

**THERE IS A TRULY STANDARD FORMULAE FOR LIFE
SUBSCRIPTION RISK?**

**¿HAY VERDADERAMENTE UNA FÓRMULA ESTÁNDAR PARA
EL RIESGO DE SUSCRIPCIÓN DE VIDA?**

Asier Garayeta Bajo ¹, J. Iñaki De La Peña Esteban ^{1*}

Abstract

The Solvency II directive allows creating internal models as alternative to the standard formulation. Nevertheless, in this work it is demonstrated that this standard formulation really is not so standard because every insurance company should have to develop its own formulation according to the specifications of every product that commercializes. It concerns, principally to medium and small insurance companies, in average, it is the majority into the Spanish insurance market.

Keywords: Solvency II, standard formulae, actuarial valuation.

Resumen

La directiva Solvencia II permite elaborar modelos internos como alternativa a la formulación estándar. Sin embargo, en este trabajo se demuestra que ésta realmente no es más que un principio estándar bajo el que cada entidad aseguradora deberá desarrollar su propia formulación acorde a lo específico de los seguros que comercialice. Ello afecta, principalmente a aseguradoras medianas y pequeñas, las cuales abundan en España.

Palabras Clave: Solvencia II, fórmula estándar, valoración actuarial.

¹ Departamento de Economía Financiera I de la Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea. UPV/EHU. Avda. Lehendakari Agirre, 83. Bilbao. España. Grupo de investigación previsión social, unidad asociada a POLIBIENESTAR. Grupo de Investigación Consolidado Eusko Jaurlaritzza/Gobierno Vasco: EJ/GV: IT 897-16.

* Autor para la correspondencia (jinaki.delapena@ehu.es)

¿Hay verdaderamente una fórmula estándar para el riesgo de suscripción de vida?

1. Introducción

En la Unión Europea, la normativa para el cálculo del capital requerido de solvencia de las entidades aseguradoras ha sido determinista e independiente de las características propias de estas entidades, hasta la aparición de Solvencia II. Esta nueva normativa tiene en cuenta el posicionamiento de la empresa aseguradora en su mercado y la forma con la que se gestiona según los riesgos asumidos. De esta forma, el capital que se le requiere para su solvencia es el resultado de su posicionamiento frente a todos los riesgos a los que se encuentra expuesta. Así las entidades aseguradoras deben realizar su gestión diaria de forma que en todo momento dispongan de un capital disponible (recursos) suficiente para asumir el riesgo inherente (pérdida inesperada) en la compañía (Lozano, 2005).

Dicho capital disponible (fondo propio o diferencia entre activo y pasivo exigible) debe reflejar un valor coherente con el mercado (Alonso, 2007) (y no un valor contable), porque en caso de que la entidad aseguradora tenga que ‘deshacerse’ de alguna parte de su activo o pasivo para hacer frente a una pérdida inesperada, el valor al que se va a transferir el activo/pasivo será acorde al valor coherente con el mercado (Art. 75 SII) (*International Accounting Standards Board -IASB-, 2005*). Por tanto, el capital ‘real’ que dispondría para hacer frente a un determinado riesgo será precisamente aquel que en cada momento se establezca en el mercado.

Una vez conocido dicho capital disponible, es cuándo se deben cuantificar los riesgos de la Entidad con la finalidad de saber si están respaldados por fondos propios suficientes como para hacer frente a pérdidas ‘inesperadas’, y a ello ayudan los modelos internos (Liebwein, 2006) de evaluación del riesgo.

Como medida estandarizada de riesgo, la Directiva Solvencia II apunta al VaR (Hernández y Martínez, 2012; Cuoco y Liu, 2006), por lo que dicha pérdida ‘inesperada’, a efectos prácticos, supone aplicar un percentil alejado de la pérdida esperada (percentil 50) calibrado, mediante dicho VaR. En el caso de las entidades aseguradoras, dicha calibración tiene que corresponder con un percentil 99,5% para un ejercicio económico de un año, acorde a la Directiva de Solvencia II (Art. 101 SII).

