmente en la equivalencia financiero-actuarial que determina la prima correspondiente al producto, tienen un reconocimiento expreso y detallado en el artículo 33 del mencionado Reglamento de Ordenación y Supervisión de los Seguros Privados.

El desarrollo de este artículo del Reglamento de Ordenación y Supervisión de los Seguros Privados viene materializado en la Orden Ministerial de 23 de diciembre de 1998 por la que se desarrollan determinados preceptos de la normativa reguladora de los seguros privados y se establecen las obligaciones de información como consecuencia de la introducción del euro.

Concretamente el artículo 33 del Reglamento de Ordenación y Supervisión de los Seguros Privados regula el tipo de interés aplicable para el cálculo de la provisión matemática de los seguros de vida, dedicando su apartado 1 al establecimiento del tipo de interés máximo que, con carácter general, podrá aplicarse para su cálculo, en aplicación de la Tercera Directiva de Seguros de Vida (92/96/CEE), por referencia al 60 por 100 de los tipos de interés de los empréstitos materializados en bonos y obligaciones del Estado. El apartado 2 del propio artículo 33 del Reglamento prevé así mismo la posibilidad de que las entidades aseguradoras puedan calcular la provisión matemática de seguros de vida por aplicación de un tipo de interés superior al máximo y en función del tanto interno de rentabilidad de inversiones que hayan sido específicamente asignadas a determinadas operaciones de seguro, en tanto se cumplan los márgenes y requisitos que establezca el Ministerio de Economía y Hacienda.

Este desarrollo contempla tres tipos de circunstancias.

1. Requisitos que deben reunir las propias inversiones a asignar a las operaciones de seguro para que pueda considerarse que aquéllas resultan adecuadas a éstas;
2. Márgenes prudenciales que deben establecerse entre la rentabilidad de las inversiones y el tipo de interés técnico a utilizar en el cálculo de las provisiones matemáticas de seguros de vida, que vienen impuestos por la Tercera Directiva de dichos seguros, y que resultan necesarios para garantizar que la operación se lleve a cabo en condiciones adecuadas, teniendo en cuenta la complejidad que conllevan estos sistemas;
3. Procedimientos y la periodicidad de los controles a realizar con la finalidad de evitar o corregir las posibles desviaciones que se

puedan producir en las hipótesis demográficas, financieras o económicas.

Por lo que al primer aspecto se refiere, las inversiones, además de los necesarios requisitos en cuanto a su seguridad, liquidez y predeterminación del rendimiento, deben resultar adecuadas a la operación de seguro atendiendo a dos criterios alternativos para cuyo desarrollo la norma reglamentaria se remite a la mencionada Orden Ministerial. Tales criterios son:

- a) La coincidencia suficiente, en tiempo y cuantía, de los flujos de cobro para atender al cumplimiento de las obligaciones derivadas de la póliza o un grupo homogéneo de pólizas
- b) La adecuada relación entre los valores actuales de las inversiones y de las obligaciones derivadas de las operaciones de seguro a las que aquéllas están asignadas, y el correcto tratamiento de los riesgos inherentes a la operación.

El primero de los criterios citados disfruta de una amplia experiencia en su utilización por las entidades aseguradoras y en su control por la Dirección General de Seguros, lo que facilita su regulación, lo suficientemente flexible, como para permitir que con los requisitos y márgenes que se establecen en la Orden Ministerial, puedan anticiparse los pagos a los cobros, lo cual permitirá favorecer la optimización de resultados por parte de las entidades aseguradoras y superar el problema de que las emisiones de títulos no se distribuyen uniformemente a lo largo de los ejercicios económicos.

El segundo de los criterios resulta novedoso en la normativa reguladora del seguro privado, y encuentra su base en las técnicas de inmunización de carteras que ya se aplican en un buen número de entidades financieras, y cuya utilización por las entidades aseguradoras requiere un alto grado de tecnificación y profesionalización en la gestión de sus activos.

Con la inclusión de estos modelos inmunizadores la entidad aseguradora puede operar de forma más sólida y rentable al coordinar adecuadamente su activo y su pasivo a través de una gestión integrada.

Este proceso continuo de formular, supervisar y relacionar al pasivo con el activo viene marcado por una serie de restricciones prácticas a las que se deben añadir las restricciones legales desarrolladas en la Orden Ministerial cuyo fin es el de alcanzar un objetivo financiero prefijado.

Los métodos inmunizadores a emplear en la gestión integrada de pasivos y activos tienen especial relevancia si además se tienen en cuenta la caída de los tipos de interés que en los últimos tiempos se está padeciendo, así como la falta de expectativas para alcanzar los niveles de tipos de interés de hace unos años.

En el presente trabajo se describen las características del modelo español de gestión integrada de pasivos y activos a través de las técnicas inmunizadoras descritas en la normativa mencionada y teniendo en cuenta tanto las condiciones y requisitos propios de las propias estrategias inmunizadoras, como los derivados de las disposiciones legales que marcan el marco de aplicación y permiten la correcta implantación de los modelos en la entidad aseguradora.

1. OBJETO DEL TRABAJO

En base a la legislación vigente en materia de seguros de vida en nuestro país, mayormente aquella referida al empleo del tipo de interés y su determinación con el objetivo de calcular el valor de las provisiones matemáticas de los productos comercializados, se establecen las condiciones que deben reunir éstos así como los límites existentes de aquel para poder establecer un modelo inmunizador viable y práctico.

Para ello se tendrá en cuenta la clase de activos que se asignan en la gestión integrada correspondiente, así como su valoración, en su caso, acorde a su categoría y riesgo de insolvencia asumido.

Puede ocurrir que fuese aplicable más de un modelo o estrategia inmunizadora en el marco del mercado español y en ese caso se

delimitan sus características y restricciones con las que se puedan encontrar su aplicación práctica.

Este análisis del modelo inmunizador en el mercado español no es estático, sino que requiere de tomas de decisiones en el momento de su instauración, así como de futuros rebalances, incluyendo en cada momento los requisitos legales que han sido desarrollados en la mencionada Orden Ministerial de 23 de diciembre de 1998.

Se plantea por tanto, el modelo de gestión integrada de pasivos y activos como un proceso continuo que ha de seleccionar la forma óptima de la cartera de activos financieros que compensará o cubrirá al conjunto de pasivos u obligaciones contractuales asumidas por la entidad aseguradora, en función de la normativa vigente, sin olvidar, que en todo momento tanto los activos como los pasivos pueden ser o no aleatorios, como corresponde intrínsecamente a las operaciones actuariales de los seguros de vida.

Este comportamiento precisamente es el que se deberá tener en cuenta para la correcta y acertada implantación de la gestión de activos y pasivos a largo plazo.

2. TIPO DE INTERÉS TÉCNICO

Se trata de un parámetro de difícil cuantificación por cuanto que su estructura es diferente según se tome dicho parámetro, para el cálculo de una operación financiera o que se tome para el cálculo de una operación actuarial. Por supuesto, hay mayor diferencia cuando se toma para otro tipo de cálculo.

El tipo de interés técnico es aquel que se toma como representante de las ganancias y rendimientos esperados en la evolución futura de los fondos invertidos por la entidad aseguradora, aunque bajo una óptica conservadora es común encontrar tipos de interés con cuantías inferiores a la mejor de las estimaciones realizadas.

La importancia del tipo de interés técnico es vital, al ser imprescindible para encontrar el valor presente de las prestaciones contratadas. Es normal considerar el tipo de interés constante, siendo un caso especial, ya que se debe permitir la posibilidad de que el tipo de interés varíe en el tiempo. Las circunstancias económicas que concurren la empresa aseguradora y su entorno pueden obligar a cambiar este tipo de interés.

Teóricamente [De La Peña, 2000], se puede decir que el tipo de interés técnico total está integrado por los siguientes conceptos:

- *Tipo de Interés Puro.*

Entendido como aquel *que prevalece si no existe la inflación, y la inversión de los capitales es 100% segura (sin riesgo)*, tanto en lo referido al nominal de la inversión, como a los rendimientos esperados.

- *Riesgo de la Inversión.*

Aquel *diferencial de interés que está inherente en la cartera actual o futura de la Entidad Aseguradora*, formado con las primas recaudadas. Para cada tipo de inversión se puede asociar un tipo de riesgo diferente, variando los rendimientos en función de este riesgo. No tendrán el mismo rendimiento, ni riesgo los pagarés del estado que los pagarés de una empresa, variando estos dos conceptos notablemente de uno a otro. El tipo de interés a aplicar por el riesgo de la inversión, se deberá de obtener de los datos históricos, internos o actuales, sobre retornos de las inversiones futuras o en entidades que informan de la calidad de las empresas y, por tanto, de los activos financieros que comercializan (empresas de *rating*).

- *Componente de Inflación.*

Es discutible que el tipo de interés total incluya el efecto producido por la inflación. De todas formas, el tipo de interés utilizado es normalmente inferior a la mejor de las estimaciones y está en función de las restricciones legales y el conservadurismo del actuario. Hay que tener en cuenta que no por incluir en los cálculos un tipo de interés más elevado, se van a obtener mejores estimaciones y resultados perfectos.

Normalmente se utiliza por muchos actuarios un tipo de interés técnico inferior al tanto de rendimiento más bajo esperado en las inversiones de la cartera de inversiones de la empresa aseguradora, principalmente por dos razones [Brownlee, H. J. y Daskais, R.,1991]:

1. La necesidad de ser prudente debido a la volatilidad de las cuantías esperadas, tanto en el tiempo como en el pago.
2. Muchos actuarios no consideran cómo interaccionan los activos y pasivos propios del negocio asegurador y no analizan cómo se pueden reducir cambios futuros en sus importes, lo cual puede ser previsto y solucionado utilizando técnicas inmunizadoras.

Es precisamente el empleo de estas técnicas inmunizadoras las que conllevan la delimitación de un tipo de interés técnico (exponente de ganancias futuras) garantizando los compromisos asumidos por la empresa aseguradora en los contratos de seguros suscritos y ajeno a las variaciones que experimente este tipo de interés (riesgo de interés).

