



UNIVERSIDAD
COMPLUTENSE
MADRID

**FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y
EMPRESARIALES**

**MÁSTER EN CIENCIAS ACTUARIALES Y
FINANCIERAS**

TRABAJO DE FIN DE MÁSTER

TÍTULO: Provisiones técnicas en los balances contable y económico para un seguro mixto simple. Capital de solvencia obligatorio.

AUTOR: María Mota Peralta

TUTOR/ES: José Antonio Gil Fana

CURSO ACADÉMICO: 2022/2023

CONVOCATORIA: Junio

ÍNDICE

DECLARACIÓN DE NO PLAGIO.....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	3
1.1. Presentación y justificación del tema	3
1.2. Objetivos.....	3
1.3. Estructura.....	4
2. SEGURO MIXTO SIMPLE: DEFINICIÓN Y CASO PRÁCTICO.....	5
2.1. Seguros de vida y su clasificación principal.....	5
2.2. Seguro mixto simple.....	5
2.3. Caso de estudio. Características	6
3. TARIFICACIÓN INICIAL.....	8
3.1. Principio de equivalencia actuarial.....	8
3.2. Tarificación de la prima.....	13
4. PROVISIONES TÉCNICAS: BALANCE CONTABLE.....	15
4.1. Normativa aplicable a las provisiones técnicas de seguros de vida a efectos contables	15
4.2. Provisión técnica del seguro de vida aplicada al caso práctico	18
4.2.1. Reserva matemática a prima de inventario	18
4.2.2. Reserva matemática a prima comercial	23
5. PROVISIONES TÉCNICAS Y CAPITAL DE SOLVENCIA OBLIGATORIO: SOLVENCIA II.....	26
5.1. Normativa aplicable a las provisiones técnicas de seguros de vida en Solvencia II.....	26
5.2. Capital de solvencia obligatorio (CSO) en Solvencia II.....	28
5.3. Provisión técnica del seguro de vida aplicada al caso práctico	33
5.3.1. Mejor estimación (ME) o best estimate (BE)	33
5.3.2. Capital de solvencia obligatorio (CSO).....	37
5.3.3. Margen de riesgo (MR) o risk margin (RM)	41
5.3.4. Provisión técnica del seguro de vida a prima comercial	42
6. CONCLUSIONES	43
7. BIBLIOGRAFÍA Y WEBGRAFÍA	46

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Presentación y justificación del tema

El sector asegurador ocupa un puesto de suma importancia dentro de la economía de España, afectando al país de manera directa e indirecta, y permitiendo la subsistencia de otros muchos sectores que dependen de este. Esto provoca que la regulación en torno a las entidades de seguros sea notablemente más estricta que la existente en otro tipo de sectores.

Una característica relevante y única del negocio asegurador es que en primer lugar se cobra la prima y, en caso de siniestro, se ofrece la indemnización. Es por este motivo primordialmente que se intenta garantizar la solvencia de las aseguradoras en la medida de lo posible con la finalidad de poder satisfacer a todos los asegurados en caso necesario. Pero ¿cómo se refleja esta estricta regulación? Principalmente con la creación de **provisiones técnicas**, además del cálculo del **capital de solvencia obligatorio**, junto a muchos otros requerimientos.

En términos generales, la valoración de las provisiones técnicas varía en función de la normativa usada para calcularlas. Mientras que por un lado existen algunas relativamente nuevas (en proceso de adaptación) y con carácter internacional como las normas IFRS 17, en otros casos las normativas son de obligatorio cumplimiento y están totalmente asentadas. Actualmente en España, dos de las más destacadas serían aquellas basadas en provisiones técnicas a balance contable y a balance económico. En tanto que las primeras están relacionadas con la contabilidad local, las segundas entran dentro del marco de la normativa europea denominada generalmente “Solvencia II” que desde una perspectiva de la valoración actuarial incluye el cálculo del Capital de solvencia obligatorio.

1.2. Objetivos

Los objetivos principales de este Trabajo de Fin de Máster están orientados a tratar de hacer entender, por un lado, desde la teoría cuáles son las principales diferencias entre las valoraciones actuariales de las provisiones técnicas a balance contable y balance económico en los seguros de vida, partiendo de aspectos generales como saber qué norma o ley se aplica en cada caso, hasta aspectos más específicos tales como qué tipo de interés o tablas de mortalidad aplicar y por qué, qué prima usar en los cálculos, entre otros conceptos relevantes. En relación con Solvencia II se tratará de explicar, además, el

capital de solvencia obligatorio (concretamente para el módulo de riesgo de suscripción del seguro de vida), de gran utilidad para la aplicación de la provisión técnica en balance económico. Por otro lado, el segundo objetivo básico es, finalmente, saber relacionar la teoría explicada con un caso práctico de manera que se muestre lo estudiado y analizado a lo largo del trabajo.

1.3. Estructura

Como ya se plantea en los objetivos, se entiende que la estructura posee dos partes principales: una teórica y otra enfocada en la práctica. Mientras que la puramente teórica se centra en, principalmente, establecer las bases de los dos tipos de provisiones técnicas, en la parte práctica se calculan dichas provisiones en un caso de seguro mixto simple con características establecidas de antemano, aplicando así lo estudiado.

2. SEGURO MIXTO SIMPLE: DEFINICIÓN Y CASO PRÁCTICO

2.1. Seguros de vida y su clasificación principal

Dentro de los seguros de vida comúnmente conocidos, es decir, aquellos donde el pago del capital estipulado en el contrato depende de la supervivencia o fallecimiento del asegurado, existen clasificaciones según las características de cada uno de los tipos. A grandes rasgos, existen varios seguros principales:

- **Seguro de riesgo** → En este caso el capital contratado es pagado a sus beneficiarios después del fallecimiento del asegurado. Realmente, dentro de los seguros de vida-riesgo se encuentran: vida entera, vida entera diferido, temporal, entre otros. Como es lógico, en este caso beneficiario y asegurado no pueden ser la misma persona.
- **Seguro de ahorro** → Consiste en la obtención de un capital o renta al final del plazo estipulado al inicio del contrato, siempre y cuando el asegurado llegue con vida. La finalidad es, por tanto, el ahorro a largo plazo.
- **Seguro mixto** → Se trata de la unión en un mismo contrato de los dos anteriores. Aunque se pueden encontrar varios tipos, la modalidad más usual es el seguro mixto simple, al cual se refiere este proyecto.

2.2. Seguro mixto simple

Como se indica anteriormente, aunque el objetivo del trabajo es estudiar con carácter general la cuantificación de la provisión de seguros de vida en los balance contable y económico, nos centraremos en un caso particular de un seguro mixto simple, con unas características establecidas de antemano.

El **seguro mixto simple** combina un seguro temporal (de riesgo) con un capital diferido (de ahorro). Es decir, se paga un capital a el/los beneficiario/s cuando fallezca el asegurado siempre que esta circunstancia suceda antes de que alcance la edad establecida en el contrato, y en caso de que el asegurado llegue con vida a dicha edad, recibirá en ese momento el capital establecido, de la misma cuantía que para el caso de fallecimiento (en este caso puede recibirlo su/s beneficiario/s tercera/s persona/s o el propio asegurado).

En el contexto de este trabajo se destacan las definiciones de la *Resolución de 17 de diciembre de 2020, de la Dirección General de Seguros y Fondos de Pensiones, relativa a las tablas de mortalidad y supervivencia* (RDGS, de 17 de diciembre de 2020).

En ella se define el **seguro de vida-riesgo** como aquel que “supone para el asegurador una exposición sustancial al riesgo de mortalidad”. Tal como se define en el *apartado a)* del *artículo 72* del Real Decreto 1060/2015, se trata del “riesgo de pérdida o de modificación adversa del valor de los compromisos contraídos en virtud de los seguros debido a variaciones en el nivel, la tendencia o la volatilidad de las tasas de mortalidad, para aquellos casos en que un aumento de la tasa de mortalidad genere un aumento en el valor de los compromisos contraídos en virtud de los seguros (riesgo de mortalidad)”.

2.3. Caso de estudio. Características

Una vez entendido qué es un seguro mixto simple, a continuación, se proporcionan los datos y características iniciales y concretas para llevar a cabo este proyecto, con el posterior cálculo y análisis de tarificación inicial y provisiones técnicas.

Los datos mostrados han sido seleccionados con la intención de hacer el análisis lo más exhaustivo posible, es decir, poder aplicar y explicar la normativa en cada caso.

Los elementos finalmente elegidos en el caso práctico y que son necesarios conocer en un seguro mixto simple (vienen determinados en la póliza) son:

- ***Fecha de inicio del contrato: 12/2015.***

Fecha de efecto de la póliza, es decir, el momento en el que empieza el periodo de vigencia o validez de la póliza contratada con la entidad aseguradora. En este caso coincide con la fecha de emisión de la póliza (no han de coincidir necesariamente). Notemos que Solvencia II aún no había entrado en vigor.

- ***Edad del asegurado en el momento de contratación: 40 años.***

Edad exacta en el momento que contrató el seguro mixto simple. Es determinante a la hora de aplicar algunos puntos como las tablas de mortalidad.

- ***Tiempo de duración del seguro: 15 años.***

Al ser un seguro mixto simple, la duración de este no es indeterminada, sino que está establecida de antemano. En este caso, si el asegurado muere antes de haber pasado 15 años de su inicio, los beneficiarios recibirán el capital estipulado. Si, por el contrario, llega con vida 15 años después (a los 55 años), entonces él recibirá el capital contratado. En ambos casos, con el pago de la indemnización se da por finalizado el contrato.

- ***Capital: 100.000 €.***

Cantidad monetaria que entregar a los beneficiarios en caso de muerte del asegurado, o al asegurado en caso de que llegue con vida a los 55 años. Este capital es un elemento

básico en el cálculo de prima. Se entregará al final del año de fallecimiento o, en su defecto, al final del año en el que cumple 55 años.

- ***Modalidad y duración del pago de primas: 15 años.***

Cantidad monetaria que el tomador del seguro debe entregar a la entidad aseguradora. En este caso, de carácter periódico, anual, prepagable y temporal por un periodo de 15 años (mientras siga con vida el asegurado), coincidiendo con la duración del seguro. En caso de fallecimiento del asegurado se dejan de pagar primas, ya que supone el fin del contrato.

- ***Gastos de gestión interna: 1 por mil del capital.***

Gastos que se añaden a la prima pura para obtener la prima de inventario. Se corresponden con gastos de sueldos, amortizaciones, gastos generales, entre otros.

- ***Gastos de gestión externa: 20% de la primera prima comercial y 2% del total de primas comerciales.***

Gastos que se añaden, juntos con los de gestión interna, para obtener la prima comercial o de tarifa. Hacen referencia a gastos de producción o adquisición y son fundamentalmente las comisiones a los agentes de seguros. Existen principalmente dos tipos de comisiones:

- Comisión descontada → Aplicada únicamente sobre la primera prima comercial.
- Comisión periódica → Aplicada sobre el total de primas comerciales.

Una vez aclarados todos los datos del contrato, en el siguiente punto se calculará la correspondiente prima, siendo la base para continuar con el estudio y análisis de las provisiones técnicas, es decir, el desarrollo de este proyecto.

Cabe mencionar que los diferentes cálculos desarrollados a lo largo de todo el trabajo se encuentran detallados en el **Excel adjunto** incluido como anexo (**Anexo I**), ya que en muchos casos solo se muestran las ideas principales o resultados finales sin entrar en profundidad.

3. TARIFICACIÓN INICIAL

3.1. Principio de equivalencia actuarial

Los datos anteriormente comentados son conocidos desde el primer momento ya que son aquellos correspondientes a las estipulaciones de la póliza de seguro. A partir de los mismos se obtiene la tarificación de la prima en la fecha de efecto de la póliza; **12/2015**.

Para ello, es necesario partir del **principio de equivalencia actuarial**. Dicho principio se basa en que el valor actual actuarial de las obligaciones del tomador (pago de primas) debe ser igual al valor actual actuarial de las obligaciones del asegurador (en este caso el pago del capital en una u otra situación y gastos) en el momento inicial. (Gil Fana et al., 1999)

Matemáticamente, de acuerdo con la notación actuarial, se expresa de la siguiente forma:

- **Obligaciones del tomador.**

De manera generalizada la expresión del pago de una prima anual en forma de renta, temporal de duración n años, prepagable para una persona de edad x sería así:

$$P_{x:n} \ddot{a}_{x:n}$$

Aplicando los datos del caso práctico:

$$P_{40:15} \ddot{a}_{40:15}$$

- **Obligaciones del asegurador.**

El caso generalizado de un seguro mixto simple de una persona de edad x y con capital igual a C , incluyendo los gastos de gestión interna (α) y externa (β y γ) correspondientes quedaría así:

$$\begin{aligned} & CA_{x:n} + \alpha \ddot{a}_{x:n} + \beta P_{x:n} + \gamma P_{x:n} \ddot{a}_{x:n} \\ &= CA_{x^1:n} + CA_{x:n^1} + \alpha \ddot{a}_{x:n} + \beta P_{x:n} + \gamma P_{x:n} \ddot{a}_{x:n} \end{aligned}$$

Aplicando los datos del caso práctico:

$$\begin{aligned} & 100.000A_{40:15} + 100\ddot{a}_{40:15} + 0,2P_{40:15} + 0,02P_{40:15}\ddot{a}_{40:15} \\ &= 100.000A_{40^1:15} + 100.000A_{40:15^1} + 100\ddot{a}_{40:15} + 0,2P_{40:15} + 0,02P_{40:15}\ddot{a}_{40:15} \end{aligned}$$

El seguro mixto simple ($A_{40:15}$) está compuesto por un seguro temporal ($A_{40^1:15}$) y un capital diferido ($A_{40:15^1}$), como queda desglosado en la segunda expresión. Además, se incorporan todos los gastos de gestión interna y externa que aparecen en el contrato, siendo en este caso:

- Gastos de gestión interna (α): 1 por mil de capital.

$$0,001 \times 100.000 = 100$$
- Gastos de gestión externa: 20% de la primera prima comercial (β) y 2% del total de primas comerciales (γ).