Esta Directiva ofrece la posibilidad de que las entidades aseguradoras bien sigan una fórmula estándar (común para todas las entidades de los distintos países de la UE) o bien desarrollen un modelo interno (parcial o completo) (Art.100 SII). Estos modelos mejorarán la consistencia y transparencia, y

hacen que el capital de mercado sea más eficiente (Kaliva *et al.*, 2007), al estar dirigidos a establecer una valoración del riesgo acorde al perfil de cada entidad (European Commission, 2003; Ronkainen *et al.*, 2007).

El objetivo de este trabajo es desarrollar la fórmula estándar simplificada acorde a las especificaciones técnicas para el ramo de vida en cuanto al riesgo de mortalidad y riesgo de longevidad en las pequeñas y medianas empresas aseguradoras. La formulación estándar es profusa habida cuenta de la cantidad de submódulos de riesgos contemplados a lo largo de la directiva. No se pretende realizar en este capítulo un compendio o manual de cálculo de todos y cada uno de los submódulos, sino desarrollar un sencillo proceso para los dos riesgos más clásicos del aseguramiento en vida: mortalidad y longevidad.

Para ello, en el siguiente epígrafe, se realiza una revisión de la literatura que da lugar tanto a los modelos de gestión del riesgo en empresas aseguradoras propuestas para Solvencia II, como a los modelos internos de gestión del riesgo permitido en la mencionada normativa, siempre que sean validados por el supervisor (administración). El epígrafe tercero contempla la metodología para el desarrollo de las fórmulas estándar a aplicar a las empresas aseguradoras entendidas como PYMES. Estas constituyen una parte importante del mercado asegurador. Asimismo, en este epígrafe se centra en dos de los principales riesgos de vida y en su cálculo. En el cuarto epígrafe realizaremos una aplicación de las fórmulas desarrolladas y finalmente se incluyen las conclusiones obtenidas de dichos cálculos, así como las referencias utilizadas.

2. Modelo interno y fórmula estándar

Una de las características más relevantes del mercado de los seguros es la importancia que tiene la solvencia de las empresas que actúan en él, entendida esta como un proceso por el que una entidad aseguradora no solo es capaz de dar respuesta a factores de riesgo actuales, sino también a los que puedan devenir —solvencia dinámica (Campagne, 1961)- de circunstancias tanto internas como externas (Willemse y Wolthuis, 2006). Aunque la antigua normativa Solvencia I considera el riesgo como igual para todas las empresas, independientemente de las características cualitativas de su negocio (Garayeta *et al.*, 2012), la nueva legislación —Solvencia II—, intenta compensar las ineficiencias de Solvencia I (Butt, 2007) que venían arrastradas por las prácticas regulatorias de los países de la Unión Europea.

¿Hay verdaderamente una fórmula estándar para el riesgo de suscripción de vida?

Ya en 1948, Campagne, van der Loo e Yntema describen un método para calcular el margen de solvencia, basándose en un porcentaje a aplicar de las provisiones técnicas —solvencia estática—. El capital así determinado no es muy sensible al riesgo (Karp, 2007) y por lo tanto a dos compañías con estructuras diferentes (y con diferente exposición al riesgo) se les exigía el mismo nivel de capital. Por ello, es muy relevante determinar los riesgos en los que incurre una empresa aseguradora, así como el capital que los debe respaldar, de acuerdo a las características propias de cada empresa. Es aquí donde se desarrollan los modelos internos de valoración de los riesgos propios de cada compañía.

En la Directiva Solvencia II se posibilita cuantificar el capital inherente al riesgo, bien con la fórmula estándar, bien mediante un modelo interno (Art.100 SII). Existen estudios (Devineu y Loisel, 2009; Pfeifer y Strassburger, 2008) que establecen que la fórmula general del Capital de Solvencia Requerido (SCR, por sus siglas en inglés) no siempre cumple las hipótesis exigidas y que la fórmula estándar, basada en asimetría y correlación, quizás no sea suficiente para los objetivos que persigue Solvencia II. Igualmente, la propia empresa puede desarrollar su modelo interno de forma completa (si se refieren a todos los riesgos) o parcial (cuando solo se refieren a algún riesgo) (Art. 112 SII), si bien conllevan procedimientos costosos y complejos (Eling *et al.*, 2007).