3. ACTIVO Y PASIVO ACTUARIAL: LA PROVISIÓN MATEMÁTICA

3.1. Concepto

El pasivo de una entidad aseguradora lo constituyen las obligaciones estipuladas en la póliza de seguro, en la que de acuerdo a una base técnica diseñada por el actuario, se determinan las aportaciones o primas a abonar. Técnicamente se determina la provisión matemática entendida como *aquella parte del valor actuarial de las prestaciones que debe estar constituida a la edad alcanzada, dependiendo de las hipótesis del plan y en base al desarrollo normal y acertado de éstas* [Betzuen, 1.989].

En el momento de la contratación de la póliza de seguros, el partícipe no ha aportado ninguna cantidad y por tanto su correspondiente provisión matemática es nula:

$$PM_{x_e} = 0 \quad [1]$$

Siendo x_e la edad de entrada o edad de contratación.

En el caso de que se contrate un producto actuarial de ahorro como puede ser el de percibir en forma de renta periódica vitalicia a partir de la edad de jubilación (x_j) de cuantía variable B_h , al alcanzar dicha edad de jubilación, el valor de las prestaciones futuras ha tenido que ser aportado y constituido, siendo el valor de la provisión el mismo que el valor actual actuarial a la edad de jubilación de las prestaciones futuras:

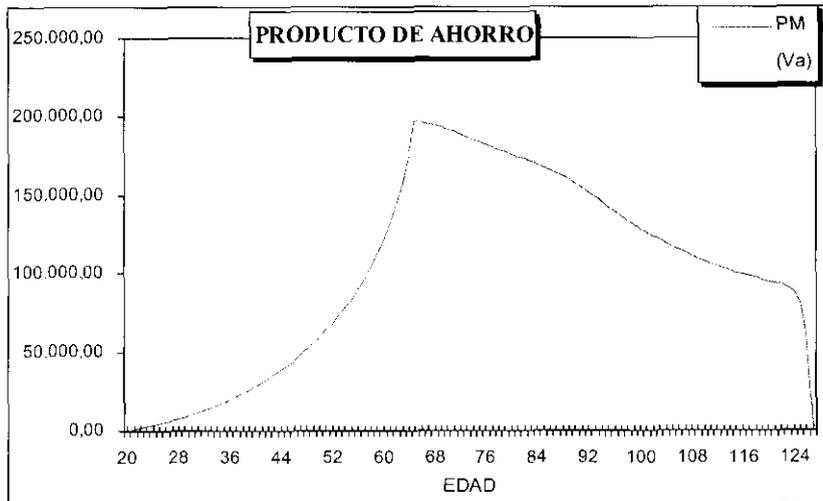
$$PM_{x_j} = (Va)_{x_j} = \sum_{h=x_j}^w B_h \cdot v^{h-x_j} \cdot {}_{h-x_j}p_{x_j}^m \quad [2]$$

siendo:

- PM_{x_j} : Provisión matemática a la edad de jubilación.
- $(Va)_{x_j}$: Valor actual actuarial de las prestaciones de jubilación a la edad de jubilación.
- v^{h-x_j} : Valor actual financiero de $h-x_j$ años.
- ${}_{h-x_j}p_{x_j}^m$: Probabilidad de que un beneficiario de la prestación de jubilación de edad x_j , alcance los h años, donde la única causa de salida es el fallecimiento.

A modo de ejemplo, en el caso de una renta vitalicia a abonar a partir de la edad normal de jubilación, la provisión matemática sufre un incremento paulatino desde la edad en la que se efectúa la equivalencia financiero-actuarial (edad de entrada x_e , edad a partir de la cual abona las primas) hasta la edad en la que el partícipe va a empezar a recibir las prestaciones de jubilación (considerada en nuestro caso a los x_j años) momento a partir del cual no se realiza ninguna otra aportación, debiendo tener en ese momento un montante máximo para hacer frente a todas las posibles futuras prestaciones. Su evolución puede apreciarse en el gráfico 1, bajo un cálculo realizado con tablas de mortalidad general GRM-95 y un tipo de interés técnico constante del 3,5%.

GRÁFICO 1

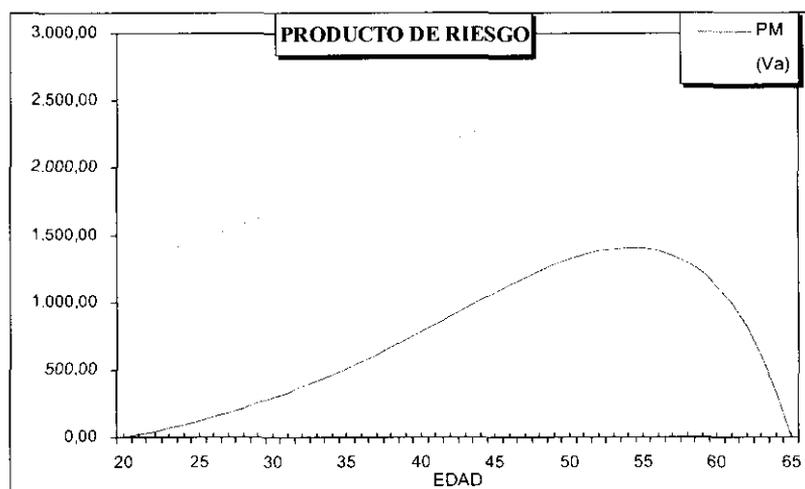


Si se contrata un producto actuarial de riesgo como puede ser el de abonar en forma de capital único una indemnización al fallecimiento del trabajador si ocurre con anterioridad a la edad de jubilación (x_j) de cuantía B , al alcanzar dicha edad de jubilación, el valor de las prestaciones futuras es también nulo, al no existir riesgo futuro de ocurrencia de la contingencia y siendo el valor de la provisión también nulo:

$$PM_{x_j} = (Va)_{x_j} = 0 \quad [3]$$

Para unas tablas de mortalidad general GRM-95 y un tipo de interés técnico constante del 3,5%, se obtiene la siguiente representación gráfica:

GRÁFICO 2



Sin embargo a una edad intermedia entre esa edad de entrada y la edad de jubilación, la provisión matemática toma valores positivos al contemplar tanto el riesgo que puede ocurrir como las aportaciones que todavía puede realizar el tomador del seguro (Gráfico 2).

3.2. Cálculo

En el periodo comprendido entre estos dos extremos la provisión matemática se puede expresar de diferentes formas, dependiendo del método de coste elegido para abonar las prestaciones [De La Peña, 2000]. El cálculo de esta provisión es posible dependiendo de que se contabilicen las obligaciones futuras, tanto de la Entidad Aseguradora como del tomador del seguro, o las pasadas, donde se tienen en cuenta las aportaciones abonadas por estos últimos y el riesgo de ocurrencia de la prestación contemplada. Estos dos métodos son:

i) *Método Prospectivo.*

Quedará definida la provisión matemática calculada por el método prospectivo como la diferencia entre el valor actuarial de las obligaciones del asegurador y las del tomador o, en su caso, del

asegurado. Es el método que exige la administración para su cálculo en vista del artículo 32 del Reglamento de Ordenación y Supervisión de los Seguros Privados. En este artículo del citado Reglamento se indica que la base de cálculo de la citada provisión es la prima de inventario, entendida por tal la prima pura incrementada en el recargo para gastos de administración previstos en la base técnica del producto

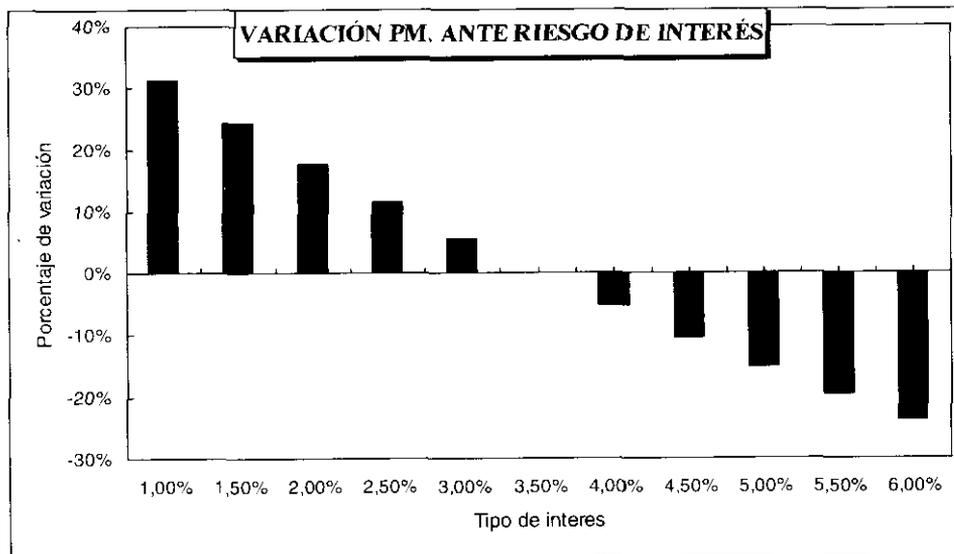
$$PM_{x_a} = (Va)_{x_a} - (Cfa)_{x_a} \quad [4]$$

Siendo

- PM_{x_a} : Provisión matemática calculada a la edad alcanzada.
- $(Va)_{x_a}$: Valor actual actuarial a la edad alcanzada x_a de las obligaciones futuras del asegurador, incluyendo los gastos de administración futuros.
- $(a)_{x_a}$: Valor actual actuarial a la edad alcanzada x_a de las obligaciones futuras del tomador de la póliza o, en su caso, del asegurado.

Este cálculo al realizarse sobre importes futuros actualizados a un tipo de interés está influenciado por el riesgo de interés (variaciones que pueda experimentar éste).

GRÁFICO 3



De hecho, para un valor intermedio de la provisión matemática determinada en un producto actuarial consistente en el abono de una renta vitalicia a partir de la edad normal de jubilación bajo una hipótesis de mortalidad general con las tablas GRM-95 y determinado bajo un tipo de interés del 3,5% anual (gráfico 3), una variación del tipo de interés al calcular el balance entre los derechos y obligaciones de tanto el tomador del seguro como de la empresa aseguradora, produce como repercusión un diferente valor de la provisión matemática a tener constituida por la compañía, por lo que además de ser importante la determinación de los compromisos asumidos por ambas partes, es vital la determinación de este tipo de interés pues concreta el nivel económico a tener respaldado financieramente por la cartera de activos financieros de la entidad aseguradora.