De ahora en adelante se establecen las bases para llevar a cabo la tarificación inicial de la prima.

En primer lugar, y antes de calcular la renta temporal, el seguro temporal y el capital diferido, es necesario aclarar cuál es el tipo de interés usado, así como las tablas de mortalidad aplicadas. Ambos aspectos son básicos. Es importante tener presente que el momento de la tarificación coincide con la fecha de efecto, es decir, **12/2015**.

El **tipo de interés (i)** utilizado en los cálculos actuariales se denomina interés técnico y se trata de la rentabilidad que el asegurador garantiza en sus operaciones de seguro. Además, no tiene por qué coincidir necesariamente con el tipo de mercado. “La base técnica especificará la metodología de cálculo de la provisión de seguros de vida, así como el tipo de interés utilizado en el cálculo de la prima”. (art. 119 Real Decreto 2486/1998, de 20 de noviembre)

En nuestro caso, el tipo de la Dirección General de Seguros y Fondos de Pensiones (de ahora en adelante “DGS”) en 2015 es del 1,91%, aunque el interés usado para el cálculo de la prima es del **2%**, levemente superior. (RDGS, de 9 de marzo de 2015).

Sin embargo, es importante tener en cuenta que “la utilización de tipos de interés para el cálculo de las primas superiores a los previstos en la normativa para el cálculo de la provisión de seguros de vida no podrá tener carácter sistemático y permanente”. (art. 119 Real Decreto 2486/1998, de 20 de noviembre)

En relación con lo anterior, y como es usada en cada uno de los cálculos, la v se define como el **factor de actualización financiera** para un periodo de tiempo de n años, siendo su formulación $v = (1 + i)^{-n}$. En este caso práctico, su valor para 1 año (se eleva a la n correspondiente en cada periodo) es $v = (1 + 0,02)^{-1} = \mathbf{0,9804}$.

Por otro lado, el segundo elemento principal es la **tabla** usada en el cálculo de la prima. Al tratarse de un seguro mixto simple se unen seguro de fallecimiento (seguro temporal) y supervivencia (capital diferido). Sin embargo, como principalmente está basado en el fallecimiento de la persona, se aplican las *Tablas PASEM 2010* (RDGS, de 6 de julio de 2012). Aunque se trate de un contrato posterior al 21 de diciembre de 2012 (año en que se estableció la igualdad entre hombres y mujeres en el sector del seguro), las

probabilidades usadas para tarificar son las de hombre, ya que en este caso la cartera está formada por una sola persona (no da lugar a discriminación). Además, las bases técnicas para tarificar la prima son las de **primer orden**, es decir, aquellas que implican recargos en los tantos centrales.

- **Renta temporal.**

La renta temporal ($\ddot{a}_{40:15}$) se debe calcular ya que las primas pagadas por el tomador son de carácter periódico, anual, prepagable y temporal por un periodo de 15 años. Es decir, la prima es exigible hasta el fallecimiento de la cabeza considerada pero como mucho hasta que se alcancen 15 años. El valor de la prima se obtiene más adelante.

La fórmula de una renta temporal prepagable es la siguiente:

$$\ddot{a}_{x:n} = \sum_{k=0}^{n-1} {}_kE_x = \sum_{k=0}^{n-1} v^k {}_k p_x$$

Donde:

- El sumatorio tiene como límite máximo $n - 1$ ya que en ese momento se extingue la obligación de pagar. En el caso práctico, por tanto, será el sumatorio desde $k = 0$ a $k = 14$.
- ${}_kE_x$ es factor de actualización actuarial, cuya expresión es ${}_kE_x = v^k {}_k p_x$.
- v^k , a partir de la v previamente obtenida se eleva a cada año (k) correspondiente.
- ${}_k p_x$ es la probabilidad de que una persona de edad x sobreviva hasta $x + k$. Es decir, aplicado a este proyecto es la probabilidad de que una persona de 40 años llegue con vida a $40 + k$.

Por tanto:

$$\ddot{a}_{40:15} = \sum_{k=0}^{14} {}_kE_{40} = \sum_{k=0}^{14} v^k {}_k p_{40}$$

En la tabla 3.1. queda de manera resumida el cálculo de la renta.

Tabla 3.1. Renta temporal para la tarificación inicial.

k	v^k	${}_k p_{40}$	Sumatorio de la renta
0	1,0000	1	1
1	0,9804	0,998611	0,979030392
2	0,9612	0,997083125	0,958365172
3	0,9423	0,995378113	0,937967027
4	0,9238	0,993460019	0,917803495
5	0,9057	0,991301231	0,897852067
6	0,8880	0,988883447	0,878100201

7	0,8706	0,986186762	0,858534924
8	0,8535	0,983180865	0,839135401
9	0,8368	0,979844932	0,819890407
10	0,8203	0,976146997	0,80078053
11	0,8043	0,97205987	0,781791825
12	0,7885	0,967555344	0,762910786
13	0,7730	0,962628552	0,744143181
14	0,7579	0,957264786	0,725487073
			12,90179248

Fuente: Elaboración propia.

Por tanto, al realizar el sumatorio de cada uno de los k años (de 0 a 14), el valor de la renta temporal es igual a **12,90179248**.

- **Seguro temporal.**

Como se ha mencionado anteriormente, el seguro mixto simple se descompone en seguro temporal y capital diferido. El primero de ellos ($A_{40^1:15}$) se caracteriza porque el capital estipulado en el contrato se paga al fallecimiento del asegurado, siempre que este suceda antes de una determinada fecha.

Se expresa de la siguiente forma:

$$A_{x^1:n} = \sum_{k=0}^{n-1} v^{k+1} {}_kq_x$$

Donde:

- Al igual que en la renta anterior el sumatorio tiene como máximo $n - 1$, es decir, 14 años.
- v^{k+1} , a partir de la v previamente obtenida se eleva a cada año correspondiente más uno ($k + 1$).
- ${}_kq_x$ es la probabilidad de que una persona de edad x fallezca entre $x + k$ y $x + k + 1$, de manera que, en este caso, será la probabilidad de que el asegurado de edad 40, fallezca entre los $40 + k$ y $40 + k + 1$.

De manera que:

$$A_{40^1:15} = \sum_{k=0}^{14} v^{k+1} {}_kq_{40}$$

Los cálculos del seguro temporal quedan recogidos en la tabla 3.2.

Tabla 3.2. Seguro temporal para la tarificación inicial.

k	v^{k+1}	${}_kq_{40}$	Sumatorio del seguro
0	0,9804	0,001389	0,001361765
1	0,9612	0,001528	0,001468546
2	0,9423	0,001705012	0,001606671
3	0,9238	0,001918094	0,001772022
4	0,9057	0,002158789	0,001955281
5	0,8880	0,002417784	0,002146923
6	0,8706	0,002696685	0,002347627
7	0,8535	0,003005897	0,002565504
8	0,8368	0,003335933	0,002791359
9	0,8203	0,003697935	0,003033595
10	0,8043	0,004087127	0,003287126
11	0,7885	0,004504525	0,003551788
12	0,7730	0,004926792	0,00380857
13	0,7579	0,005363766	0,004065065
14	0,7430	0,005833572	0,00433443
			0,04009627

Fuente: Elaboración propia.

En definitiva, el valor del seguro temporal tras realizar el sumatorio es **0,04009627**.

- **Capital diferido.**

El capital diferido ($A_{40:15^1}$) se corresponde con la segunda parte del seguro mixto simple. En caso de que el asegurado llegue con vida a la fecha establecida en el contrato ($x + n$), recibirá en ese momento el capital estipulado (puede recibirlo su/sus beneficiario/s tercera/s persona/s o el propio asegurado).

Su formulación es la vista y usada anteriormente en la renta temporal, es decir, coincide con el factor de actualización actuarial en n (duración de la póliza):

$$A_{x:n^1} = {}_nE_x = v^n {}_np_x$$

Se puede expresar tanto ${}_nE_x$ como $A_{x:n^1}$.

El valor del capital diferido para $x = 40$ y $n = 15$ finalmente queda:

$$A_{40:15^1} = {}_{15}E_{40} = v^{15} {}_{15}p_{40} = \mathbf{0,706927407}$$

Con todos estos valores calculados, quedaría tarificar la prima inicial, desarrollado en el siguiente apartado.

3.2. Tarificación de la prima

Así como en el apartado 3.1. se calculan los valores necesarios para despejar la prima, a continuación, se presenta cómo se obtiene la misma. Pero, para ello, primero es necesario conocer qué es la prima del seguro, así como los diferentes tipos que hay.

En términos generales, la **prima** del seguro se puede definir como el precio del servicio que presta una entidad de seguros y reaseguros al asegurado, tomador y/o beneficiario. En este sentido, debe poder cubrir tanto las obligaciones propias de los siniestros (prestaciones del seguro), como aquellos gastos de gestión interna y externa.

La prima se descompone en 3 tipos principales, de más básica a más completa al ir añadiendo diversos gastos:

- 1) **Prima pura.** Se centra en hacer frente a los costes de los siniestros.
- 2) **Prima de inventario.** La suma de la prima pura más gastos de gestión interna.
- 3) **Prima comercial o de tarifa.** Prima de inventario más gastos de gestión externa.

Además de esta clasificación, se puede diferenciar entre prima única (un solo pago) o prima periódica (varios pagos), temporal o vitalicia. De entre todas las posibilidades, este apartado se centra en una prima periódica, anual, prepagable y temporal con duración 15 años o fallecimiento, ya que es la correspondiente al caso práctico que nos ocupa.

En primer lugar, y como se ha explicado previamente, el principio de equivalencia actuarial iguala el valor actual actuarial de las obligaciones del tomador y del asegurador en el momento inicial, quedando, por tanto, la siguiente igualdad:

$$P_{40:15} \ddot{a}_{40:15} = 100.000A_{40^1:15} + 100.000A_{40:15^1} + 100\ddot{a}_{40:15} + 0,2P_{40:15} + 0,02P_{40:15}\ddot{a}_{40:15}$$

Posteriormente, se han calculado los valores de:

- $\ddot{a}_{40:15} = 12,90179248$.
- $A_{40^1:15} = 0,04009627$.
- $A_{40:15^1} = 0,706927407$.

Al sustituir estos valores y despejar $P_{40:15}$, finalmente el valor de la prima comercial (se llamará $P''_{40:15}$ en adelante) anual a fecha de efecto es igual a **6.106,88 €**.

La prima comercial se puede expresar, por tanto, de la siguiente manera:

$$P''_{40:15}$$

$$= \frac{100.000A_{40:15}}{\ddot{a}_{40:15}} + \frac{100.000A_{40:15^1}}{\ddot{a}_{40:15}} + \frac{100\ddot{a}_{40:15}}{\ddot{a}_{40:15}} + \frac{0,2P''_{40:15}}{\ddot{a}_{40:15}} + \frac{0,02P''_{40:15}\ddot{a}_{40:15}}{\ddot{a}_{40:15}}$$

Donde:

- La primera parte se corresponde con la prima pura.

$$P_{40:15} = \frac{100.000A_{40:15}}{\ddot{a}_{40:15}} + \frac{100.000A_{40:15^1}}{\ddot{a}_{40:15}} = \mathbf{5.790,08 \text{ €}}$$

- La prima pura más el RGGI (recargo para gastos de gestión interna) da lugar a la prima de inventario.

$$P'_{40:15} = \frac{100.000A_{40:15}}{\ddot{a}_{40:15}} + \frac{100.000A_{40:15^1}}{\ddot{a}_{40:15}} + \frac{100\ddot{a}_{40:15}}{\ddot{a}_{40:15}} = \mathbf{5.890,08 \text{ €}}$$

- Y finalmente, la prima comercial se compone de las 2 anteriores y los RGGE (recargos para gastos de gestión externa), es decir, el valor total de la prima.

$$= \frac{100.000A_{40:15}}{\ddot{a}_{40:15}} + \frac{100.000A_{40:15^1}}{\ddot{a}_{40:15}} + \frac{100\ddot{a}_{40:15}}{\ddot{a}_{40:15}} + \frac{0,2P''_{40:15}}{\ddot{a}_{40:15}} + \frac{0,02P''_{40:15}\ddot{a}_{40:15}}{\ddot{a}_{40:15}}$$

$$P''_{40:15} = \mathbf{6.106,88 \text{ €}}$$

Es importante destacar que los importes de las primas obtenidas se dan en términos anuales.