Podemos afirmar que la influencia del tipo de interés en la cartera de activos financieros de la entidad aseguradora, dependerá de la tipología de operaciones actuariales de que se trate en la cartera aseguradora.

ii) *Método Retrospectivo.*

La provisión matemática de un asegurado, de forma retrospectiva, es la diferencia entre el montante actuarial, calculado en el momento t , de los compromisos pasados del asegurado y el montante actuarial, calculado en el momento t , de los compromisos pasados del asegurador [Villalón, Julio G., 1994]. Normalmente la cuota de aportación del año en curso queda excluida para el cálculo bajo la hipótesis habitual de primas prepagables.

$$PM_{x_a} = (Cps)_{x_a} - (Vps)_{x_a} \quad [5]$$

Donde

$(Cps)_{x_a}$: Montante actuarial, calculado a la edad x_a de los compromisos pasados del asegurado.

$(Vps)_{x_a}$: Montante actuarial, calculado a la edad x_a de los compromisos pasados del asegurador.

Este debe ser calculado acorde a la misma base técnica actuarial que la empleada en el cálculo a través del método prospectivo. Acorde al

artículo 20 de la Directiva 2002/83/CE y artículo 32 del Reglamento de Ordenación y Supervisión de los Seguros Privados únicamente se puede determinar la provisión matemática a través del método retrospectivo cuando pueda demostrarse que el importe obtenido no resulta inferior del que se obtendría a través del método prospectivo de cálculo suficientemente prudente, o cuando no se pudiera utilizar éste para el tipo de contrato empleado.

Sin embargo, si procedemos a determinar este valor a posteriori, esto es, acorde a la experiencia real de la entidad, es claro que el verdadero tipo de interés obtenido en contraposición al tipo de interés técnico empleado inicialmente, nos va a cuantificar la desviación existente para un producto actuarial de vida en concreto.

Esta desviación así cuantificada correspondería a una pérdida y/o ganancia actuarial [De La Peña, 2000], entendida como la diferencia de valoración realizada acorde a las hipótesis originarias realizadas por el actuario frente a los valores realmente obtenidos.

Su tratamiento viene determinado o bien por la amortización de la pérdida vía resultados de la entidad o por la redistribución de las prestaciones y/o aportaciones con el fin de mantener el equilibrio dinámico del producto comercializado.

A modo de conclusión de este epígrafe, dentro del cálculo de la provisión matemática se tiene en cuenta la edad de cada asegurado en la fecha a la que se refiere el cálculo (x), la prestación prometida (B_x), el método de distribución de coste empleado (CA), dependiendo de la contingencia contemplada, las probabilidades correspondientes de salida (de fallecimiento: q_x^m , invalidez: q_x^i , rotación: q_x^r), así como el tipo de interés (i) a utilizar en la valoración.

$$f(x; CA; B_x; q_x^m; q_x^i; q_x^r; i; \dots) \quad [6]$$

Su cálculo es individualizado y realizado a través de sistemas financiero-actuariales de capitalización.

4. TIPO DE INTERÉS TÉCNICO MÁXIMO

En el artículo 20 B de la Directiva 2002/83/CE se indica que el tipo de interés a emplear para la determinación de las provisiones técnicas deberá elegirse prudentemente y se determinará en base a las reglas que el Estado miembro de origen⁽²⁾ emplee. Los principios a contemplar son:

1. Para todos los contratos se fija un tipo de interés técnico máximo por el Estado de origen con las siguientes reglas:
 - a) Si existe una garantía de interés, el tipo máximo será único y dependiente de la divisa del contrato, siempre que no sea mayor al 60% del tipo de interés de los empréstitos del estado de origen.
 - b) Si los activos financieros no están valorados a su precio de adquisición, se podrá disponer que el tipo de interés máximo tenga en cuenta el rendimiento de los activos de la cartera de inversiones, disminuido en un margen prudencial y, para contratos a prima periódica, teniendo en cuenta el rendimiento anticipado de los activos futuros (estos últimos fijados por el estado competente)
2. La fijación de un tipo de interés máximo no obliga a la empresa aseguradora a utilizar este tipo elevado. El tipo de interés máximo determina precisamente el valor máximo con el que se pueden determinar la provisión matemática del producto comercializado, no la obligación de calcularla bajo el valor legal prefijado.
3. Para una cierta clase de contratos (en unidades de cuenta, a prima única con duración máxima de 8 años y contratos sin participación de beneficios, y de renta sin rescate) el Estado miembro de origen puede aplicar el principio 1, aunque el tipo

² Directiva 92/96/CEE de 10 de noviembre 1992, en su artículo 1, indica:

d) Estado miembro de origen: el Estado miembro en el que esté situado el domicilio social de la empresa de seguros que contraiga el compromiso.

de interés empleado no puede ser en ningún caso superior al rendimiento de los activos financieros en los que haya invertido.

El desarrollo llevado a cabo en España lo ha sido tanto a través del Reglamento de Ordenación y Supervisión de los Seguros Privados como de la Orden Ministerial de 23 de diciembre de 1998. Concretamente en lo referente al punto 1 a), en el artículo 33, apartado 1 a) y b) del Reglamento se delimita el valor del límite máximo fijo anual, dependiendo de la clase de moneda en la que se realice el contrato.

De hecho, en los seguros expresados en moneda nacional, el tipo de interés técnico máximo corresponderá al 60 por 100 de la media aritmética ponderada de los tres últimos años de los tipos de interés medios del último trimestre de cada ejercicio de los empréstitos materializados en bonos y obligaciones del Estado a cinco o más años. La ponderación a efectuar será de 50 por 100 para el dato del último año, del 30 por 100 para el del anterior y del 20 por 100 para el primero de la serie (el más alejado en el tiempo). Dicho tipo de interés será de aplicación a lo largo del ejercicio siguiente al último que se haya tenido en cuenta para el referido cálculo. De esta forma, sea im_t el tipo de interés máximo a aplicar en el periodo t -ésimo, este vendrá determinado como:

$$im_t = 60\% \cdot (50\% \cdot i_{t-1} + 30\% \cdot i_{t-2} + 20\% \cdot i_{t-3}) \quad (7)$$

siendo,

- i_{t-1} : El tipo de interés medio del último trimestre del ejercicio -1 de los empréstitos materializados en bonos y obligaciones del Estado a cinco o más años.
- i_{t-2} : El tipo de interés medio del último trimestre del ejercicio -2 de los empréstitos materializados en bonos y obligaciones del Estado a cinco o más años.
- i_{t-3} : El tipo de interés medio del último trimestre del ejercicio -3 de los empréstitos materializados en bonos y obligaciones del Estado a cinco o más años.

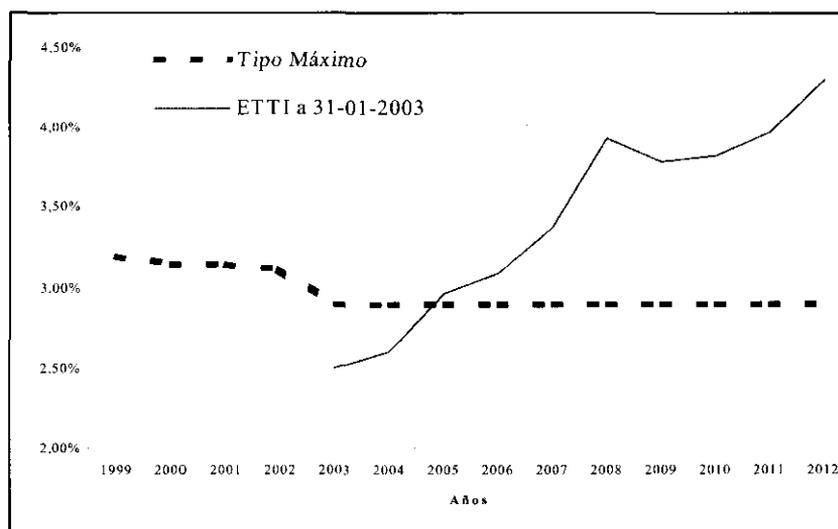
En el caso de que sea en divisas, el 60 por 100 de la media aritmética ponderada de los tres últimos años de los tipos de interés medios del último trimestre de cada ejercicio de los empréstitos materializados en bonos y obligaciones del respectivo Estado a cinco o más años, realizándose la ponderación en los mismos términos anteriores. Dicho tipo de interés será de aplicación a lo largo del ejercicio siguiente al último que se haya tenido en cuenta para el referido cálculo.

Si llegados a este punto se analiza el valor que ha tomado el tipo de interés técnico máximo fijado anualmente y publicado por las Resoluciones anuales de la Dirección General de Seguros y Fondos de Pensiones, desde que entró en vigor el Reglamento, éstos han sido los expuestos en la Tabla 1:

TABLA 1

Tipos de interés anual máximos	
1999	3,20%
2000	3,15%
2001	3,15%
2002	3,11%
2003	2,89%

GRÁFICO 4



Se puede apreciar su valor decreciente en los últimos años y es fiel reflejo de la evolución del coste a medio plazo de la deuda del Tesoro público español a diferentes plazos en base a su valor de mercado a 31 de enero de 2004.

Igualmente, teniendo en cuenta que es con el tipo de interés máximo con el que se determina la provisión matemática en el 2003 para obligaciones contractuales venideras (tanto por parte del asegurador como del asegurado) y que se tendrá invertido las primas recaudadas en títulos, se puede comparar la evolución pasada del tipo de interés técnico máximo (supuesto constante a partir de 2003) con la Estructura de Tipos de Interés (ETTI) existente en el mercado para títulos del tesoro público (libres de riesgo de insolvencia) a 31 de enero de 2003. En el gráfico 4 se indica su evolución.

Se puede apreciar que el valor de mercado de los distintos efectos del tesoro marca unos tipos de rentabilidad superiores a plazos mayores que el año, por lo que se puede afirmar que siempre que la ETTI libres de riesgo a futuro sea superior al tipo de interés técnico máximo fijado con los datos pasados, la entidad aseguradora buscará una gestión integrada de activos-pasivos que le permita obtener mayores y mejores rendimientos en el mercado.

De hecho, la posibilidad de emplear un tipo de interés técnico superior al máximo legislado sí está contemplado siempre que se proceda a la asignación de activos financieros a los valores de las provisiones matemáticas de los productos comercializados de esta forma. Para ello se deben contemplar una serie de condiciones que se analizan en los siguientes epígrafes.

5. TIPO DE INTERÉS MÁXIMO CON INVERSIONES AFECTAS

El artículo 33, 2 del Reglamento de Ordenación y Supervisión de los Seguros Privados sobre el tipo de interés aplicable para el cálculo de la provisión de seguros de vida permite emplear un tipo de interés

técnico superior al máximo fijado anualmente por la Dirección General de Seguros, siempre que:

1. Así esté previsto en la base técnica correspondiente.
2. Para el caso que la entidad aseguradora haya asignado inversiones a esas operaciones de seguro.
3. El tanto de rendimiento interno de estas inversiones sea superior a aquel máximo prefijado.

En este caso sí se puede calcular la provisión matemática superando aquellos tipos de interés máximos fijos, con las siguientes ventajas que se encuentran:

- El producto actuarial correspondiente podrá garantizar rentabilidades mayores.
- Redunda en una especialización en la gestión financiera de la entidad.
- Libera recursos que pueden ser invertidos libremente.
- Puede proceder a comercializar productos a primas más bajas, si esa mayor rentabilidad retorna al tomador. Esto no quiere decir que el riesgo de la operación no esté cubierto, sino que la prima recaudada se gestiona financieramente mejor a través de asignación de activos financieros que permiten poder abonar la posible prestación en el momento futuro en el que pueda darse la contingencia contemplada.
- Revulsivo del sector con productos más competitivos.

Sin embargo es indudable que debido al servicio social que conlleva el seguro de vida, ha de darse una exhaustiva regulación y control de tanto la parte actuarial del producto (actualmente liderada a través de la Dirección General de Seguros) como de los aspectos financieros y que, en parte, se encuentran desarrollados tanto en el propio Reglamento como en la Orden Ministerial de 23 de diciembre de 1998.

Se procede a continuación a analizar este aspecto financiero que puede permitir la optimización de las operaciones de seguros a través de la asignación individualizada a cada producto comercializado de activos

financieros idóneos, así como su regulación y control, para que el seguro pueda seguir prestando el servicio social que conlleva.

6. CONDICIONES PARA LA ADECUACIÓN FINANCIERA DE LAS INVERSIONES

Las inversiones en las que se materialice la prima recaudada por el contrato de seguro de vida y que lo garantice han de atender a la coincidencia en cuantía y tiempo, de los flujos de cobro para así atender al cumplimiento de las obligaciones contempladas en la póliza (o grupo homogéneo de pólizas) de acuerdo con la base técnica prevista.

Concretamente en la Orden Ministerial de 23 de diciembre de 1998 se indica que se entiende que coinciden suficientemente siempre que el saldo financiero al final de la operación sea mayor o igual que cero.

Sea s el momento en el que se realiza el último pago probable; L_s el valor esperado de pago a realizar en el momento s ; sea F_s los flujos económicos procedentes de amortizaciones, intereses, y desinversiones de la cartera de títulos en ese momento. Se debe cumplir que el saldo (S_s) en ese momento ha de ser nulo o positivo:

$$S_s = F_s - L_s \geq 0 \quad [8]$$

y que en todos y en cada uno de los meses cumpla "alguno" de los siguientes requisitos:

- a) Los flujos intermedios de cobros (F_h) y pagos (L_h) coincidan perfectamente en cuantía y tiempo:

$$F_h = L_h \quad \forall h \in [t; s] \quad [9]$$

o bien que los ingresos sean anteriores en tiempo a los pagos, siendo superiores en cuantía. Para una fracción de tiempo θ días y un tanto efectivo de reinversión

financiera del periodo h -ésimo ${}_h i_h$ esta condición vendría dada como:

$$F_{h-\theta} \cdot (I+{}_h i_h)^\theta = L_h \quad \forall h \in [I; s] \quad [10]$$

- b) El saldo financiero (S_h) obtenido al final de cada mes (resulta de capitalizar al tipo de reinversión, tanto los cobros como los pagos diarios del mes, así como de los anteriores) ha de ser positivo en todos y cada uno de los meses. A modo de simplificación se admite el empleo de la distribución uniforme en los pagos a mitad de mes, pero no así de los cobros que se valorarán al final de mes. Esto es,

$$S_h \geq 0 \quad \forall h \in [I; s] \quad [11]$$

esto es,

$$S_h = \sum_{\theta=1}^{30} F_{h-\frac{\theta}{30}} \cdot (I+{}_h i_h)^{\frac{\theta}{365}} - L_h \cdot (I+{}_h i_h)^{15/365} \geq 0 \quad [12]$$

- c) Sin ser positivo alguno de los saldos mensuales conforme al criterio anterior, puede existir saldo negativo si no supera la suma total de los pagos previstos del mes de referencia y los dos meses anteriores. Bajo este caso, el saldo negativo existente se capitalizará a un tipo de reinversión que corresponda en cada momento incrementado en un 50%. Esto es,

$$S_{h+1} = \left\{ \begin{array}{l} S_h \cdot (I+{}_h i_h \cdot 1,5)^{1/12} \quad \text{si } S_h < 0 \\ S_h \cdot (I+{}_h i_h)^{1/12} \quad \text{si } S_h > 0 \end{array} \right\} + \sum_{\theta=1}^{30} F_{h+\frac{\theta}{30}} \cdot (I+{}_h i_h)^{\frac{\theta}{365}} - L_h \cdot (I+{}_h i_h)^{15/365} \\ \leq \sum_{\theta=1}^{30} L_{h+\frac{\theta}{30}} + \sum_{\theta=1}^{30} L_{h-1+\frac{\theta}{30}} + \sum_{\theta=1}^{30} L_{h-2+\frac{\theta}{30}} \quad [13]$$

Adicionalmente el saldo negativo al final de año no podrá superar el 12,5% de las prestaciones probables a otorgar ese año. Esto es,

$$S_{31/12/h} \leq 12,5\% \cdot \sum_{\theta=1}^{365} L_{h+\frac{\theta}{365}} \quad (14)$$

Para cualquiera de los requisitos anteriores, el tanto de reinversión a considerar será el tipo de interés máximo fijado por Resolución de la Dirección General de Seguros, si bien si se aseguran tipos de interés a plazo, se pueden tener éstos en consideración tanto para los saldos cuando sean positivos, como para la determinación del coste de financiación si los saldos fuesen negativos. En este caso deben incrementarse en un 50%.

Con estas medidas se busca una congruencia de saldos intermedios y que no exista un desequilibrio manifiesto entre los ingresos de la cartera de inversiones y los pagos probables por el contrato de seguro suscrito. También se pretende acertadamente diferenciar los tipos de reinversión a emplear, tanto entendido como inversión propia cuando existen saldos intermedios positivos (a invertir al tanto implícito a plazo correspondiente) como el tipo de interés para financiación en el caso de que el saldo intermedio resulte negativo, con mayor valor, con el fin de evaluar los recursos no disponibles en un momento determinado.

7. ACTIVOS APTOS PARA LA COBERTURA DE LAS PROVISIONES TÉCNICAS

Los activos financieros en los que se proceda a invertir las provisiones matemáticas han de pertenecer a alguna de las siguientes categorías:

1. Valores negociables de renta fija de los 3 primeros grupos de mayor calificación crediticia en la Tabla 2:

TABLA 2

GRUPO	Categoría
1	AAA y AA
2	A
3	BBB

Si dentro de éstos existiesen opciones de compra a favor del emisor, tan sólo se contemplan los flujos que se produzcan hasta el vencimiento de la primera opción⁽³⁾.

2. Depósitos de entidades de crédito con la misma calificación que la anterior.
3. Tesorería

Se deduce con lo expuesto hasta ahora que el tipo de interés con el que se procederá a evaluar la provisión matemática es el implícito resultante de comparar el valor actual de los activos anteriores actualizados al tanto de rentabilidad interno (obtenido a través de su valor de adquisición), si bien la normativa nos indica que debemos penalizarlo en un porcentaje (artículo 2, punto 3 de la Orden Ministerial de 23 de diciembre de 1998) acorde a la calidad crediticia de las emisiones.

Este porcentaje, dependiendo de la clase de título será (tabla 3):

TABLA 3

GRUPO	Categoría	Penalización % _p
1	AAA y AA	95%
2	A	92%
3	BBB	89%

En la tabla 4 y a modo de ejemplo, se indican las calificaciones de la deuda a largo plazo y su significada para las agencias *Moody's* y *Standard & Poor's*:

³ Los instrumentos derivados sólo se admiten en la medida que constituyan operaciones de cobertura de riesgos inherentes a la cartera de activos de la entidad aseguradora o de los compromisos que asume

TABLA 4
Emisiones a Largo Plazo: Capacidad de reembolso

Moody's	Standard & Poor's	Significado
Aaa	AAA	Alta de principal e intereses
Aa	AA	Como el anterior pero no tan elevada
A	A	Le afectan las condiciones económicas
Baa	BBB	Mayor variación que el anterior ante variables económicas
Ba	BB	Moderada seguridad
B	B	Seguridad reducida de principal e intereses
Caa	CCC	Cobro sólo en situaciones favorables
Ca	CC	Muy especulativas: suspensión de pagos
C		Quiebra
	C	No abonan los intereses
	D	Quiebra

De esta forma si se denota P_0 al valor de adquisición del activo financiero, P_n a su valor de reembolso y c a los cupones periódicos constantes que abona, el tanto de rentabilidad interno se obtendría de la equivalencia financiera entre las prestaciones y contraprestaciones del activo financiero:

$$P_0 = c \cdot a_{\overline{n}|r} + \frac{P_n}{(1+r)^n} \quad [15]$$

empleando finalmente para la evaluación de la provisión matemática un tipo de interés penalizado (r') según la calidad crediticia del emisor del activo financiero

$$r' = r \cdot \%_p \quad [16]$$

En este punto es de destacar nuestro estupor al no haber encontrado una referencia que no integre a tanto los activos financieros del Tesoro Público español como a los activos financieros estatales de los diferentes estados miembros de la unión europea, con lo que también a estos activos financieros se deberán penalizar su rendimiento en función de su *calidad crediticia*.