Por último, el uso de primas niveladas implica la formación de las denominadas reservas matemáticas, de enorme relevancia en el negocio asegurador. Estas reservas o provisiones técnicas se analizan en los siguientes apartados según balance contable y balance económico.

4. PROVISIONES TÉCNICAS: BALANCE CONTABLE

4.1. Normativa aplicable a las provisiones técnicas de seguros de vida a efectos contables

En términos generales, las provisiones técnicas pueden ser de dos tipos según la normativa usada para realizar su cálculo: a balance contable y a balance económico. Mientras que las primeras están relacionadas con la contabilidad local (se desarrollará detalladamente en este apartado), las segundas entran dentro del marco de la normativa europea denominada generalmente “Solvencia II”, objeto de estudio en el apartado 5 de este proyecto.

Por tanto, para poder entender cómo se calcula la provisión técnica a efectos contables, tan necesaria para el caso práctico en desarrollo, primero es esencial analizar la normativa a aplicar y sus aspectos y/o artículos más importantes.

A pesar de que la normativa es relevante en su totalidad, aquí solo se analizan aquellos puntos considerados especialmente relevantes, ya que se necesitaría mayor tiempo y amplitud del proyecto para estudiar cada ley y apartado de manera detallada.

En primer lugar, y con la idea de establecer un esquema general, los principales aspectos en relación con provisiones técnicas contables se recogen en:

- **Disposición adicional decimoctava.** Régimen de cálculo de las provisiones técnicas a efectos contables. De la *Ley 20/2015, de 14 julio, de ordenación, supervisión y solvencia de las entidades aseguradoras y reaseguradoras* (en adelante **LOSSEAR**). (Ley 20/2015, de 14 de julio)
- **Disposición adicional quinta.** Régimen de cálculo de las provisiones técnicas a efectos contables. Del *Real Decreto 1060/2015, de 20 de noviembre, de ordenación, supervisión y solvencia de las entidades aseguradoras y reaseguradoras* (en adelante **ROSSEAR**). (Real Decreto 1060/2015, de 20 de noviembre)
- **Disposición adicional sexta.** Dotación de las provisiones técnicas. Cuantía mínima. Del *Real Decreto 1060/2015, de 20 de noviembre, de ordenación, supervisión y solvencia de las entidades aseguradoras y reaseguradoras* (**ROSSEAR**). (Real Decreto 1060/2015, de 20 de noviembre)
- **Artículo 29 – ss. y Disposiciones transitorias 1 y 2.** Del *Real Decreto 2486/1998, de 20 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de*

Ordenación y Supervisión de los Seguros Privados (en adelante **ROSSP**). (Real Decreto 2486/1998, de 20 de noviembre)

Tanto LOSSEAR como ROSSEAR son adaptaciones de la legislación española de la normativa europea Solvencia II. ROSSEAR se trata de una ampliación de lo desarrollado en LOSSEAR.

El esquema anterior se resume y relaciona de la siguiente manera: la Disposición adicional quinta del ROSSEAR desarrolla la Disposición adicional decimoctava de la LOSSEAR, que mantiene vigentes determinados artículos del ROSSP, los cuales definen el cálculo de las provisiones técnicas a efectos contables mientras no se modifique el plan de contabilidad de las entidades aseguradoras de 2008.

En definitiva, las provisiones técnicas a balance contable provienen de determinados artículos del ROSSP, aunque a continuación solo analizaremos aquellos relacionados con los seguros de vida.

El *artículo 29* del ROSSP establece que las **provisiones técnicas** “deberán reflejar en el balance de las entidades aseguradoras el importe de las obligaciones asumidas que se deriven de los contratos de seguro y reaseguros” (art. 29 Real Decreto 2486/1998, de 20 de noviembre). Es en este artículo donde se enumeran las diferentes provisiones técnicas a calcular, como la provisión de primas no consumidas, provisión de riesgos en curso, provisión de prestaciones, entre otras. Debido al caso práctico desarrollado en este proyecto, solo se analizará la **provisión de seguros de vida**, correspondiente al *artículo 32*.

El ROSSP expone en su *artículo 32* la **provisión de seguros de vida**, la cual “deberá representar el valor de las obligaciones del asegurador neto de las obligaciones del tomador por razón de seguros sobre la vida a la fecha de cierre del ejercicio” (art. 32 Real Decreto 2486/1998, de 20 de noviembre). Además, cuando el periodo de cobertura sea superior a un año, entonces esta provisión comprenderá la provisión matemática.

La **provisión matemática** se calculará como la diferencia entre el valor actual actuarial de las obligaciones futuras del asegurador y el valor actual actuarial de las obligaciones futuras del tomador. No puede ser en ningún caso negativa. Además, como aspecto relevante, sobre todo para luego relacionar con Solvencia II, la base de cálculo de la provisión matemática será la prima de inventario.

Por otro lado, y antes de explicar los artículos restantes es importante mencionar la relevancia de dos conceptos clave dentro del cálculo de la provisión, que, además, también fueron considerados en la tarificación inicial de la prima. Estos dos aspectos son:

tipo de interés y tablas de mortalidad. Ambos se desarrollan, en relación con la provisión de seguros de vida, en los *artículos 33 y 34* del ROSSP, respectivamente.

Por tanto, el *artículo 33*, en su apartado 1 limita el tipo de interés aplicado para el cálculo de la provisión, es decir, no podrá ser superior a (son idénticos para seguros expresados en euros o cualquier otra moneda):

- “El 60 por 100 de los tipos de interés medios del último trimestre del ejercicio anterior al ejercicio en el que resulte de aplicación de los empréstitos materializados en bonos y obligaciones del Estado” (art 33. Real Decreto 2486/1998, de 20 de noviembre). Son publicados cada año por la Dirección General de Seguros y Fondos de Pensiones.
- El tipo de interés publicado por la DGS para el cálculo de la provisión de seguros de vida referente al ejercicio que corresponda a la fecha de efecto de la póliza, con ciertas limitaciones. (art. 33 Real Decreto 2486 / 1998, de 20 de noviembre)

Además de estas limitaciones, en este mismo artículo se establece que siempre que se especifique en la base técnica, las entidades con inversiones asignadas adecuadamente a operaciones de seguro podrán aplicar el tipo de interés determinado en función de la TIR (tasa interna de rentabilidad) de dichas inversiones, siempre y cuando se cumplan los requisitos del Ministerio de Economía y Hacienda.

Por último, en relación con este *artículo 33*, es importante recordar que la disposición adicional quinta del ROSSEAR modifica ciertos aspectos de los artículos del ROSSP, siendo este uno de ellos. Concretamente, añade la posibilidad de adaptación a la estructura pertinente de tipo de interés sin riesgo. Esta estructura será explicada con mayor detalle en la parte correspondiente a Solvencia II de este proyecto.

El último artículo del ROSSP especialmente relevante para el cálculo de la provisión de los seguros de vida sería el *artículo 34*, dedicado a las tablas de mortalidad, supervivencia, invalidez y morbilidad. Básicamente explica que se deben cumplir una serie de requisitos en su elaboración. Sin embargo, este artículo ha sufrido una modificación a través del Real Decreto 288/2021, de 20 de abril, en lo relativo a tablas de mortalidad y establece la posibilidad régimen transitorio (Real Decreto 288/2021, de 20 de abril). Posteriormente, en el cálculo de la provisión del seguro mixto simple, se verá qué tablas se usan en este caso y por qué.

En definitiva, la normativa en relación con las provisiones técnicas de seguros de vida en balance contable es tan extensa como importante. Sin embargo, solo se ha

resumido una mínima parte con el objetivo de tener los conocimientos básicos necesarios para comprender el caso práctico explicado a continuación.

4.2. Provisión técnica del seguro de vida aplicada al caso práctico

Conocida la normativa a aplicar en el cálculo de la provisión de seguros de vida, el siguiente paso consiste la obtención de dicha provisión en términos matemáticos en relación con el seguro mixto simple del caso práctico.

Este apartado trata de explicar la forma de obtener la reserva matemática (se hablará indistintamente de reserva/provisión matemática y provisión de seguros de vida, ya que en este caso es lo mismo), así como de mostrar los resultados alcanzados y sus respectivas interpretaciones.

En relación con el *artículo 32* del ROSSP visto anteriormente, la reserva matemática a balance contable se debe calcular a **prima de inventario**. Aun así, al final de este apartado se calculará también a prima comercial ya que facilitará la relación posterior con la normativa de Solvencia II.

4.2.1. Reserva matemática a prima de inventario

La reserva matemática es la diferencia entre el valor actual actuarial de las obligaciones futuras del asegurador y las del tomador, como así dice el *artículo 32* del ROSSP. Además, en dicho artículo se especifica que la base de cálculo es la **prima de inventario** devengada en el ejercicio, es decir, prima pura más gastos internos de gestión.

En el momento de tarificación inicial de la prima ya se explicó cómo se descompone: pura, de inventario y comercial. Esta es la base para comprender la diferencia entre la reserva matemática a prima de inventario y a prima comercial.

Para entender el concepto de reserva matemática se parte de la idea de que en el momento inicial (fecha de efecto de la póliza), existe la denominada equivalencia actuarial, es decir, las obligaciones del asegurador coinciden con las del tomador. Sin embargo, con el paso del tiempo esta igualdad desaparece dando lugar a una diferencia. Esa diferencia es lo que se conoce como reserva matemática.

Por tanto, lo primero que hay que tener claro para calcular la reserva es cuánto tiempo ha pasado desde el momento inicial a la actualidad. En el caso práctico que se analiza en este trabajo se calcula la reserva a **31/12/2022**. Es decir, han pasado 7 años ($h = 7$), y por tanto quedan 8 restantes hasta el final del periodo de cobertura ($n - h = 15 - 7 = 8$).

Otro de los aspectos para tener en cuenta es que, con el paso de estos 7 años, la persona asegurada tiene en estos momentos 47 años, es decir, $x + h = 40 + 7 = 47$.

Por el contrario, las primas, el capital, así como los gastos de gestión interna y externa no varían con el paso del tiempo, es decir, son datos que permanecen constantes.

A modo de recordatorio:

- Capital $\rightarrow C = 100.000 \text{ €}$.
- Gastos de gestión interna $\rightarrow \alpha = 100 \text{ €}$.
- Gastos de gestión externa. En este caso, solo quedarían los de comisión periódica, ya que los de comisión descontada se pagaron sobre la primera prima, 7 años atrás.
 $\rightarrow \gamma = 0,02 \times P''_{40:15} = 0,02 \times 6.106,88 = 122,14 \text{ €}$.
- Prima pura $\rightarrow P_{40:15} = 5.790,08 \text{ €}$.
- Prima de inventario $\rightarrow P'_{40:15} = 5.890,08 \text{ €}$.
- Prima comercial $\rightarrow P''_{40:15} = 6.106,88 \text{ €}$.

La forma de expresar la **reserva matemática a prima de inventario**, es decir, sin tener en cuentas gastos de gestión externa será tal que:

$${}_7V'_{40} = 100.000A_{47^1:8} + 100.000A_{47:8^1} + 100\ddot{a}_{47:8} - P'_{40:15}\ddot{a}_{47:8}$$

En esa expresión se observa claramente cómo la reserva matemática es la diferencia entre:

- **Valor actual actuarial de las obligaciones futuras del asegurador.**

$$100.000A_{47^1:8} + 100.000A_{47:8^1} + 100\ddot{a}_{47:8}$$

- **Valor actual actuarial de las obligaciones futuras del tomador.**

$$P'_{40:15}\ddot{a}_{47:8}$$

El siguiente paso para obtener el valor de la reserva matemática es calcular los valores de $A_{47^1:8}$, $A_{47:8^1}$ y $\ddot{a}_{47:8}$, es decir, los valores del seguro temporal, el capital diferido y la renta temporal, respectivamente. Sin embargo, la principal diferencia con respecto a estos mismos datos, pero en tarificación inicial, es que son 7 años después de suscrita la póliza, lo que da lugar a usar un tipo de interés, unas tablas y un periodo de tiempo completamente diferentes.

El **tipo de interés** aplicado en este caso se corresponde con el determinado en el artículo 33 1) a) 1º del ROSSP, es decir, el tipo publicado por la DGS a principio del año

correspondiente. Por tanto, según la resolución de 21 de enero de 2022, de la Dirección General de Seguros y Fondos de Pensiones, el tipo de interés máximo a utilizar en el cálculo contable de la provisión de seguros de vida, de aplicación al ejercicio 2022, es de **0,46%**. (RDGS, de 21 de enero de 2022). A pesar de haber usado esta forma de determinar el tipo de interés, se podrían haber aplicado las otras posibilidades del artículo 33. Una de las opciones sería el *artículo 33 1) a) 2º* del ROSSP con el uso del tipo de interés publicado por la DGS que corresponda a la fecha de efecto de la póliza, con ciertas limitaciones. Por otro lado, en el caso de que la entidad tuviera una cartera casada se aplicaría el *artículo 33.2* del ROSSP en relación con la TIR.