Cualquier equivalencia con títulos de empresas de alta calidad crediticia sí incluye la prima de insolvencia de la entidad en sus activos financieros (y esa es la razón de la obtención probable de rentabilidades mayores). Sin embargo en una economía eficiente y diversificada dentro de un macromercado financiero como es la Unión Europea, los activos de los estados miembros tienen la categoría de libres de riesgo de insolvencia (si existiese quebraría el modelo de mercado), por lo que su rentabilidad debiera incluirse en su valor bruto y no neto, con la penalización correspondiente.

4. El artículo 3, en su punto 2, de la citada Orden Ministerial indica que con los mismos criterios de calificación pueden emplearse valores negociables en mercados regulados de renta variable si cumplen las siguientes condiciones:

4.1. No se puede invertir en renta variable un importe superior al 25% de la provisión matemática al comienzo de la operación de seguro.

Siendo $A({}_h i_0)_0^{RV}$ el importe de la cartera de inversiones invertido en renta variable, se debe cumplir que

$$A({}_h i_0)_0^{RV} \leq 25\% \cdot PM({}_h i_0)_0 \quad [17]$$

4.2. Los valores negociables de renta variable han de emplearse para la cobertura de pasivos con un vencimiento superior a 10 años desde la adquisición de los valores. En consecuencia no puede invertirse inicialmente en renta variable un importe superior al valor actual de las prestaciones y gastos a satisfacer a más de diez años desde el inicio de la operación y las adquisiciones posteriores no pueden hacer que el volumen total de la inversión en renta variable supere, en el momento en el que se efectúe, el valor actual de las prestaciones y gastos con vencimiento superior a diez años.

Por tanto, además del requisito inicial anterior, se limita el máximo anual de la cartera de inversiones a invertir inicialmente en renta variable a

$$A({}_h i_0)^{RV} \leq \sum_{h=10}^s L_h \cdot (1+{}_h i_0)^{-h} \quad [18]$$

y para sucesivos periodos futuros a

$$A({}_h i_t)^{RV} \leq \sum_{h=10}^s L_{t+h} \cdot (1+{}_h i_t)^{-h} \quad [19]$$

- 4.3. Bajo ningún concepto la inversión en renta variable superará el 50% de la provisión matemática en cualquier momento. Además del requisito anterior se limita el máximo en renta variable a

$$A({}_h i_t)^{RV} \leq 50\% \cdot PM({}_h i_t) \quad [20]$$

- 4.4. El riesgo específico de inversión en renta variable se minimizará mediante su diversificación. Además las acciones en las que se invierta han de tener una frecuencia de negociación superior al 80% de los días hábiles en el último trimestre en el mercado regulado en el cual se negocien y debe producirse una razonable diversificación por sectores de actividad.

La rentabilidad que se le asignará a la renta variable no superará la rentabilidad media de las Obligaciones del Estado con una duración inicial equivalente o más próxima a cada uno de los flujos pasivos que esté cubriendo, ponderada por los plazos e importes de dichos flujos y medida en el momento de la adquisición de la renta variable.

Se aprecia que a pesar de permitirse la inversión en renta variable, el tanto de rentabilidad a computar para la determinación de la provisión matemática es el que corresponde a la renta fija libre de riesgo de insolvencia para aquellos compromisos que tengan un plazo más allá de 10 años de vencimiento desde el momento del cálculo de éste.

8. CONDICIONES DEL MODELO INMUNIZADOR ESPAÑOL

El artículo 3 de la Orden Ministerial de 23 de diciembre de 1998 indica las condiciones que debe reunir la cartera de inversiones de los activos financieros asignados al producto de seguro comercializado por la Entidad Aseguradora y que resulte con un tipo de interés técnico superior al máximo fijado anualmente por la Dirección General de Seguros en sus resoluciones.

Para la aplicación de estos requisitos no se computan los pasivos que se pretendan cubrir con renta variable, los cuales serán aquellas prestaciones y gastos con un plazo superior a 10 años de vencimiento en el momento de su cálculo.

Estos requisitos son:

1. El valor de mercado de las inversiones asignadas debe ser en todo momento igual o superior al valor esperado de las obligaciones contractuales, determinado a tipos de interés de mercado correspondientes al plazo de cada flujo. Esto es,

$$A({}_h i_0)_t \geq L({}_h i_0)_t \quad [21]$$

donde

$$A({}_h i_0)_t = \sum_{h=t+1}^n F_h \cdot (1+{}_h i_0)^{-h+t} \quad [22]$$

y

$$L({}_h i_0)_t = \sum_{h=t+1}^s L_h \cdot (1+{}_h i_0)^{-h+t} \quad [23]$$

2. La duración financiera corregida calculada a tipos de interés de mercado de activos (DM_{A_t}) y pasivos (DEM_{L_t}) deberá ser equivalente:

$$DM_{A_t} = DEM_{L_t} \quad [24]$$

3. La sensibilidad ante variaciones de los tipos de interés de los valores actuales de los activos y pasivos deberá ser equivalente. Si esta medida es la convexidad, supondrá la equivalencia entre la convexidad de los activos (CXM_{At}) y la de los pasivos ($CXEM_{Lt}$):

$$CXM_{At} = CXEM_{Lt} \quad 25]$$

Para ello, el apartado c) del artículo 3 de la mencionada Orden Ministerial indica que deberá analizarse las variaciones que se produzcan en los valores actuales de los activos y los pasivos ante perturbaciones en el tipo de interés de la curva que haya sido empleada y correspondiente a los plazos más representativos. Obligatoriamente el análisis se deberá realizar para el primer y último flujo previsto y para al menos dos puntos intermedios con una distancia temporal de 2 años o más.

Si la operación o su plazo residual es inferior a seis años, al menos se debe incluir el análisis de un punto intermedio y si es de 4 años o menos, es suficiente con el análisis de los extremos.

9. BASE TÉCNICA DEL ACTUARIO FINANCIERO

9.1. Necesidad legal

Para la aplicación del modelo inmunizador que permita la asignación de activos a operaciones de seguros de vida se debe remitir a la Dirección General de Seguros el *soporte técnico y las definiciones de los conceptos financieros utilizados*. En particular la indicada información deberá detallar:

1. La curva de tipos de interés empleada.
2. La definición de duración financiera y el método empleado para su cálculo.

3. Criterios utilizados para la selección de los tipos de interés representativos y para el análisis de las sensibilidades.

9.2. La base técnica financiera

De hecho este soporte técnico forma la base técnica financiera del modelo de Gestión integrada de Activo – Pasivo de las Entidades Aseguradoras, donde se deberán detallar las estimaciones que hacia el futuro se realizan de ciertas magnitudes que influyen en la determinación del tipo de interés con el que se evaluarán las provisiones matemáticas del negocio de vida, obligando al actuario a realizar hipótesis de evolución de ciertos parámetros, como puede ser la evolución del colectivo, la evolución de magnitudes económicas, financieras, etc.

Evidentemente dependiendo de las especificaciones incluidas en la base técnica, los resultados que se obtienen son diferentes, de ahí la importancia de que estas especificaciones se encuentren dentro de unos valores prudentemente establecidos, guardando relación directa con la situación económica y financiera del entorno en el que se desarrolla el negocio de la empresa aseguradora.

La Base Técnica Financiera es *aquel conjunto de especificaciones referidas a ciertos parámetros, índices, etc., que inciden en la valoración de la provisión matemática y de los activos financieros asignados.*

Lo componen todo el conjunto de asunciones o hipótesis que necesita el actuario para determinar los costes, gastos, obligaciones contractuales. Su ámbito se limita no solamente al cálculo de las obligaciones asumidas, sino que se tendrán en cuenta en la evolución futura y en las posteriores revisiones.

De la exactitud y de la idoneidad de éstas dependerán que en el futuro se deban realizar adaptaciones a los cálculos realizados, así como también dependerán los resultados anuales futuros frente a las inversiones en los que están materializados los compromisos: Esto es, desarrolla

técnicamente la Gestión integrada de Activos y Pasivos frente al riesgo de interés o C-3⁽⁴⁾ como es conocido en Estados Unidos.

9.3. Componentes de la base técnica financiera

Dentro de la base técnica financiera se deberán detallar los útiles que emplea el actuario financiero para realizar la correcta asignación de activos financieros a los compromisos asumidos por la entidad aseguradora en cada contrato de seguro (o grupo homogéneo de contratos).

Atendiendo a la normativa existente detallada en el artículo 3, punto 1 de la Orden Ministerial mencionada a lo largo del presente trabajo, se deberá detallar:

9.31. Estructura de Tipos de Interés

La estructura temporal de los tipos de interés en un mercado representa en cada momento las alternativas básicas de inversión y financiación que el inversor tiene acorde a los diferentes plazos. Para un conjunto de activos financieros de igual calidad crediticia la estructura temporal de tipos de interés queda definida por la *relación entre el valor del tipo de interés y el plazo al que corresponde*.

La referencia de mercado define los tipos de interés libres de riesgo. Si se tiene en cuenta la diferencia entre la calidad crediticia de cada activo, se definirá así mismo la prima de riesgo para cada activo financiero cotizado en el mercado.

Por tanto, se debiera indicar:

- a) Obtención a partir de los datos de mercado
- b) Hipótesis de normalización de los activos financieros libres de riesgo cuando sus vencimientos no son aniversarios

⁴ El término C-3 fue acuñado por el actuario C. L. Trowbridge cuando fue presidente de la comisión de la S.O.A. (Society Of Actuaries) sobre valoración, para denotar así el riesgo de pérdidas de la entidad aseguradora debido a cambios en el tipo de interés [Panjer, H. H. y otros, 1998].

- c) Ajustes realizados y razonamientos técnicos ante carencia de efectos en vencimientos aniversario.
- d) Metodología para el cálculo de los tipos de interés anuales periódicos que integran la estructura de tipos de interés libres de riesgo, o tipos de interés al contado (*Spot rates*) así como la estructura de tipos de interés de reinversión vigentes en el momento de determinación de ésta, a un plazo implícito futuro (*forward rates*).
- e) Ajustes realizados, justificación de éstos y metodología llevada a cabo ante insuficiencia de datos empíricos.

9.3.2. Duración financiera

El empleo de la asignación de activos para garantizar los compromisos y gastos derivados por éstos a través de una Gestión Integrada de Activos – Pasivos, nos lleva al empleo del concepto de duración. En este punto es de recibo proceder a la definición y limitación de este parámetro con unos cálculos y procedimientos previos. De hecho, su cálculo es diferente según se refiera a los activos financieros en los que se invierte o a los pasivos u obligaciones que se quieren cubrir:

a) Duración financiera del Activo

En lo relativo a la duración financiera del activo financiero, la base técnica debiera expresar con coherencia los siguientes conceptos y su cálculo:

- Expresión de duración financiera a emplear, acorde a la estructura de tipos de interés obtenida.
- Estructura temporal de flujos intermedios y finales de los activos financieros en los que se va a proceder a invertir la cartera de inversiones.
- Rentabilidad de mercado de cada uno de los activos financieros anteriores, así como tanto de rentabilidad interna a emplear en el cálculo de la provisión matemática, esto es, tras la aplicación del

correspondiente porcentaje corrector por calidad crediticia del emisor del activo financiero.

- Diferenciación de los activos cualitativamente acorde a su clasificación crediticia (según el *rating*) apuntado, lo cual nos determinará las primas de riesgo asumidas en la inversión.
- Expresión de la duración modificada para cada activo financiero a invertir, así como su definición.

b) Duración financiera del Pasivo

Sustancialmente se debiera exigir los mismos pasos que para la duración financiera del activo, si bien es de destacar que el pasivo de una empresa aseguradora es aleatorio y dependiente de diversas contingencias, con lo cual es de recibo:

- Determinación de la estructura temporal de pagos probables, entendido como obligaciones contractuales asumidas y gastos intrínsecos que conlleva la operación actuarial (en base a la prima de inventario), por contingencia prevista así como los totales periódicos correspondientes.
- Definición y expresión de la duración financiera a emplear con estos flujos probables (conocida como Duración Esperada [De La Peña, 2002]).
- Expresión de la duración esperada modificada para la estructura temporal de obligaciones asumida en función de la estructura temporal de tipos de interés a aplicar.

9.3.3. Análisis de sensibilidades

Una Gestión integrada de Activo – Pasivos no estaría correctamente llevada a cabo si no se procediese a realizar un muestreo del resultado obtenido. Es por tanto necesario analizar cómo resulta tanto el activo como el pasivo ante la asignación de inversiones que se realiza.

Para ello será necesario proceder a definir nuevos parámetros y procedimientos que permitan un provechoso análisis.

a) Sensibilidad del Activo

Se definirán aquellos útiles, parámetros y herramientas que el actuario emplee para determinar la respuesta de los activos financieros ante variaciones en el tipo de interés. Concretamente,

- Definición y expresión de la convexidad financiera que como tercer término de la aproximación de McLaurin, se emplea habitualmente para indicar la respuesta de los activos ante variaciones altas en los tipos de interés.
- Definición y expresión de la convexidad financiera modificada sobre los activos a invertir la cartera de inversiones, para la estructura de tipos de interés empleada.
- Análisis de movimientos puntuales y no paralelos de los tipos de interés para determinar su influencia individualizada sobre el activo ante un rango de varios escenarios, como puede ser movimientos en 1 punto básico, 10 puntos básicos y 100 puntos básicos, en momentos de tiempo representativos de la cartera de inversiones.

b) Sensibilidad del Pasivo

El proceso para el pasivo es paralelo al que hay que desarrollar para el activo, con la particularidad ya mencionada de que los flujos de obligaciones son estocásticos. Por tanto se deberá limitar:

- La definición y expresión de la convexidad financiera (convexidad esperada en las operaciones actuariales) que se emplea habitualmente para indicar la respuesta de la valoración de los pasivos ante variaciones altas en los tipos de interés.
- Definición y expresión de la convexidad financiera modificada (convexidad esperada modificada en las operaciones actuariales) para la estructura de tipos de interés empleada.

- Análisis de movimientos puntuales y no paralelos de los tipos de interés para determinar su influencia individualizada sobre el pasivo de la entidad un rango de varios escenarios, como puede ser movimientos en 1 punto básico, 10 puntos básicos y 100 puntos básicos, en momentos de tiempo representativos de la estructura temporal de pagos probables.

c) *Sensibilidad Conjunta*

El fin de la estrategia inmunizadora es una Gestión Conjunta del Activo y del Pasivo, por lo que verdaderamente importante será la información proporcionada de forma conjunta ante variaciones del tipo de interés. Se deberá por tanto incluir:

- Análisis de movimientos puntuales y no paralelos de los tipos de interés para determinar su influencia conjunta de esas variaciones sobre tanto los activos financieros y sobre el pasivo de la entidad para un rango de varios escenarios, como puede ser movimientos en 1 punto básico, 10 puntos básicos y 100 puntos básicos, en momentos de tiempo representativos de la estructura temporal de pagos probables. Legalmente se indica que estos momentos son los extremos de la operación y, dependiendo del plazo de ésta, varios puntos intermedios.
- Definición, expresión y procedimiento que indique el riesgo de inmunización o equidistribución de los flujos de ingresos intermedios con los flujos de obligaciones intermedios, que precisamente puede evitar que variaciones del tipo de interés produzca variaciones perjudiciales para la empresa aseguradora.

La base técnica financiera así desarrollada es una garantía para la entidad aseguradora, para la administración, representada en este caso a través del órgano competente, esto es, la Dirección General de Seguros y Fondos de Pensiones y para la sociedad, al garantizarse en todo momento, en cuantía y tiempo, los compromisos estipulados en cada contrato de seguro de vida.

10. MODELO INMUNIZADOR PRÁCTICO

En este epígrafe se presenta el problema de programación lineal que permitiese estructurar la cartera de inversiones de la entidad aseguradora en base a abonar los compromisos adquiridos con la comercialización del producto actuarial y teniendo en cuenta la normativa desarrollada y vigente en nuestro país.

Tras el análisis anterior se concluye que sólo dos submodelos son de aplicación en España para la Gestión integrada de Activo -Pasivo de la empresa aseguradora:

- *Cashflow matching* o congruencia absoluta
- *Positive Matching* o congruencia por duraciones

Si bien los requisitos esgrimidos por la administración hace que su aplicación sea particular.

10.1. Cashflow matching o congruencia absoluta

Esta estrategia inversora consiste en la igualación en cuantía y tiempo de los pagos esperados a realizar en el periodo h -ésimo con los ingresos a obtener en ese periodo h -ésimo provenientes de la cartera de inversiones asignadas al producto comercializado.

Implica que los cupones y amortizaciones de los títulos en los que se ha invertido generaran un flujo económico suficiente como para abonar los pagos esperados para ese año. Para un periodo h -ésimo cualquiera,

$$L_h = n_1 \cdot F_h^1 + n_2 \cdot F_h^2 + \dots + n_w \cdot F_h^w \quad [26]$$

siendo F_h^t el flujo económico producido por el título t en el periodo h -ésimo.

10.1.1. Función objetivo

Bajo un modelo donde se considera un programa lineal de w variables (la cuantía invertida en los w diferentes títulos financieros) y con $s+1$ restricciones. La función objetivo puede ser doble:

- Por una parte, dado el tamaño de la cartera de títulos (F_t), consistirá en encontrar aquella distribución de títulos para una rentabilidad dada [Christensen & Fabozzi, 1995]
- Por otra parte, se puede buscar la estructura de títulos de la cartera de inversiones que resulte de un mínimo coste total de la cartera.

$$\text{Min } A(i)_0 = X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_h + \dots + X_w \quad [27]$$

siendo

X_h : El importe de la cartera de inversiones invertido en el título h -ésimo.

Donde la proporción invertida vendría dada como:

$$n_j = \frac{X_j}{A(i)_t} \quad [28]$$

10.1.2. Restricciones

En ambos casos, debe seguir las siguientes restricciones:

- i) Para cada periodo se obtengan los suficientes flujos de forma que se pueda hacer frente a todos y cada uno de los pagos a realizar, no sólo en cuantía sino también en tiempo:

$$\begin{aligned} n_1 \cdot F_1^1 + n_2 \cdot F_1^2 + \dots + n_w \cdot F_1^w &= L_1 \\ n_1 \cdot F_2^1 + n_2 \cdot F_2^2 + \dots + n_w \cdot F_2^w &= L_2 \\ &\vdots \\ n_1 \cdot F_s^1 + n_2 \cdot F_s^2 + \dots + n_w \cdot F_s^w &= L_s \end{aligned} \quad [29]$$

siendo F_h^t el flujo económico producido por el título t en el periodo h -ésimo.

Nótese que en esta restricción no aparecen los precios de los títulos. En una estrategia inmunizadora en base a una congruencia absoluta, el fondo inversor debe concentrarse únicamente en los flujos y aunque varíen los precios de los títulos a lo largo de los años, está garantizada la integridad del fondo siempre que los flujos sean completos y puntuales.

- ii) No se pide ninguna cuantía a préstamo, haciendo frente a los pagos prometidos con el fondo acumulado, luego la proporción de cada título ($j = 1, 2, \dots, w$) en la cartera será positiva o nula.

$$\forall n_j \geq 0$$

- iii) Asignación de todos los recursos:

$$n_1 + n_2 + n_3 + \dots + n_w = I$$

O lo que es lo mismo.

$$X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_w = A(i)_0 \quad [30]$$

- iv) Es fácilmente demostrable que el excedente producido al final de la operación es nulo:

$$S(i)_s = A(I)_s - L(i)_s = 0 \quad [31]$$

- v) En el caso de que los ingresos provenientes de la cartera de inversiones sean anteriores en tiempo a los pagos, entonces para un periodo h -ésimo cualquiera tras la reinversión correspondiente se ha de poder hacer frente a la obligación estipulada:

$$(n_1 \cdot F_{h-\theta}^1 + n_2 \cdot F_{h-\theta}^2 + \dots + n_w \cdot F_{h-\theta}^w) \cdot (1 + i_h)^\theta = L_h \quad [32]$$

- vi) También es fácilmente demostrable que la dispersión existente entre los flujos económicos del activo y del pasivo es nula. Esto es, que el riesgo de inmunización (M^2) es nulo.

$$M^2 = M_A^2 - M_L^2 = 0 \quad [33]$$

con lo que ante cualquier movimiento del tipo de interés tanto el activo como el pasivo se moverán en el mismo sentido y cuantía.