Consecuentemente, en este caso práctico, el valor del factor de actualización actuarial ($v = (1 + i)^{-n}$) para 1 año (se eleva a la n correspondiente en cada periodo) es $v = (1 + 0,0046)^{-1} = \mathbf{0,9954}$.

Por otro lado, es importante saber cuáles serán las **tablas** usadas en el cálculo de la reserva. Al igual que en la tarificación inicial, como el seguro mixto simple, caracterizado como vida-riesgo, principalmente está basado en el fallecimiento de la persona, se aplican tablas de mortalidad. En este caso, al ser la reserva calculada en 2022, se aplican las *Tablas de primer orden PASEM2020_NoRel_1er.orden para el resto de seguros vida-riesgo, sin incluir los seguros de decesos* (Anexo 2.3. RDGS, de 17 de diciembre de 2020). Las bases técnicas para tarificar la provisión técnica seguros de vida a balance contable son las de **primer orden**, es decir, aquellas que implican recargos en los tantos centrales.

- **Renta temporal.**

La renta temporal ($\ddot{a}_{47:8}$) se debe calcular en este caso para un periodo de 8 años, ya que $n - h = 15 - 7 = 8$, siendo el tiempo restante de pago de primas del tomador. Esta prima, sigue siendo de carácter periódico, temporal, anual y prepagable. Además, como se indica previamente, el valor de la prima calculado al inicio no varía en ningún momento.

La fórmula de la renta temporal continúa siendo la misma, pero con ciertas modificaciones como:

- El sumatorio tiene como mínimo $k = 0$, pero como máximo en este caso $k = 7$, es decir, $n - h - 1$.

- ${}_k p_x$ es la probabilidad de que una persona de edad x sobreviva hasta $x + k$. Por tanto, como la persona ahora tiene 47 años ($x + h = 47$) será la probabilidad de que una persona de 47 años llegue con vida a $47 + k$.
- v^k será diferente al de tarificación inicial ya que el valor del tipo de interés cambia.

Quedando, por tanto, de la siguiente manera:

$$\ddot{a}_{47:\overline{8}|} = \sum_{k=0}^7 {}_k E_{47} = \sum_{k=0}^7 v^k {}_k p_{47}$$

La tabla 4.1. resume el cálculo de la renta.

Tabla 4.1. Renta temporal para la provisión matemática.

k	v^k	${}_k p_{47}$	Sumatorio de la renta
0	1,0000	1	1
1	0,9954	0,998519	0,993946745
2	0,9909	0,996793759	0,987686147
3	0,9863	0,994794888	0,981192056
4	0,9818	0,992496315	0,974442479
5	0,9773	0,989956517	0,967498388
6	0,9728	0,987161672	0,960349339
7	0,9684	0,984098707	0,952985833
			7,818100987

Fuente: Elaboración propia.

Por tanto, al realizar el sumatorio de cada uno de los k años (de 0 a 7), el valor de la renta temporal 7 años después de suscrita la póliza es igual a **7,818100987**.

- **Seguro temporal.**

Del mismo modo que la renta temporal, el seguro temporal ($A_{47:\overline{8}|}$) también se basa en la fórmula propia de dicho seguro, pero teniendo en cuenta que es calculado 7 años después.

Es decir, las modificaciones vienen a ser prácticamente las mismas que en el caso anterior:

- El sumatorio tiene como máximo $n - 1$ en términos generales. En este caso $n - h - 1 = 15 - 7 - 1 = 7$ años.
- ${}_k q_x$ es la probabilidad de que una persona de edad x fallezca entre $x + k$ y $x + k + 1$, lo que indica que, en este caso, será la probabilidad de que el asegurado de edad 47 fallezca entre los $47 + k$ y $47 + k + 1$.

La expresión será tal que:

$$A_{47:\overline{8}|} = \sum_{k=0}^7 v^{k+1} {}_k q_{47}$$

Estos cálculos relacionados con el seguro temporal se recogen en la tabla 4.2. mostrada a continuación.

Tabla 4.2. Seguro temporal para la provisión matemática.

k	v^{k+1}	k/q_{47}	Sumatorio del seguro
0	0,9954	0,0014811	0,001474318
1	0,9909	0,001725	0,001709379
2	0,9863	0,001999	0,001971538
3	0,9818	0,002299	0,002256761
4	0,9773	0,002540	0,00248218
5	0,9728	0,002795	0,002718934
6	0,9684	0,003063	0,002966128
7	0,9640	0,003345	0,003224177
			0,018803415

Fuente: Elaboración propia.

Por tanto, el seguro temporal tras realizar el sumatorio toma el valor **0,018803415**.

- **Capital diferido.**

El capital diferido ($A_{47:8^1}$) coincide con el factor de actualización actuarial, pero en este caso en lugar de $x = 40$, será $x + h = 47$, y, por otro lado, el valor de v también se modifica al variar el tipo de interés usado.

El valor del capital diferido para $x = 47$ y $n = 8$ (años restantes para la finalización del periodo de cobertura) finalmente queda:

$$A_{47:8^1} = {}_8E_{47} = v^8 {}_8p_{47} = \mathbf{0,945397994}$$

Con estos valores obtenidos, junto con la prima de inventario calculada al inicio, ya solo se debe llevar a cabo la sustitución en la fórmula planteada de reserva matemática.

$$\begin{aligned}
 & {}_7V'_{40} \\
 &= 100.000A_{47^1:8} + 100.000A_{47:8^1} + 100\ddot{a}_{47:8} - P'_{40:15}\ddot{a}_{47:8} \\
 &= 100.000A_{47^1:8} + 100.000A_{47:8^1} + 100\ddot{a}_{47:8} \\
 &\quad - \left(\frac{100.000A_{40^1:15}}{\ddot{a}_{40:15}} + \frac{100.000A_{40:15^1}}{\ddot{a}_{40:15}} + \frac{100\ddot{a}_{40:15}}{\ddot{a}_{40:15}} \right) \ddot{a}_{47:8} \\
 &= (100.000A_{47^1:8} + 100.000A_{47:8^1} - P_{40:15}\ddot{a}_{47:8}) + (100\ddot{a}_{47:8} - 100\ddot{a}_{47:8}) \\
 &= \mathbf{51.152,74 \text{ €}}
 \end{aligned}$$

Analizando la expresión anterior, se podría dividir la reserva a prima de inventario en:

- **Reserva a prima pura (${}_7V_{40}$).**

$${}_7V_{40} = (100.000A_{47:8} + 100.000A_{47:8^1} - P_{40:15}\ddot{a}_{47:8}) = 51.152,74 \text{ €}$$

En este caso la reserva a prima pura no tiene en cuenta ningún tipo de gastos, ni internos ni externos.

- **Reserva para hacer frente a gastos de gestión interna.**

$$100\ddot{a}_{47:8} - 100\ddot{a}_{47:8} = 0$$

Claramente en este ejemplo este valor es igual es cero. De modo que, como en este caso, cuando los gastos de gestión interna tienen la misma temporalidad que las primas pagadas por el tomador, entonces la reserva a prima pura será igual a la reserva a prima de inventario.

En definitiva, la reserva a prima de inventario, es decir, la provisión matemática del seguro de vida para poder hacer frente a las obligaciones futuras sin tener en cuenta gastos externos de gestión, será igual a **51.152,74 €**.

4.2.2. Reserva matemática a prima comercial

A pesar de que los cálculos anteriores de la provisión matemática a prima de inventario son los correctos y adecuados en referencia a la normativa, a continuación, se calcula adicionalmente la provisión de seguros de vida a prima comercial o de tarifa.

Prácticamente todos los cálculos anteriores son de utilidad en este caso ya que no varía la mayoría de ellos. Es decir, el valor del tipo de interés, las tablas, la renta temporal, el seguro temporal y el capital diferido son exactamente los mismos. Además, en esta ocasión es importante añadir qué valor tenía la prima comercial previamente tarifada, siendo la misma de **6.106,88 €**.

Es por tanto lógico pensar que la principal diferencia con respecto a la reserva matemática a prima de inventario es la adición de los gastos de gestión externa, tanto desde el punto de vista de la prima como de la reserva en su conjunto.

Quedaría pues, la **reserva matemática a prima comercial** de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} & {}_7V''_{40} \\ &= 100.000A_{47:8} + 100.000A_{47:8^1} + 100\ddot{a}_{47:8} + 0,02P''_{40:15}\ddot{a}_{47:8} - P''_{40:15}\ddot{a}_{47:8} \\ &= 100.000A_{47:8} + 100.000A_{47:8^1} + 100\ddot{a}_{47:8} + 0,02P''_{40:15}\ddot{a}_{47:8} \\ &- \left(\frac{100.000A_{40:15}}{\ddot{a}_{40:15}} + \frac{100.000A_{40:15^1}}{\ddot{a}_{40:15}} + \frac{100\ddot{a}_{40:15}}{\ddot{a}_{40:15}} + \frac{0,2P''_{40:15}}{\ddot{a}_{40:15}} + \frac{0,02P''_{40:15}\ddot{a}_{40:15}}{\ddot{a}_{40:15}} \right) \ddot{a}_{47:8} \\ &= (100.000A_{47:8} + 100.000A_{47:8^1} - P_{40:15}\ddot{a}_{47:8}) + (100\ddot{a}_{47:8} - 100\ddot{a}_{47:8}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& + (0,02P''_{40:15}\ddot{a}_{47:8} - 0,02P''_{40:15}\ddot{a}_{47:8}) - \left(\frac{0,2P''_{40:15}}{\ddot{a}_{40:15}} \ddot{a}_{47:8} \right) \\
& = \mathbf{50.412,62 \text{ €}}
\end{aligned}$$

La reserva a prima comercial se desglosa en:

- **Reserva a prima pura (${}_7V_{40}$).**

$${}_7V_{40} = (100.000A_{47:8} + 100.000A_{47:8} - P_{40:15}\ddot{a}_{47:8}) = \mathbf{51.152,74 \text{ €}}$$

- **Reserva para hacer frente a gastos de gestión interna.**

$$100\ddot{a}_{47:8} - 100\ddot{a}_{47:8} = \mathbf{0}$$

Como se indica anteriormente, la reserva a prima pura es igual que la reserva a prima de inventario (${}_7V_{40} = {}_7V'_{40}$). En caso de que existiera reserva para gastos internos, la reserva a prima de inventario sería la suma de ese valor y reserva a prima pura.

- **Reserva para hacer frente a gastos de gestión externa.**

$$(0,02P''_{40:15}\ddot{a}_{47:8} - 0,02P''_{40:15}\ddot{a}_{47:8}) - \left(\frac{0,2P''_{40:15}}{\ddot{a}_{40:15}} \ddot{a}_{47:8} \right) = \mathbf{-740,12\text{€}}$$

En tal caso, la primera parte (correspondiente a las comisiones periódicas) sería igual a cero, tal y como sucede con la reserva para gastos de gestión interna. Esto sucede cuando coincide la temporalidad con el pago de primas. Sin embargo, la segunda parte de esta reserva (comisiones descontadas que afectan únicamente a la primera prima comercial), posee signo negativo y se interpreta como aquella cuantía de las comisiones descontadas pendientes de amortizar.

La provisión matemática del seguro de vida para hacer frente a las obligaciones futuras teniendo en cuenta todos los gastos (reserva a prima comercial), tomaría el valor de **50.412,62 €**.

La conclusión básica tras estos cálculos es que el resultado obtenido en la reserva a prima de inventario es mayor que a prima comercial, es decir:

$${}_7V'_{40} = \mathbf{51.152,74 \text{ €}} > {}_7V''_{40} = \mathbf{50.412,62 \text{ €}}$$

La causa principal de dicha diferencia radica en que en la reserva que incluye gastos de gestión externa posee una última parte con signo negativo, las comisiones descontadas pendientes de amortizar, que se restan a la reserva matemática a prima de inventario. Esto provoca que el valor de esta última siempre sea mayor.

La ley de contabilidad local exige la aplicación de la reserva a prima de inventario ya que se basa principalmente en el principio de prudencia, permitiendo así un mayor margen de la provisión de acuerdo con la estricta supervisión por parte del regulador.

Todos los aspectos relacionados con las provisiones a balance económico o Solvencia II necesarios para comparar con respecto a los obtenidos en balance contable se exponen en la quinta y última parte de este trabajo.

5. PROVISIONES TÉCNICAS Y CAPITAL DE SOLVENCIA OBLIGATORIO: SOLVENCIA II

5.1. Normativa aplicable a las provisiones técnicas de seguros de vida en Solvencia II

Mientras que en el apartado anterior la provisión técnica es explicada y calculada en términos de contabilidad local (o a efectos contables), existe otro tipo de provisión técnica, esta vez en relación con la normativa europea “Solvencia II”.