10.1.3. Tanto de rentabilidad interno

Para determinar la provisión matemática se deberá calcular el tanto de rentabilidad interno de la cartera de títulos asignados, el cual será el valor medio ponderado de la rentabilidad asignada a cada título, teniendo en cuenta la proporción asignada a cada clase de título dentro de la cartera. Esto es,

$$n_1 \cdot r'_1 + n_2 \cdot r'_2 + \dots + n_w \cdot r'_w = r \quad [34]$$

La rentabilidad asignada a cada clase de título lo es tras la correspondiente aplicación del porcentaje corrector por calidad crediticia del emisor del activo financiero.

10.2. Positive Matching o Congruencia de Duraciones

Esta estrategia inversora consiste en igualar el plazo medio de los pasivos al plazo medio de los activos a través del concepto de duración intentando buscar una distribución de títulos que permanezca inmune ante el riesgo de interés. Si se emplea una estructura de tipos de interés no plana, entonces corresponde realizar la igualación a través de las duraciones modificadas.

10.2.1. Función Objetivo

Dadas w variables de decisión representados por los w clases de activos financieros en los que se puede invertir, la función objetivo consistirá en hallar el menor valor de una cartera de activos financieros que nos permita hacer frente a todos los compromisos:

$$\text{Min } A({}_h i_t)_t = X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_h + \dots + X_w \quad [35]$$

siendo,

X_j : El importe, sobre el total de la cartera, asignado al título j -ésimo.

La proporción invertida resulta:

$$n_j = \frac{X_j}{A({}_h i_t)_t} \quad [36]$$

10.2.2. Restricciones

- i) Siguiendo el legado dejado por Redington [Redington, 1952] y en base a la normativa expuesta, el valor medio de los fondos tanto financieros como actuariales debe igualar el valor medio de los pagos. Esto es, igualdad de duraciones entre el activo financiero a través de las inversiones materializadas y el pasivo actuarial:

$$DM_A = DEM_t \quad [37]$$

donde la duración de la cartera de inversiones será,

$$DM_A = \frac{1}{A({}_h i_t)_t} \cdot [DM_1 \cdot X_1 + DM_2 \cdot X_2 + \dots + DM_w \cdot X_w] \quad [38]$$

Acorde a la normativa de la Orden Ministerial, se considera equivalente si sus valores no difieren en más de un 1%.

- ii) El valor actual de la cartera de inversiones no debe superar al valor actual de la provisión matemática. Deberá ser mayor o igual:

$$A({}_h i_t)_t \geq PM({}_h i_t)_t \quad [39]$$

debido a que lo que se busca es una estructura de activos financieros que garantice el pago de una estructura de compromisos futuros (cálculo de la provisión matemática por el método prospectivo) y los activos financieros se puedan elegir en el mercado entre los del tesoro y otros con diferente calidad crediticia.

- iii) Como restricción adicional se tiene que el excedente o balance final de la operación ha de ser positivo o nulo. Para el modelo óptimo, sin embargo, debe ser nulo lo que implicaría que con los flujos económicos generados se puedan abonar puntualmente los pagos probables:

$$S({}_h i_t)_s = A({}_h i_t)_s - L({}_h i_t)_s = 0 \quad [40]$$

- iv) Para los saldos periódicos intermedios se contempla una dualidad de restricciones:

1. El saldo financiero obtenido al final de cada mes (resultado de capitalizar al tipo de reinversión, tanto los cobros como los pagos diarios del mes, así como de los anteriores) ha de ser positivo en todos y cada uno de los meses. A modo de simplificación se admite el empleo de la distribución uniforme en los pagos a mitad de mes, pero no así de los cobros que se valorarán al final de mes. Esto es,

$$S_h \geq 0 \quad [41]$$

Concretamente,

$$S_h = \sum_{\theta=1}^{30} F_{h-\frac{\theta}{30}} \cdot (1+i_h)^{\frac{\theta}{365}} - L_h \cdot (1+i_h)^{15/365} \geq 0 \quad [42]$$

2. Como alternativa a la anterior restricción puede contemplarse que sin ser positivo alguno de los saldos mensuales conforme al criterio anterior, puede existir saldo negativo si no supera la suma total de los pagos previstos del mes de referencia y los dos meses anteriores. Hacemos notar que de existir un saldo negativo se capitaliza al tipo de reinversión que corresponda en cada momento incrementado en un 50%.

$$S_{h+1} = \left\{ \begin{array}{ll} S_h \cdot (1+i_h \cdot 1,5)^{1/12} & \text{si } S_h < 0 \\ S_h \cdot (1+i_h)^{1/12} & \text{si } S_h > 0 \end{array} \right\} + \sum_{\theta=1}^{30} F_{h+\frac{\theta}{30}} \cdot (1+i_h)^{\frac{\theta}{365}} - L_h \cdot (1+i_h)^{15/365}$$

$$\leq \sum_{\theta=1}^{30} L_{h+\frac{\theta}{30}} + \sum_{\theta=1}^{30} L_{h-1+\frac{\theta}{30}} + \sum_{\theta=1}^{30} L_{h-2+\frac{\theta}{30}} \quad [43]$$

Adicionalmente el saldo negativo al final de año no podrá superar el 12,5% de las prestaciones probables a otorgar ese año:

$$S_{31/12/h} \leq 12,5\% \cdot \sum_{\theta=1}^{365} L_{h+\frac{\theta}{365}} \quad [44]$$

- v) No se pide ninguna cuantía a préstamo, haciendo frente a los pagos prometidos con el fondo acumulado, luego la proporción de cada título ($j = 1, 2, \dots, w$) en la cartera será positiva o nula.

$$\forall n_j \geq 0$$

- vi) Se asignan todos los recursos:

$$n_1 + n_2 + n_3 + \dots + n_w = 1$$

O lo que es lo mismo.

$$X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_w = A({}_h i_t)_t \quad [45]$$

- vii) Cuando el riesgo de interés es debido a variaciones altas en el tipo de interés, es necesario la incorporación de otro parámetro que indique el comportamiento de la cartera de títulos ante esas variaciones. Ese parámetro viene medido a través del tercer término del desarrollo de MacLaurin: La Convexidad. El legado intuitivo de Redington indica que la dispersión sobre el valor medio de los fondos debe ser mayor que la dispersión sobre el valor medio de los compromisos de pago. Esta medida es la convexidad ante una variación en el tipo de interés de mercado y que la normativa en el análisis de sensibilidades indica que debe ser equivalente la del activo con la del pasivo. Por tanto:

$$CXM_A = CXEM_L \quad [46]$$

donde la convexidad de la cartera de títulos,

$$CXM_A = \frac{1}{A({}_h i_t)_t} \cdot [CXM_1 \cdot X_1 + CXM_2 \cdot X_2 + \dots + CXM_w \cdot X_w] \quad [47]$$

La medida de la convexidad nos permitirá un mejor afinamiento ante amplias variaciones del tipo de interés no recogidas por la duración.

- viii) Adicionalmente es deseable que el inversor determine una serie de restricciones cualitativas o de preferencia que nos permitan desarrollar con un sentido práctico este problema de programación lineal. Estas restricciones pueden ser el porcentaje de cobertura de la cartera de inversiones a asignar a títulos de una determinada entidad, o porcentaje a adquirir de los títulos

del tesoro, bonos industriales, liquidez o a plazo menor o igual a un año, etc.

- ix) También es lógico incluir una restricción de no negatividad de flujos económicos en los primeros periodos, de forma que en los z primeros periodos se obtengan los suficientes flujos para hacer frente a todos y cada uno de los pagos a realizar, en cuantía y tiempo:

$$\begin{aligned}n_1 \cdot F_1^1 + n_2 \cdot F_1^2 + \dots + n_w \cdot F_1^w &\geq L_1 \\n_1 \cdot F_2^1 + n_2 \cdot F_2^2 + \dots + n_w \cdot F_2^w &\geq L_2 \\n_1 \cdot F_z^1 + n_2 \cdot F_z^2 + \dots + n_w \cdot F_z^w &\geq L_z\end{aligned}\quad [48]$$

siendo F_j^h el flujo económico producido por el título h -ésimo en el periodo j -ésimo. Para el caso de que exista igualdad estricta en estos z primeros periodos se estaría ante una estrategia de congruencia temporal, esto es, una estrategia inversora mixta entre una congruencia absoluta (*cashflow matching*) para esos z primeros periodos y una congruencia por duraciones (*positive matching*) para el total de la cartera. Es un requisito acorde al apuntado anteriormente sobre los saldos mensuales.

10.2.3. Tanto de rentabilidad interno

Para determinar la provisión matemática se deberá calcular el tanto de rentabilidad interno de la cartera de títulos asignados, el cual será el valor medio ponderado de la rentabilidad asignada a cada título, teniendo en cuenta la proporción asignada a cada clase de título dentro de la cartera. Esto es,

$$n_1 \cdot r_1' + n_2 \cdot r_2' + \dots + n_w \cdot r_w' = r \quad [49]$$

La rentabilidad asignada a cada clase de título lo es tras la correspondiente aplicación del porcentaje corrector por calidad crediticia del emisor del activo financiero:

10.3. Restricciones para operaciones a un plazo superior a 10 años

Se debe apuntar en este marco práctico inmunizador que existe la facultad de separar la estructura temporal de obligaciones de la empresa aseguradora con el fin de la implantación de la estrategia inversora, entre aquellas obligaciones con vencimientos superiores a 10 años, los cuales se facultan que sean cubiertos a través de renta variable y aquellas obligaciones con unos vencimientos a menos de 10 años, a los cuales se les puede aplicar la estrategia inmunizadora propiamente dicha, tal y como se apunta en el artículo 3, punto 2 de la Orden Ministerial.