Solvencia II es una normativa desarrollada tanto en la *Directiva 2009/138/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de noviembre de 2009, sobre el seguro de vida, el acceso a la actividad de seguro y de reaseguro y su ejercicio (Solvencia II)* (Dir. 2009/138/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de noviembre de 2009), como en el *Reglamento Delegado (UE) 2015/35 de la Comisión de 10 de octubre de 2014* (R(UE) n° 2015/35 de la Comisión, de 10 de octubre de 2014) por el que se completa lo anterior.

Sin embargo, tal Directiva de 2009 sufrió una modificación a través de la *Directiva 2014/51/UE* (Dir. 2014/51/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de abril de 2014).

En cuanto a su adaptación a la legislación española cabe mencionar la publicación de la ya mencionada *Ley 20/2015, de 14 de julio, de ordenación, supervisión y solvencia de las entidades aseguradoras y reaseguradoras (LOSSEAR)* así como del *Real Decreto 1060/2015, de 20 de noviembre, de ordenación, supervisión y solvencia de las entidades aseguradoras y reaseguradoras (ROSSEAR)*, a modo de Reglamento. Mientras que LOSSEAR se centra en una transposición parcial de la Directiva europea para completar el proceso de adaptación a la regulación de Solvencia II, ROSSEAR desarrolla en profundidad la anterior.

De manera general, Solvencia II busca la armonización europea sustentándose en tres pilares básicos:

- **PILAR I.** *Requisitos armonizados de valoración y requisitos armonizados de capital basados en los riesgos.*
- **PILAR II.** *Requisitos armonizados de gobernanza y gestión de riesgos.*
- **PILAR III.** *Requisitos armonizados de información con fines de supervisión y publicación de datos.*

De manera resumida, el pilar I es principalmente cuantitativo, el II cualitativo y el III de publicación y supervisión de la información.

Solvencia II introduce por primera vez requisitos de capital basados en el riesgo de carácter económico, es decir, aparece por primera vez el concepto de **balance económico**. Esta es la principal diferencia con respecto a contabilidad local, donde se centra en balance contable, como se analizó en el apartado 4. Consecuentemente, esto provoca que Solvencia II sea más realista (riesgos más reales a los que se enfrenta el asegurador), a diferencia de balance contable donde la prudencia era el eje principal.

Uno de los aspectos fundamentales dentro del Pilar I es la valoración, donde se establecen unas normas armonizadas para una valoración de activos y pasivos, incluidas las provisiones técnicas, coherente con el mercado. En el **Capítulo VI del Título I** de la Directiva 2009/138/CE, concretamente en la **Sección 2** (abarca los *artículos del 76 al 86*) quedan recogidas las normas relativas a provisiones técnicas. A partir de esa información se explican a continuación de manera resumida aquellos conceptos más relevantes.

El primero de los artículos, el *artículo 76*, establece las disposiciones generales, es decir, ordena a las entidades de seguros y reaseguros a constituir provisiones técnicas para hacer frente debidamente a sus obligaciones. El valor de las provisiones técnicas será, por tanto, el importe que tendría que pagar una aseguradora a otra si le transfiriera sus obligaciones de seguro inmediatamente. (art. 76 Dir. 2009/138/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de noviembre de 2009)

El cálculo de las provisiones técnicas queda explicado a lo largo del *artículo 77*, especialmente relevante. En él se conoce cuál es la expresión utilizada en Solvencia II cuando se refiere a provisión técnica, siendo en este caso la suma de la mejor estimación (ME) o best estimate (BE) y el margen de riesgo (MR) o risk margin (RM), tal que:

$$\textit{Provisión técnica} = \textit{ME} + \textit{MR}$$

Como consecuencia de esta fórmula, se necesita saber qué se entiende por mejor estimación y por margen de riesgo, ambos calculados de manera separada.

Según este artículo “la **mejor estimación** se corresponderá con la media de los flujos de caja futuros ponderada por su probabilidad, teniendo en cuenta el valor temporal del dinero (valor actual esperado de los flujos de caja futuros) mediante la aplicación de la pertinente estructura temporal de tipos de interés sin riesgo” (art. 77 Dir. 2009/138/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de noviembre de 2009). En este caso es importante remarcar que se tienen en cuenta todas las entradas y salidas posibles de caja. Además, la mejor estimación se calcula en términos brutos.

En el mismo orden de cosas, “el **margen de riesgo** será tal que se garantice que el valor de las provisiones técnicas sea equivalente al importe que las empresas de seguros y de reaseguros previsiblemente necesitarían para poder asumir y cumplir las obligaciones de seguro y reaseguro” (art. 77 Dir. 2009/138/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de noviembre de 2009). En otras palabras, sería como una aportación extra que una entidad de seguros le tendría que dar a otra a la que le quiera transferir sus obligaciones, ya que no se conformaría solo con la esperanza matemática o mejor estimación.

Como apunte adicional, el *artículo 77* ha sido modificado por la Directiva de 2014, a través del bis, ter, quarter, quinquies, sexies y septies donde se introduce la posibilidad de realizar ajustes a la estructura temporal de tipos de interés sin riesgo ya sea con el ajuste por casamiento o por volatilidad. Esta estructura de tipos se obtiene de la propia EIOPA (European Insurance and Occupational Pensions Authority), quien aporta los tipos spot de cada año de manera mensual, con o sin ajuste por volatilidad. La curva de tipos con ajuste por volatilidad siempre será mayor que aquella que no aplica este ajuste. Asimismo, cuanto mayor sean los tipos de la curva, menor será la provisión técnica.

Por su parte, el Reglamento Delegado 2015/35 dedica el **Capítulo III del Título I** a todas las normas relativas a las provisiones técnicas, abarcando desde el *artículo 17 al 61*.

En síntesis, toda la normativa relacionada con Solvencia II ha supuesto un gran cambio en el sector asegurador desde sus inicios en 2009, e incluso anteriormente con su predecesora (Solvencia I). En relación con las provisiones técnicas supone una forma totalmente diferente de cálculo con respecto a la contabilidad local, ya que se enfoca en una versión más realista y por tanto menos prudente. Para poder comprender mejor cómo se calcula la provisión técnica a balance económico y sus similitudes y/o diferencias principales frente a balance contable, en el apartado 5.3. se aplica al caso práctico analizado en este trabajo. Sin embargo, hay otro aspecto relevante que por su extensión se analiza en un apartado teórico independiente, por ello el 5.2. se centra en el capital de solvencia obligatorio exclusivamente.

5.2. Capital de solvencia obligatorio (CSO) en Solvencia II

En la normativa de Solvencia II aparecen dos nuevos conceptos sumamente importantes: el **capital de solvencia obligatorio** (CSO) o Solvency Capital Requirement

(SCR) y el capital mínimo obligatorio (CMO) o Minimum Capital Requirement (MCR). Ambos están estrechamente relacionados, con la diferencia principal de que el primero de ellos es notablemente más estricto en las exigencias de solvencia, y por tanto solo se va a llevar a cabo la explicación de este.

A grandes rasgos el CSO se trata de la cuantía mínima de capital que las aseguradoras deben mantener para garantizar su solvencia (y así hacer frente a sus obligaciones) según las normas reguladoras.

Todos los aspectos relacionados con el CSO se establecen tanto en la Directiva 2009/138/CE en su **Título I, Capítulo VI, Sección 4**, como en el Reglamento Delegado 2015/35 en los artículos integrados en el **Capítulo V del Título I**. De ahora en adelante, se expone de manera resumida los conceptos principales del CSO.

En primer lugar, y en relación con Solvencia II es necesario tener claro que:

$$\text{Fondos Propios Básicos (FPB)} = \text{Activo} - \text{Obligaciones}$$

Donde las obligaciones están formadas mayormente por provisiones técnicas (en este caso ME más MR).

Por tanto, si los FPB de la entidad son mayores al CSO, se puede asegurar con una probabilidad del 99,5% que, en el horizonte temporal de un año, las obligaciones no van a ser superiores a los activos. Es decir, la empresa se va a encontrar en buena situación de solvencia.

Según el *artículo 101* de la Directiva 2009/138/CE, el CSO será igual al “valor en riesgo de los fondos propios básicos de una empresa de seguros o de reaseguros, con un nivel de confianza del 99,5 %, a un horizonte de un año” (art 101 Dir. 2009/138/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de noviembre de 2009).

La normativa establece distintos procedimientos para el cálculo del CSO, aunque en la mayoría de los casos se opta por el primero de ellos. Estos son:

- 1) **Fórmula Estándar**. Permite simplificaciones bajo ciertos requisitos.
- 2) **Fórmula Estándar con parámetros específicos** de la empresa en aquellos módulos de riesgos que la normativa permite.
- 3) **Modelo Interno Parcial**.
- 4) **Modelo Interno Completo**.

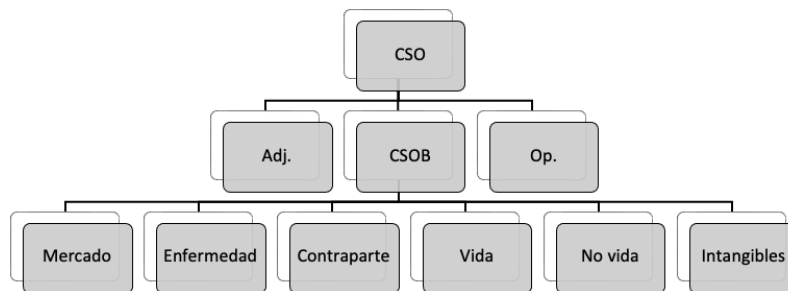
La estructura de la fórmula estándar en relación con el CSO se contempla en el *artículo 103* de la Directiva, donde se establece que será la suma de tres elementos:

- 1) Capital de solvencia obligatorio **básico** (CSOB).
- 2) Capital de solvencia obligatorio **por riesgo operacional** (Op).

- 3) **Ajuste** destinado a tener en cuenta la capacidad de absorción de pérdidas de las provisiones técnicas y los impuestos diferidos (Adj).

La figura 5.1. mostrada a continuación estructura de manera general los conceptos a los que hace referencia dicho artículo. (art 103 Dir. 2009/138/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de noviembre de 2009)

Figura 5.1. Estructura del CSO – Fórmula Estándar.



Fuente:

Elaboración propia a partir de los artículos 103-105 de la Dir. 2009/138/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de noviembre de 2009.

El *artículo 105* de la Directiva se centra en el CSO básico, siendo este el nexo principal entre el CSO final y los diferentes módulos de riesgo, como se puede observar en la figura 5.1. (art 105 Dir. 2009/138/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de noviembre de 2009)

De forma que, dentro del CSO básico se encuentran los módulos de riesgo cubiertos por el CSO, los cuales son: mercado, enfermedad, contraparte, vida, no vida e intangibles. Cada uno de ellos a su vez están formados por submódulos de riesgo, siendo estos la base principal para conseguir el CSO final.

La fórmula expuesta a continuación del **CSO básico**, procedente del *Anexo IV* de la Directiva (Anexo IV Dir. 2009/138/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de noviembre de 2009), consiste en la forma en la que se interrelacionan los CSO de cada uno de los módulos de riesgo para obtener el valor final:

$$CSO \text{ Básico} = \sqrt{\sum_{i,j} Corr_{i,j} \times CSO_i \times CSO_j}$$

Donde:

- CSO_i representa el módulo de riesgo i .
- CSO_j representa el módulo de riesgo j .

- $Corr_{i,j}$ representa la correlación entre el módulo de riesgo i y el módulo de riesgo j de acuerdo con la matriz de correlaciones recogida en este mismo anexo.

A pesar de que los módulos de riesgo son igual de relevantes en términos generales, no todos se dan en las mismas condiciones en cada entidad de seguros, es decir, si una aseguradora no se dedica al ramo de seguros de vida, es lógico pensar que el CSO dedicado a vida no tendrá importancia alguna.

Consecuentemente, a continuación, y a través del Reglamento Delegado en su **Título I, Capítulo V, Sección 3**, se explicará el **módulo de riesgo de suscripción del seguro de vida**, ya que es el necesario para posteriormente aplicar al caso práctico desarrollado.

En primer lugar, el módulo de riesgo de suscripción del seguro de vida reflejará aquel riesgo procedente de las obligaciones de seguro de vida, atendiendo a los eventos cubiertos y a los procesos seguidos en el ejercicio de la actividad.

El CSO (en la fórmula estándar) frente al riesgo de suscripción del seguro de vida será, según el *artículo 136* del Reglamento Delegado, igual a:

$$CSO Vida = \sqrt{\sum_{i,j} Corr_{i,j} \times CSO_i \times CSO_j}$$

Aunque la fórmula es prácticamente igual a la correspondiente al CSO básico, en este caso i y j representan los diferentes **submódulos de riesgo**, sumando un total de 7 en el caso del módulo de riesgo de vida. A continuación, se analizan solo aquellos que resultarán de utilidad en el caso práctico. (art. 136 R (UE) nº 2015/35 de la Comisión, de 10 de octubre de 2014)

1) Submódulo de riesgo de mortalidad.

Cubre el riesgo de pérdida o de modificación de los compromisos contraídos en seguros, derivado de desviaciones de las tasas de mortalidad, donde un incremento en la tasa de mortalidad aumenta a su vez los compromisos u obligaciones.

El *artículo 137* del Reglamento Delegado establece que este CSO relacionado con el riesgo de mortalidad “será igual a la pérdida de FPB de las empresas de seguros y reaseguros que resultaría de un **incremento instantáneo permanente del 15%** en las tasas de mortalidad utilizadas para calcular las provisiones técnicas” (art. 137 R(UE) nº 2015/35 de la Comisión, de 10 de octubre de 2014).

2) Submódulo de riesgo de longevidad.

3) Submódulo de riesgo de discapacidad y morbilidad.

4) Submódulo de riesgo de gastos del seguro de vida.

Cubre el riesgo de pérdida o de modificación adversa de los compromisos contraídos en seguros, derivado de desviaciones de los gastos de los contratos.

El *artículo 140* del Reglamento Delegado establece que el CSO de riesgo de gastos “será igual a la pérdida de FPB de las empresas de seguros y reaseguros que resultaría de la combinación de las siguientes modificaciones **instantáneas permanentes**:

- a) **Incremento del 10 %** en el importe de los gastos.
- b) **Incremento de 1 punto porcentual** en la tasa de inflación de los gastos” (art. 140 R(UE) n° 2015/35 de la Comisión, de 10 de octubre de 2014).

5) Submódulo de riesgo de revisión.

6) Submódulo de riesgo de caída.

7) Submódulo de riesgo de catástrofe.

Cubre el riesgo de pérdida o de modificación adversa de los compromisos contraídos en seguros, derivado de la incertidumbre que suponen sucesos extremos o extraordinarios.

El *artículo 143* del Reglamento Delegado establece que el CSO de riesgo catastrófico “será igual a la pérdida de FPB de las empresas de seguros y reaseguros que resultaría de un **incremento instantáneo de 0,15 puntos porcentuales** en las tasas de mortalidad (expresadas como porcentajes) utilizadas en el cálculo de las provisiones técnicas para reflejar la experiencia en materia de mortalidad en los doce meses siguientes” (art 143. R(UE) n° 2015/35 de la Comisión, de 10 de octubre de 2014).

Cabe mencionar que en este caso el incremento no es permanente como en los casos anteriores, lo que supone que ese incremento instantáneo se aplica única y exclusivamente al primer año.

Todas estas modificaciones en cada uno de los submódulos de riesgo dan lugar a los denominados “escenarios estresados” o malos escenarios, ya que incrementan la mejor estimación (y por tanto las obligaciones), dando lugar a una disminución de los FPB de la empresa. En este módulo de riesgo de vida, el activo depende del mercado y por tanto no se ve afectado. De manera generalizada, se deduce que:

$$CSO_{\text{submódulo de riesgo}} = FPB - FPB^E = ME^E - ME$$

Una vez obtenidos cada uno de los CSO de los diferentes submódulos que afecten a la entidad, se aplica la fórmula correspondiente al CSO del módulo de riesgo de vida.

Para una mayor comprensión, la aplicación práctica se lleva a cabo en el apartado 5.3. en relación con el seguro mixto simple.

5.3. Provisión técnica del seguro de vida aplicada al caso práctico

La normativa de Solvencia II relativa tanto a provisiones técnicas como a capital de solvencia obligatorio proporciona las bases necesarias (aunque se trate solo de una mínima parte de toda la normativa) para el cálculo de la provisión técnica final del seguro de vida, en este caso, del seguro mixto simple. Sin embargo, para obtener este valor final se hace imprescindible pasar por una serie de pasos, estos son: mejor estimación, capital de solvencia obligatorio y margen de riesgo. Cada uno de ellos se tratará en un subapartado independiente.

5.3.1. Mejor estimación (ME) o best estimate (BE)

La **mejor estimación** se trata de la media de los flujos de caja futuros ponderada por su probabilidad, basándose en la estructura temporal de tipos de interés sin riesgo. Básicamente consiste en tener en cuenta todas las posibles casuísticas que se podrían dar en los años restantes de cobertura de la póliza y su probabilidad.

La obtención de la mejor estimación es el primer paso para conseguir la provisión técnica final, siendo esta la suma de esta mejor estimación y el margen de riesgo.

Al igual que en la provisión técnica a balance contable, el tiempo transcurrido desde el inicio de la póliza hasta el momento de cálculo de la provisión es de 7 años ($h = 7$), ya que se da a **31/12/2022**. Quedan pendientes 8 años ($n - h = 15 - 7 = 8$) y la edad de la persona asegurada actualmente es de 47 ($x + h = 40 + 7 = 47$). Tanto estos datos 7 años después como todo lo relacionado con el inicio de la póliza, es decir, primas (pura, de inventario y comercial), capital y gastos (internos y externos), son iguales a los de la provisión técnica en contabilidad local. A modo de recordatorio:

- Capital $\rightarrow C = 100.000 \text{ €}$.
- Gastos de gestión interna $\rightarrow \alpha = 100 \text{ €}$.
- Gastos de gestión externa. En este caso, solo quedarían los de comisión periódica, ya que los de comisión descontada se pagaron sobre la primera prima, 7 años atrás.
 $\rightarrow \gamma = 0,02 \times P''_{40:15} = 0,02 \times 6.106,88 = 122,14 \text{ €}$.
- Prima pura $\rightarrow P_{40:15} = 5.790,08 \text{ €}$.
- Prima de inventario $\rightarrow P'_{40:15} = 5.890,08 \text{ €}$.

- Prima comercial $\rightarrow P''_{40:15} = 6.106,88 \text{ €}$.

Esto se debe a que la forma de calcular la provisión en uno y otro caso es diferente en cuanto a su proyección (son distintas normativas, una más prudente y otra más realista), pero los datos en los que se basan esos cálculos son prácticamente los mismos.

La definición de mejor estimación proporciona la posibilidad de obtenerla de dos formas diferentes, pero ambas con el mismo resultado final. Estas opciones son:

1) Análisis individual de cada uno de los años restantes de cobertura.

Consiste en analizar, de acuerdo con la definición de mejor estimación, todos los posibles flujos de caja futuros a que puede dar lugar la obligación, su probabilidad, actualizando con el uso de la estructura temporal de tipos de interés sin riesgo de la EIOPA a **31/12/2022** (tipos spot) aplicados en España (Web de EIOPA. *Risk-free interest rate term structures*). En este caso, no se tendrá en cuenta ningún tipo de ajuste.

Tanto en esta opción como en la siguiente se aplican las *Tablas de segundo orden PASEM2020_General_2ndo.orden para los seguros vida-riesgo, sin incluir los seguros de decesos* (Anexo 1.2. RDGS, de 17 de diciembre de 2020). Al ser Solvencia II más realista, se usan las bases técnicas de **segundo orden**, es decir, aquellas que no implican recargos en los tantos centrales.

De manera resumida, la tabla 5.1. representa el valor actualizado de los flujos de caja (entradas y salidas) en cada año futuro restante, así como las probabilidades de que sucedan (deben sumar 1).

Tabla 5.1. Mejor estimación - Opción 1.

	<i>Casos</i>	<i>Valor actualizado de los flujos</i>	<i>Probabilidad</i>	
1	Fallece entre los 47 y los 48	91.037,02 €	q_{47}	0,00128240
2	Fallece entre los 48 y los 49	82.133,63 €	$1/q_{47}$	0,00149388
3	Fallece entre los 49 y los 50	73.871,56 €	$2/q_{47}$	0,00173138
4	Fallece entre los 50 y los 51	65.868,87 €	$3/q_{47}$	0,00199148
5	Fallece entre los 51 y los 52	58.059,35 €	$4/q_{47}$	0,00220120
6	Fallece entre los 52 y los 53	50.514,65 €	$5/q_{47}$	0,00242303
7	Fallece entre los 53 y los 54	43.212,01 €	$6/q_{47}$	0,00265652
8	Fallece entre los 54 y los 55	36.064,20 €	$7/q_{47}$	0,00290215
9	No fallece, llega con vida a los 55	36.064,20 €	$8p_{47}$	0,98331795

Fuente: Elaboración propia.

La mejor estimación será, por tanto, la suma total de los valores actualizados multiplicado por sus respectivas probabilidades, quedando un valor final de **36.430,75 €**.

2) Fórmula clásica de matemática actuarial aplicando la estructura temporal de tipos de interés sin riesgo.

Se trata del uso de la fórmula actuarial aplicada en el cálculo de la reserva matemática a balance contable, con la única e importante diferencia de que en este caso no se aplica el factor de actualización financiera, sino que en su lugar se usa la estructura de tipos de interés sin riesgo de la EIOPA a **31/12/2022** aplicado para España (Web de EIOPA. *Risk-free interest rate term structures*), donde S_k representa el tipo spot proporcionado por la curva para cada año k .

La fórmula, aplicando estas modificaciones, queda de la siguiente manera:

$$\begin{aligned}
 &ME \\
 &= 100.000A_{47:8} + 100.000A_{47:8^1} + 100\ddot{a}_{47:8} + 0,02P''_{40:15}\ddot{a}_{47:8} - P''_{40:15}\ddot{a}_{47:8} \\
 &= 100.000 \sum_{k=0}^7 (1 + S_{k+1})^{-(k+1)} {}_kq_{47} + 100.000 (1 + S_8)^{-8} {}_8p_{47} + 100 \sum_{k=0}^7 (1 + S_k)^{-k} {}_kp_{47} \\
 &\quad + 0,02P''_{40:15} \sum_{k=0}^7 (1 + S_k)^{-k} {}_kp_{47} - P''_{40:15} \sum_{k=0}^7 (1 + S_k)^{-k} {}_kp_{47}
 \end{aligned}$$

Mediante esta expresión queda patente que a pesar de plantearse la mejor estimación igual que una reserva matemática a balance contable, la forma de desarrollar las fórmulas tanto del seguro temporal, del capital diferido como de la renta temporal son ligeramente diferentes.

Por tanto, el siguiente paso consiste obtener los valores de $A_{47:8}$, $A_{47:8^1}$ y $\ddot{a}_{47:8}$, es decir, los del seguro temporal, el capital diferido y la renta temporal, respectivamente, pero aplicando la estructura de tipos de interés sin riesgo (en vez del factor de actualización financiera) y las tablas de segundo orden.

- **Renta temporal.**

La renta temporal ($\ddot{a}_{47:8}$) cumple con las mismas características que la usada en la reserva matemática, pero en este caso se sustituye v^k por $(1 + S_k)^{-k}$, de tal modo que se representa así (su cálculo se desarrolla en la tabla 5.2.):

$$\ddot{a}_{47:8} = \sum_{k=0}^7 (1 + S_k)^{-k} {}_kp_{47}$$

Tabla 5.2. Renta temporal para la provisión técnica en SII.

k	$(1 + S_k)^{-k}$	${}_kp_{47}$	Sumatorio de la renta
0	1,0000	1	1

1	0,9692	0,998717600	0,967974723
2	0,9372	0,997223718	0,934617695
3	0,9098	0,995492338	0,905651177
4	0,8833	0,993500856	0,877521234
5	0,8571	0,991299655	0,849686681
6	0,8321	0,988876622	0,822881670
7	0,8081	0,986220104	0,796945430
			7,155278611

Fuente: Elaboración propia.

Por tanto, al realizar el sumatorio de cada uno de los k años (de 0 a 7), el valor de la renta temporal 7 años después de suscrita la póliza es igual a **7,155278611**.

- **Seguro temporal.**

Por su parte, el seguro temporal ($A_{47^1:8}$), aplica la misma fórmula utilizada en la matemática actuarial, incluyendo también la diferencia principal de que v^{k+1} queda sustituido por $(1 + S_{k+1})^{-(k+1)}$.

$$A_{47^1:8} = \sum_{k=0}^7 (1 + S_{k+1})^{-(k+1)} {}_kq_{47}$$

Estos cálculos relacionados con el seguro temporal se recogen en la tabla 5.3.

Tabla 5.3. Seguro temporal para la provisión técnica en SII.

k	$(1 + S_{k+1})^{-(k+1)}$	${}_kq_{47}$	Sumatorio del seguro
0	0,9692	0,001282400	0,001242925
1	0,9372	0,001493882	0,001400095
2	0,9098	0,001731380	0,001575126
3	0,8833	0,001991482	0,001759000
4	0,8571	0,002201200	0,001886746
5	0,8321	0,002423034	0,002016298
6	0,8081	0,002656518	0,002146681
7	0,7842	0,002902150	0,002275738
			0,01430261

Fuente: Elaboración propia.

En síntesis, el seguro temporal tras realizar el sumatorio toma el valor **0,01430261**.

- **Capital diferido.**

El valor del capital diferido para $x = 47$ y $n = 8$ (años restantes para la finalización del periodo de cobertura) se obtiene tal que $(1 + S_8)^{-8} {}_8p_{47}$, quedando un resultado de **0,771074717**.