Bajo este caso y para operaciones a más de 10 años, es de recibo contemplar las restricciones expuestas en el epígrafe 8, punto 4 de este trabajo, sobre valores máximos a aplicar a la renta variable y que a modo de resumen implicarían las siguientes restricciones:

- i) No se puede invertir en renta variable un importe superior al 25% de la provisión matemática al comienzo de la operación de seguro. Por lo tanto, en el inicio de la operación,

$$A({}_h i_0)_0^{RV} \leq 25\% \cdot PM({}_h i_0)_0 \quad [50]$$

- ii) El máximo anual de la cartera de inversiones a invertir inicialmente en renta variable ha de ser menor o igual al valor actual de las obligaciones a plazo superior a 10 años:

$$A({}_h i_0)_0^{RV} \leq \sum_{h=10}^s L_h \cdot (I+{}_h i_0)^{-h} \quad [51]$$

y para sucesivos periodos futuros a

$$A({}_h i_t)_t^{RV} \leq \sum_{h=10}^s L_{t+h} \cdot (I+{}_h i_t)^{-h} \quad [52]$$

- iii) Además del requisito anterior se limita el máximo en renta variable al 50% de la provisión matemática en cualquier momento:

$$A({}_h i_t)^{RV} \leq 50\% \cdot PM({}_h i_t)_t \quad [53]$$

11. CONCLUSIONES

- La importancia del tipo de interés técnico es vital, al ser imprescindible para encontrar el valor presente de las prestaciones prometidas. Es normal considerar el tipo de interés constante, siendo un caso especial, ya que se debe permitir la posibilidad de que el tipo de interés varíe en el tiempo. Las circunstancias económicas que concurren en la empresa aseguradora y su entorno pueden obligar a cambiar este tipo de interés. Es precisamente el empleo de estas técnicas inmunizadoras las que conllevan la delimitación de un tipo de interés técnico (exponente de ganancias futuras) garantizando los compromisos asumidos por la empresa aseguradora en los contratos de seguros suscritos y ajeno a las variaciones que experimente este tipo de interés (riesgo de interés).
- Al ser el cálculo de la provisión matemática individualizado y realizado a través de sistemas financiero-actuariales de capitalización, donde depende para cada individuo de la edad de cada asegurado en la fecha a la que se refiere el cálculo (x), la prestación prometida (B_x), el método de distribución de coste empleado (CA), las probabilidades de fallecimiento (q_x^m), invalidez (q_x^i), rotación (q_x^r), así como el tipo de interés (i) a utilizar en la valoración, la asignación de activos financieros también debe realizarse en base individualizada para ser consistente con el producto que desea garantizar.
- El valor de mercado de los distintos efectos del tesoro marca unos tipos de rentabilidad de mercado. Siempre que la ETTI libres de riesgo a futuro sea superior al tipo de interés técnico máximo fijado con los datos pasados, la entidad aseguradora buscará una gestión integrada de activos-pasivos que le permita obtener mayores y mejores rendimientos en el mercado.

- Tanto los activos financieros del Tesoro Público español como a los activos financieros estatales de los diferentes estados miembros de la unión europea debieran computarse en la asignación de inversiones sin ningún porcentaje reductor de su rentabilidad, al ser considerados normalmente como activos financieros libres de riesgo de insolvencia. Cualquier equivalencia con títulos de empresas de alta calidad crediticia sí incluye la prima de insolvencia de la entidad en sus activos financieros (y esa es la razón de la obtención probable de rentabilidades mayores), pero en una economía eficiente y diversificada dentro de un macromercado financiero como es la Unión Europea, los activos de los estados miembros tienen la categoría de libres de riesgo de insolvencia (si existiese quebraría el modelo de mercado), por lo que entendemos que su rentabilidad debiera incluirse en su valor bruto y no neto, con la penalización correspondiente.
- A pesar de permitirse la inversión en renta variable, el tanto de rentabilidad a computar para la determinación de la provisión matemática es el que corresponde a la renta fija libre de riesgo de insolvencia para aquellos compromisos que tengan un plazo más allá de 10 años de vencimiento desde el momento del cálculo de éste.
- A la vista del condicionado normativo tan sólo es factible el empleo de la congruencia absoluta o *cash flow matching* y la congruencia positiva o *duration matching* para la instauración de una gestión integrada de activos y pasivos, si bien esta última con un fuerte condicionado normativo que aminora su aplicabilidad, pero incrementa su seguridad.
- Las fuertes restricciones y controles existentes en la congruencia positiva o por duraciones limitan su aplicación. Entendemos que la razón de ser de estos controles es evitar la insolvencia de la entidad aseguradora por los compromisos asumidos y por la posible materialización de pérdidas en inversiones, obligando a estructurar precisamente esta cartera de inversiones lo más

cercana posible a la estructura de obligaciones asumidas. Las restricciones, por lo tanto, nos parecen coherentes con el fin del producto: la previsión.

- Es necesario desarrollar normativamente el contenido del informe técnico que la entidad aseguradora debe presentar a la Dirección General de Seguros para la asignación de activos a productos de seguros de vida, a través de una base técnica financiera normalizada. Este desarrollo permitiría la homogeneidad de criterios de asignación y un mejor control de los desfases de flujos económicos que pudieran darse.

12. BIBLIOGRAFÍA

- **BETZUEN ZALBIDEGOITIA, AMANCIO Y BLANCO IBARRA, FELIPE** (1.989) *Planes y Fondos de Pensiones: Su cálculo y valoración*. Ediciones Deusto, Bilbao.
- **BOSCH PRINCEP, MANUELA y DOMINGUEZ FABIAN, INMACULADA** (2001). *Gestión de Activos y Pasivos en España*. Publicado en la Revista Actuarios, Nº 19, julio/agosto 2001, pp. 33.35. Madrid.
- **BROWNLEE, HAROLD J. Y DASKAIS, RICHARD**. (1.991). *Pension Plans: Choosing Critical Assumptions*, publicado en the Proceedings of the Second AFIR International Colloquium, Brighton.
- **COPPINI, S.M.** (1.991). *Consequences of Variations in the rate of return on the Financial Equilibrium of a Pension Fund*, publicado en the Proceedings of the Second AFIR International Colloquium. Brighton.
- **CHRISTENSEN, PETER E. & FABOZZI, FRANK J.** (1.995) *Dedicated Bond Portfolios*, capítulo 43 del libro editado por Fabozzi, Frank J. y Fabozzi, T. Dessa *The Handbook of Fixed Income Securities*, Irwin Inc. New York.
- **DE LA PEÑA ESTEBAN, J. IÑAKI** (1.997) *El riesgo de interés en seguros y pensiones: una aproximación actuarial*. Anales del Instituto de Actuarios Españoles, 3ª época, Nº 2, pp. 49-172. Madrid.

- **DE LA PEÑA ESTEBAN, J. IÑAKI** (2.000). *Planes de Previsión Social*. Ed. Pirámide. Madrid.
- **DE LA PEÑA ESTEBAN, J. IÑAKI** (2.002). Riesgo de interés de las operaciones actuariales clásicas: un análisis a través de la duración. *Anales del Instituto de Actuarios Españoles*, 3º época, Nº 7, págs. 135-168. Madrid.
- **Directiva 92/96/CEE** del Consejo, de 10 de noviembre de 1992 sobre seguros de vida.
- **Directiva 2002/83/CEE** del Parlamento Europeo y del Consejo de 5 de noviembre de 2002 sobre el seguro de vida.
- **GRUBBS, DONALD S. Jr.** (1.990) *Pension Plan Problems*. The Proceedings of Conference of Actuaries in Public Practice. Vol. XXXX, pp. 425.434. Illinois.
- **KOCHERLAKOTA, RAMA; ROSENBLOOM, E.S. & SHIW, ELIAS S.W.** (1.988) *Algorithms for Cash-flow matching*. The Transactions of the Society of Actuaries, Vol XL, part. I, Chicago.
- **Orden Ministerial de 23 de diciembre de 1998** por la que se desarrollan determinados preceptos de la normativa reguladora de los seguros privados y se establecen las obligaciones de información como consecuencia de la introducción del euro.
- **PANJER, HARRY H. & OTROS** (1.998). *Financial Economics with applications to investments, insurance & pension*. Ed. The Actuarial Foundation. Illinois.
- **REDINGTON, F.M.** (1.952) *Review of the Principles of Life-Office Valuation*. The Journal of the Institute of Actuaries, 18, London.
- **Reglamento de Ordenación y Supervisión de los Seguros Privados**, R.D. 2486/1998, de 20 de noviembre.
- **Resolución de 5 de enero de 1999**, de la Dirección General de Seguros por la que se publica el tipo de interés máximo a utilizar en el cálculo de la provisión de seguros de vida, de aplicación al ejercicio 1999.
- **Resolución de 5 de enero de 2000**, de la Dirección General de Seguros por la que se publica el tipo de interés máximo a utilizar en el cálculo de la provisión de seguros de vida, de aplicación al ejercicio 2000.
- **Resolución de 8 de enero de 2001**, de la Dirección General de Seguros por la que se publica el tipo de interés máximo a utilizar

en el cálculo de la provisión de seguros de vida, de aplicación al ejercicio 2001.

- **Resolución de 3 de enero de 2002**, de la Dirección General de Seguros por la que se publica el tipo de interés máximo a utilizar en el cálculo de la provisión de seguros de vida, de aplicación al ejercicio 2002.
- **Resolución de 3 de enero de 2003**, de la Dirección General de Seguros por la que se publica el tipo de interés máximo a utilizar en el cálculo de la provisión de seguros de vida, de aplicación al ejercicio 2003.
- **VILLALÓN, JULIO G.** (1.994) *Manual de Matemáticas Financiero-Actuariales*. Ted. Fernández Ciudad S.L. Madrid.
- **WINKLEVOSS, HOWARD E. & ALLISON, GLENN D.** (1.966) *The Interrelationships among inflation rates, salary rates, interest rates and pension costs*. The Transactions of The Society Of Actuaries, Vol XXVIII. Chicago.