Haciendo las respectivas sustituciones de los valores obtenidos, así como del importe de la prima comercial ($P''_{40:15} = 6.106,88 \text{ €}$), y volviendo a la fórmula inicial, la mejor estimación quedaría igual a:

$$\begin{aligned}
 & ME \\
 &= 100.000A_{47:8} + 100.000A_{47:8^1} + 100\ddot{a}_{47:8} + 0,02P''_{40:15}\ddot{a}_{47:8} - P''_{40:15}\ddot{a}_{47:8} \\
 &= 100.000 \sum_{k=0}^7 (1 + S_{k+1})^{-(k+1)} {}_kq_{47} + 100.000 (1 + S_8)^{-8} {}_8p_{47} + 100 \sum_{k=0}^7 (1 + S_k)^{-k} {}_kp_{47} \\
 &\quad + 0,02P''_{40:15} \sum_{k=0}^7 (1 + S_k)^{-k} {}_kp_{47} - P''_{40:15} \sum_{k=0}^7 (1 + S_k)^{-k} {}_kp_{47} \\
 &= \mathbf{36.430,75 \text{ €}}
 \end{aligned}$$

Así se demuestra cómo es indiferente la forma de calcular la mejor estimación (ambos caminos llevan al mismo resultado) siempre y cuando se haga de acuerdo con la definición establecida en la normativa de Solvencia II.

5.3.2. Capital de solvencia obligatorio (CSO)

El **capital de solvencia obligatorio** se resume grosso modo como la cuantía que los FPB de la empresa deben de superar para asegurar con un 99,5% de probabilidad que, en el horizonte temporal de un año, esa entidad será solvente.

Al tratarse el caso práctico de un seguro mixto simple, únicamente se analizará el módulo de riesgo de suscripción del seguro de vida, concretamente los submódulos de mortalidad, catástrofe y gastos (son los que afectan a este caso concreto). No se considerará el submódulo de riesgo de caída.

Ya se ha explicado previamente que el CSO de los submódulos de riesgo de vida se basa en la siguiente fórmula:

$$CSO_{\text{submódulo de riesgo}} = FPB - FPB^E = ME^E - ME$$

Por tanto, como la mejor estimación ya ha sido calculada e igual a **36.430,75 €**, el siguiente paso consiste en estresar las mejores estimaciones de cada submódulo y así obtener los respectivos CSO.

1) Submódulo de riesgo de mortalidad.

Según la normativa de Solvencia II, las tasas de mortalidad se estresan en este submódulo con un incremento instantáneo y permanente del 15%. Es decir, las *Tablas de segundo orden PASEM2020_General_2ndo.orden para los seguros vida-riesgo, sin incluir los seguros de decesos* (Anexo 1.2. RDGS, de 17 de diciembre de 2020) usadas para el cálculo de la mejor estimación se multiplican en cada una de las probabilidades de

fallecimiento (q_x) por 1,15. Intrínsecamente las probabilidades de supervivencia (p_x) también se modifican (disminuyen).

La mejor estimación estresada para el submódulo de riesgo de mortalidad ($ME_{mortalidad}^E$) se basa en la fórmula de la mejor estimación previamente explicada, pero aplicando las nuevas probabilidades. Esto es:

$$\begin{aligned}
 & ME_{mortalidad}^E \\
 &= 100.000A_{47:8} + 100.000A_{47:8^1} + 100\ddot{a}_{47:8} + 0,02P''_{40:15}\ddot{a}_{47:8} - P''_{40:15}\ddot{a}_{47:8} \\
 &= 100.000 \sum_{k=0}^7 (1 + S_{k+1})^{-(k+1)} {}_kq_{47}^E + 100.000 (1 + S_8)^{-8} {}_8p_{47}^E \\
 &\quad + 100 \sum_{k=0}^7 (1 + S_k)^{-k} {}_kp_{47}^E + 0,02P''_{40:15} \sum_{k=0}^7 (1 + S_k)^{-k} {}_kp_{47}^E \\
 &\quad - P''_{40:15} \sum_{k=0}^7 (1 + S_k)^{-k} {}_kp_{47}^E
 \end{aligned}$$

En el apartado 5.3.1. se llevó a cabo el cálculo de la renta temporal, el seguro temporal y el capital diferido para la mejor estimación. Las fórmulas aplicadas en este caso son prácticamente las mismas, con la única y principal diferencia de que las probabilidades son ligeramente mayores (un 15%). Basándose, por tanto, en esos cálculos, se obtiene:

- Renta temporal ($\ddot{a}_{47:8}$) = **7,149075211**.
- Seguro temporal ($A_{47:8}$) = **0,016430809**.
- Capital diferido ($A_{47:8^1}$) = **0,769128922**.

Al sustituir estos valores en la expresión de la mejor estimación estresada para el submódulo de riesgo de mortalidad, se tiene que:

$$ME_{mortalidad}^E = 36.485,50 \text{ €}$$

Por tanto, el capital de solvencia obligatorio para este submódulo de riesgo de mortalidad será la diferencia entre la mejor estimación estresada (aumentando las probabilidades de fallecimiento) y la mejor estimación. Otra forma de analizarlo sería la diferencia entre los FPB de la entidad menos esos mismos FPB estresados. Aplicando los datos obtenidos, el resultado del CSO de mortalidad es igual a **54,75 €**.

$$CSO_{mort} = FPB - FPB^E = ME^E - ME = 36.485,50 \text{ €} - 36.430,75 \text{ €} = 54,75 \text{ €}$$

2) Submódulo de riesgo de catástrofe.

El estrés en este submódulo se da, al igual que en el caso anterior, sobre las tablas de mortalidad, aunque en este caso se aplica tan solo un incremento de 0,15 puntos porcentuales, y más importante aún, este incremento es instantáneo, pero no permanente. Esto significa que tan solo se debe aplicar a los primeros 12 meses, es decir, en las *Tablas de segundo orden PASEM2020_General_2ndo.orden para los seguros vida-riesgo, sin incluir los seguros de decesos* (Anexo 1.2. RDGS, de 17 de diciembre de 2020) a la probabilidad correspondiente a q_{47} se le suma 0,0015, mientras que el resto se mantiene exactamente igual.

Aplicando la misma lógica que en el submódulo de mortalidad, la mejor estimación estresada para el submódulo de riesgo de catástrofe será:

$$\begin{aligned}
 ME_{catástrofe}^E &= 100.000A_{47:8} + 100.000A_{47:8^1} + 100\ddot{a}_{47:8} + 0,02P''_{40:15}\ddot{a}_{47:8} - P''_{40:15}\ddot{a}_{47:8} \\
 &= 100.000 \sum_{k=0}^7 (1 + S_{k+1})^{-(k+1)} {}_kq_{47}^E + 100.000 (1 + S_8)^{-8} {}_8p_{47}^E \\
 &\quad + 100 \sum_{k=0}^7 (1 + S_k)^{-k} {}_kp_{47}^E + 0,02P''_{40:15} \sum_{k=0}^7 (1 + S_k)^{-k} {}_kp_{47}^E \\
 &\quad - P''_{40:15} \sum_{k=0}^7 (1 + S_k)^{-k} {}_kp_{47}^E
 \end{aligned}$$

Haciendo las sustituciones correspondientes:

- Renta temporal ($\ddot{a}_{47:8}$) = **7,146033838**.
- Seguro temporal ($A_{47:8}$) = **0,015736822**.
- Capital diferido ($A_{47:8^1}$) = **0,769916619**.

La mejor estimación estresada para el submódulo de riesgo de catástrofe, siendo ligeramente superior al de mortalidad, toma el valor de:

$$ME_{catástrofe}^E = 36.512,77 \text{ €}$$

Así pues, el capital de solvencia obligatorio del submódulo de riesgo de catástrofe es igual a **82,01€**, es decir, la mejor estimación estresada (incrementado la probabilidad de fallecimiento únicamente el primer año) neta de la mejor estimación.

$$CSO_{cat} = FPB - FPB^E = ME^E - ME = 36.512,77 - € 36.430,75€ = \mathbf{82,01 \text{ €}}$$

3) Submódulo de riesgo de gastos del seguro de vida.

La principal diferencia entre este submódulo y los dos anteriores se manifiesta en que en este caso la mejor estimación no se estresa a través del aumento de las tasas de mortalidad, sino de un incremento de los gastos. Así pues, se debe aplicar de manera instantánea y permanente, según la normativa, un incremento doble; por un lado, un 10% del importe de los gastos, y, por otro, un 1% de la tasa de inflación de esos gastos.

En resumidas cuentas, el valor de los futuros gastos (internos) quedaría, tras aplicar ambos incrementos, como muestra la tabla 5.4.

Tabla 5.4. Incremento de los gastos.

k	0	1	2	3	4	5	6	7
G_k	111,10€	112,21€	113,33€	114,47€	115,61€	116,77€	117,93€	119,11€

Fuente: Elaboración propia.

Aunque es lógico pensar que también se debe aplicar este incremento a los gastos externos, en este caso se ha considerado que como van asociados a comisiones de los agentes, no se van a ver incrementados en ningún caso, ya que son pactados de antemano sin opción a modificación.

La mejor estimación estresada para el submódulo de riesgo de gastos coincide con la mejor estimación de vida en lo referido al seguro temporal, al capital diferido y a la renta temporal, siendo los gastos internos los que son modificados ya que se ven incrementados según pasen los años pendientes de cobertura. Su valor es:

$$\begin{aligned}
 &ME_{gastos}^E \\
 &= 100.000A_{47:1;8} + 100.000A_{47:8^1} + 100\ddot{a}_{47:8} + 0,02P''_{40:15}\ddot{a}_{47:8} - P''_{40:15}\ddot{a}_{47:8} \\
 &= 100.000 \sum_{k=0}^7 (1 + S_{k+1})^{-(k+1)} {}_kq_{47} + 100.000 (1 + S_8)^{-8} {}_8p_{47} \\
 &\quad + \sum_{k=0}^7 G_k (1 + S_k)^{-k} {}_kp_{47} + 0,02P''_{40:15} \sum_{k=0}^7 (1 + S_k)^{-k} {}_kp_{47} \\
 &\quad - P''_{40:15} \sum_{k=0}^7 (1 + S_k)^{-k} {}_kp_{47} \\
 &= 36.537,17 \text{ €}
 \end{aligned}$$

El capital de solvencia obligatorio del submódulo de riesgo de gastos toma el valor de **106,42 €**.

$$CSO_{gast} = FPB - FPB^E = ME^E - ME = 36.537,17 \text{ €} - 36.430,75 \text{ €} = 106,42 \text{ €}$$

Estos CSO obtenidos de cada uno de los submódulos del módulo de riesgo de suscripción del seguro de vida, permiten el cálculo del CSO de dicho módulo, interrelacionando cada uno de ellos con la siguiente fórmula:

$$CSO Vida = \sqrt{\sum_{i,j} Corr_{i,j} \times CSO_i \times CSO_j}$$

Las correlaciones entre estos 3 submódulos analizados son proporcionadas por la matriz de correlaciones mostrada en el *artículo 136* del Reglamento Delegado, siendo en los tres casos posibles de **0,25** (art 136. R(UE) nº 2015/35 de la Comisión, de 10 de octubre de 2014). Esto, junto con los CSO ya obtenidos, permite desarrollar la fórmula al completo:

$$\begin{aligned} CSO Vida &= \sqrt{\sum_{i,j} Corr_{i,j} \times CSO_i \times CSO_j} \\ &= \sqrt{CSO_{mort}^2 + CSO_{cat}^2 + CSO_{gast}^2 + (2 \times 0,25 \times CSO_{mort} \times CSO_{cat})} \\ &\quad + (2 \times 0,25 \times CSO_{mort} \times CSO_{gast}) + (2 \times 0,25 \times CSO_{cat} \times CSO_{gast}) \\ &= \mathbf{174,84 \text{ €}} \end{aligned}$$

Al tratarse este de un caso práctico, y suponiendo que la entidad tiene únicamente el módulo de riesgo de suscripción del seguro de vida, es decir, solo se dedica al ramo de vida, se puede decir que el capital de solvencia obligatorio de vida es igual al básico.

$$CSO Vida = CSO Básico = \mathbf{174,84 \text{ €}}$$

Este valor, junto con el capital de solvencia obligatorio por riesgo operacional (Op.) y el ajuste destinado a tener en cuenta la capacidad de absorción de pérdidas de las provisiones técnicas y los impuestos diferidos (Adj), si es que los hubiera, proporcionan el valor del CSO final. La comparación de dicho CSO con los FPB de la entidad es lo que indicará, en definitiva, la situación de solvencia en la que se encuentra la aseguradora.

5.3.3. Margen de riesgo (MR) o risk margin (RM)

El **margen de riesgo** constituye, junto con la mejor estimación, la provisión técnica de la entidad. A pesar de su importancia, y debido principalmente a la extensión de sus cálculos, en este trabajo simplemente se planteará la forma de calcular el margen de riesgo sin entrar en detalles.

El margen de riesgo es, por tanto, aquel que garantiza que el valor de las provisiones técnicas sea igual al que las aseguradoras necesitarían en principio para poder

cumplir con sus obligaciones. Es en el *artículo 37* del Reglamento Delegado donde queda definida la fórmula de cálculo del MR. (art. 37 R(UE) n° 2015/35 de la Comisión, de 10 de octubre de 2014)

$$MR = CoC \sum_{t \geq 0} \frac{CSO_t}{(1 + r_{t+1})^{t+1}}$$

Donde:

- *CoC* representa la tasa de coste de capital, siendo esta el 6% en todos los casos según establece el *artículo 39* del Reglamento Delegado 2015/35. (art. 39 R(UE) n° 2015/35 de la Comisión, de 10 de octubre de 2014)
- CSO_t representa el capital de solvencia obligatorio al cabo de t años.
- $(1 + r_{t+1})$ representa el tipo de interés sin riesgo correspondiente a $t + 1$ años.

Debido a la dificultad de cálculo en lo que a los CSO futuros se refiere, existen ciertas simplificaciones para obtener el MR, aunque desafortunadamente no siempre es posible su aplicación, como en el caso práctico analizado en este proyecto.

5.3.4. Provisión técnica del seguro de vida a prima comercial

La normativa de Solvencia II, caracterizada principalmente por ser más realista que la relacionada con la contabilidad local, establece de forma clara de qué se compone la provisión técnica; mejor estimación más margen de riesgo.

Con los cálculos realizados durante el apartado 5.3.1. y, teniendo en cuenta que habría que añadir el valor del margen de riesgo, finalmente la provisión técnica del seguro de vida a prima comercial y a balance económico para el caso práctico del seguro mixto simple desarrollado en este trabajo será igual a:

$$\mathbf{Provisión\ técnica = ME + MR = 36.430,75\text{€} + MR}$$

Con los cálculos relacionados con Solvencia II, se termina el estudio propiamente dicho dentro de este proyecto. Para finalizarlo completamente, el siguiente apartado recoge las principales conclusiones tanto de la parte teórica como práctica.

6. CONCLUSIONES

Las provisiones técnicas de una entidad de seguros y reaseguros tienen especial importancia, debido tanto a su función de garantía de solvencia como a sus elevados importes. Sin embargo, no se debe tener una única perspectiva de estas, ya que, según la normativa aplicada, se habla de provisiones técnicas a **balance contable** y a **balance económico**, generalmente.

A lo largo de este Trabajo de Fin de Máster se ha intentado crear una interrelación entre la teoría que rodea a las provisiones técnicas, concretamente dentro de los seguros de vida, la normativa que la regula y la aplicación práctica a un caso concreto de seguro mixto simple.

En relación con lo expuesto, el primer punto a tratar es qué lugar ocupa el seguro mixto simple dentro de los demás tipos de seguros, siendo en resumidas cuentas la combinación de un seguro temporal (de riesgo) y un capital diferido (de ahorro).

Por otro lado, la tarificación inicial de la prima es la base para comprender las provisiones técnicas. Para ello, se parte del principio de equivalencia actuarial que iguala las obligaciones del asegurador y del tomador. De ahí surgen dos ideas principales: el tipo de interés usado, basándose en el publicado por la Dirección General de Seguros de ese mismo año; y, las tablas de mortalidad, siendo en este caso las PASEM 2010 (debido al fallecimiento y a su cálculo a 12/2015) de primer orden.

En lo relativo a las provisiones técnicas, las referidas a balance contable son aquellas que proceden de la contabilidad local. Se sustentan principalmente en tres normativas españolas: LOSSEAR, ROSSEAR y ROSSP. En seguros de vida tiene suma importancia el concepto de reserva matemática, siendo la diferencia entre el valor actual actuarial del asegurador y del tomador. Para dicha reserva, tanto el tipo de interés (establecido el máximo en la normativa), como las tablas de mortalidad son relevantes. Estas últimas, en el caso práctico aplicado, se basan en las tablas PASEM 2020 (ya que se hace a 12/2022) de primer orden, debido que las provisiones contables se caracterizan por su prudencia.

Por su parte, la normativa europea denominada “Solvencia II” (a balance económico), basa su cálculo de provisiones técnicas, en contraste con lo anterior, considerando los riesgos en términos más realistas. A través de las dos Directivas (2009 y 2014) y del Reglamento Delegado (2015) se ponen de manifiesto 3 pilares básicos. La provisión técnica, en este caso, se trata de la suma de la mejor estimación y del margen de riesgo. Se aplica la estructura temporal de tipos de interés sin riesgo de la EIOPA para

actualizar la media de los flujos de caja (ponderando por su probabilidad) y obtener así la mejor estimación. En el ejemplo práctico, se usan tablas PASEM 2020 con bases técnicas de segundo orden (estimación central realista).

En relación con la normativa de Solvencia II, aparece el concepto de capital de solvencia obligatorio (CSO), comparándolo con los fondos propios básicos (activo menos obligaciones) de la entidad, para garantizar su solvencia con una probabilidad del 99,5% en el horizonte temporal de un año. Este CSO procede de los módulos y submódulos de riesgo a los que se enfrenta la entidad, estresando, de diversas maneras, la mejor estimación.

Derivado de este trabajo y dentro de este orden de ideas, cabe considerar, al menos, tres hitos finales.

El primero de ellos y el más obvio es, que a grandes rasgos y para un mismo seguro, las provisiones técnicas a balance contable y económico se caracterizan por la prudencia, en el primer caso, y por ser más realista, el segundo de ellos.

El segundo hito relevante está relacionado uno de los dos elementos básicos en el momento de cálculo; el tipo de interés. De aquí surgen, por tanto, dos ideas principales: por un lado, cuando se trata del momento de tarificación inicial o provisión contable, el tipo de interés usado será el determinado por la DGS, ya que este organismo tiene como objetivo limitar sobremanera la aplicación de dicho tipo, que cuanto mayor sea, menor será la provisión. Por otro lado, en Solvencia II se aplica la estructura pertinente de tipo de interés sin riesgo, que, al ser una curva de tipos spot se acerca más a la realidad, como así requiere dicha normativa.

En tercer y último lugar, y en relación con el anterior, se debe tener muy presente la tabla usada en cada uno de los cálculos, considerando, no solo en este caso la fecha de cálculo, sino el tipo de seguro y la base técnica (primer o segundo orden). En el caso aplicado en este trabajo, se pasa de la PASEM 2010 en el momento inicial (2015), a la PASEM 2020 en el momento de provisionar en 2022. Además de estas existen otras tablas, como las PERM/F, que dependerán del tipo de seguro. Por otro lado, para el cálculo inicial de prima y provisión contable se aplican recargos centrales (primer orden) por su rasgo de prudencia, mientras las de segundo orden son las usadas en Solvencia II. Se deduce además que el cambio de una tabla a otra se debe a que con el paso de los años la edad media de los asegurados aumenta, por tanto, la probabilidad de muerte disminuye, y no es conveniente aplicar tablas que no se adapten la realidad.

En definitiva, tras la práctica de provisiones técnicas a balance contable y

económico en un seguro mixto simple, se deduce que, a pesar de estar ambas basadas en los mismos hechos o características, los resultados finales, así como las interpretaciones entre una y otra perspectiva son técnicamente incomparables. Esto no quiere decir que una u otra sea mejor, sino simplemente que analizan el riesgo desde puntos de vista diferentes estableciendo límites y conceptos muy diversos.

Por último, y a pesar de que aquí solo se han analizado dos formas de cálculo de las provisiones técnicas, eso no significa que sean las únicas. Un ejemplo claro serían las muy conocidas IFRS 17 (por su nombre en inglés “International Financial Reporting Standard”), relativamente nuevas y con otra visión de cálculo que tiene, al igual que en lo analizado, ciertas similitudes y/o diferencias tanto con la contabilidad local como con Solvencia II. La aplicación de todas ellas en una misma aseguradora hace que los análisis de provisiones técnicas finalmente sean más completos y exhaustivos, con el objetivo último de garantizar la solvencia de la entidad de seguros tanto en el presente como en el futuro.

7. BIBLIOGRAFÍA Y WEBGRAFÍA

- Dickson D.C.M., Hardy Mary R. y Howard R. Waters (2019). *Actuarial Mathematics for life contingent risk*. Cambridge University press.
- España. Ley 20/2015, de 14 de julio, de ordenación, supervisión y solvencia de las entidades aseguradoras y reaseguradoras. *Boletín Oficial el Estado*, 15 de julio de 2015, núm. 168, pp. 58455 a 58611.
- España. Ministerio de asuntos económicos y transformación digital. Resolución de 6 de julio de 2012, de la Dirección General de Seguros y Fondos de Pensiones, por la que se da cumplimiento a lo previsto en la disposición adicional única del Real Decreto 1736/2010, de 23 de diciembre, por el que se modifica el Plan de Contabilidad de las Entidades Aseguradoras, aprobado por Real Decreto 1317/2008, de 24 de julio, en relación con las tablas de mortalidad y supervivencia a utilizar por las entidades aseguradoras y al artículo único de la Orden EHA/69/2011, de 21 de enero, por la que se proroga la utilización de las tablas de supervivencia GRM95 y GRF95 y las tablas de fallecimiento GKM95 y GKF95 en el sistema de planes de pensiones. *Boletín Oficial del Estado*, 21 de julio de 2012, núm. 174, pp. 52491 a 52495.
- España. Ministerio de asuntos económicos y transformación digital. Resolución de 17 de diciembre de 2020, de la Dirección General de Seguros y Fondos de Pensiones, relativa a las tablas de mortalidad y supervivencia a utilizar por las entidades aseguradoras y reaseguradoras, y por la que se aprueba la guía técnica relativa a los criterios de supervisión en relación con las tablas biométricas, y sobre determinadas recomendaciones para fomentar la elaboración de estadísticas biométricas sectoriales. *Boletín Oficial del Estado*, 28 de diciembre de 2020, núm. 338, pp. 121566 a 121602.
- España. Ministerio de asuntos económicos y transformación digital. Resolución de 21 de enero de 2022, de la Dirección General de Seguros y Fondos de Pensiones, por la que se publica el tipo de interés máximo a utilizar en el cálculo contable de la provisión de seguros de vida, de aplicación al ejercicio 2022., de 21 de enero de 2022. *Boletín Oficial del Estado*, 3 de febrero de 2022, núm. 29, pp. 15045.
- España. Ministerio de economía y competitividad. Resolución de 9 de marzo de 2015, de la Dirección General de Seguros y Fondos de Pensiones, 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 2015. *Boletín Oficial del Estado*, 18 de marzo de 2015, núm.

66, pp. 24426.

España. Real Decreto 1060/2015, de 20 de noviembre, de ordenación, supervisión y solvencia de las entidades aseguradoras y reaseguradoras. *Boletín Oficial del Estado*, 2 de diciembre de 2015, núm. 288, pp. 113617 a 113816.

España. Real Decreto 2486/1998, de 20 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Ordenación y Supervisión de los Seguros Privados. *Boletín Oficial del Estado*, 25 de noviembre de 1998, núm. 282.

España. Real Decreto 288/2021, de 20 de abril, por el que se modifica el Real Decreto 1060/2015, de 20 de noviembre, de ordenación, supervisión y solvencia de las entidades aseguradoras y reaseguradoras; se da nueva redacción al artículo 34 del Reglamento de Ordenación y Supervisión de los Seguros Privados, aprobado por el Real Decreto 2486/1998, de 20 de noviembre; y se modifica el Reglamento para la aplicación de la Ley 87/1978, de 28 de diciembre, sobre Seguros Agrarios Combinados, aprobado por el Real Decreto 2329/1979, de 14 de septiembre. *Boletín Oficial del Estado*, 21 de abril de 2021, núm. 95, pp. 45140 a 45158.

Gil Fana, J. A., Heras Martínez, A., & Vilar Zanón, J. L. (1999). *Matemática de los seguros de vida*. Madrid: MAPFRE, S.A.

Unión Europea. Directiva 2009/138/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de noviembre de 2009, sobre el seguro de vida, el acceso a la actividad de seguro y de reaseguro y su ejercicio (Solvencia II). *Diario Oficial de la Unión Europea* L 335, de 17 de diciembre de 2009, pp. 1-155.

Unión Europea. Directiva 2014/51/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de abril de 2014, por la que se modifican las Directivas 2003/71/CE y 2009/138/CE y los Reglamentos (CE) no 1060/2009, (UE) no 1094/2010 y (UE) no 1095/2010 en lo que respecta a los poderes de la Autoridad Europea de Supervisión (Autoridad Europea de Seguros y Pensiones de Jubilación) y de la Autoridad Europea de Supervisión (Autoridad Europea de Valores y Mercados). *Diario Oficial de la Unión Europea* L 153, de 22 de mayo de 2014, pp. 1-61.

Unión Europea. Reglamento Delegado (UE) 2015/35 de la Comisión, de 10 de octubre de 2014, por el que se completa la Directiva 2009/138/CE del Parlamento Europeo y del Consejo sobre el acceso a la actividad de seguro y de reaseguro y su ejercicio (Solvencia II). *Diario Oficial de la Unión Europea* L 12, 17 de enero de 2015, pp. 1-797.

Web de EIOPA (2023). *Risk-free interest rate term structures*. Consultado el 10 de mayo de 2023. https://www.eiopa.europa.eu/tools-and-data/risk-free-interest-rate-term-structures_en