Solvencia II intenta potenciar que las empresas desarrollen sus propios modelos internos (Rokainen *et al.*, 2007), debido a que un modelo estándar rara vez se ajusta a las características específicas de la empresa y pocas veces refleja de forma adecuada la situación que tiene actualmente la empresa.

Estos modelos internos de gestión del riesgo no son una invención de los últimos años. Algunos expertos (Holzheu, 2000; Helfenstein *et al.*, 2004; Liebwein, 2006) indican que son la continuación de los profit testing usados desde 1980, al existir una clara necesidad de transparencia, de convergencia en la supervisión hacia los modelos de solvencia y la contabilidad; además, son coherentes con la idea de que no existe un único modelo común para todas las compañías aseguradoras y que cuantifique la gestión del riesgo (Kaliva *et al.*, 2007).

La finalidad de estos modelos internos es, además de ayudar a determinar el SCR (capital requerido para Solvencia), ser usados para determinar ciertos parámetros del modelo general, y se deben integrar en el proceso de gestión del riesgo de la compañía. Su aplicación debe hacerse a través de un

acercamiento metodológico consistente, además del visto bueno de los supervisores, tanto al inicio como durante el proceso (CEIOPS, 2005).

Los modelos internos se orientan, por tanto, a la cuantificación del riesgo en cuanto al importe de capital que se requiere (Berglund *et al.*, 2006), a su gestión y a dar mayores beneficios a los accionistas (Liebwein, 2006). Además, no hay necesidad de aplicarlo para toda la empresa, sino que se puede aplicar a ciertos sectores o a la valoración de determinados riesgos. En todo caso, el modelo interno requiere una amplia justificación (SII).

Para el desarrollo del modelo interno es conveniente seguir alguna de las siguientes opciones:

Tabla 1. Procedimientos para el desarrollo de un modelo interno

Metodología de Armstrong (2005)	Principios de Liebwein (2006)
- Unir el método de pronóstico a la situación	- Identificar los riesgos actuales y potenciales, junto con la relación que tienen en la compañía
- Usar el conocimiento adquirido	- Cuantificación de los factores
- Contemplar la estructura del problema	- Desarrollar un análisis de acuerdo a la sensibilidad que tienen las variables con mayor probabilidad
- Pronosticar un modelo	- Identificar alternativas para la reducción de los riesgos en los pasos anteriores
- Representar el problema	- Dirigir este proceso de riesgo simulando el propio proceso
- Usar modelos causales cuando existe buena información	
- Usar un método cuantitativo simple	
- Ser conservador en la incertidumbre	
- Combinar pronósticos	

Fuente: Barañano *et al.*, 2016

La información generada debe incluirse en su ejercicio correspondiente, de otro modo causarían errores muy notables que podrían afectar a la continuidad de la empresa (Chantfield, 2001). Por ello, los parámetros estimados en los modelos internos se deben adecuar al periodo en el que está inmersa la aseguradora, aunque se debe tener en cuenta que un modelo ajustado a los valores presentes no garantiza un pronóstico adecuado de capital requerido que haga frente a los riesgos (Berglund *et al.*, 2006).

La directiva afirma que los requisitos de capital deben ser cubiertos por los fondos propios (Cp2. 47 SII) y aquellos activos que se permitan a las aseguradoras como garantía frente a las obligaciones contraídas. Por ello, se debe cuantificar tanto la pérdida esperada o provisiones técnicas, como la pérdida no esperada, a través de métodos estadísticos y actuariales (Cp. 53-56 SII) y con hipótesis realistas, siendo estos siempre coherentes con el

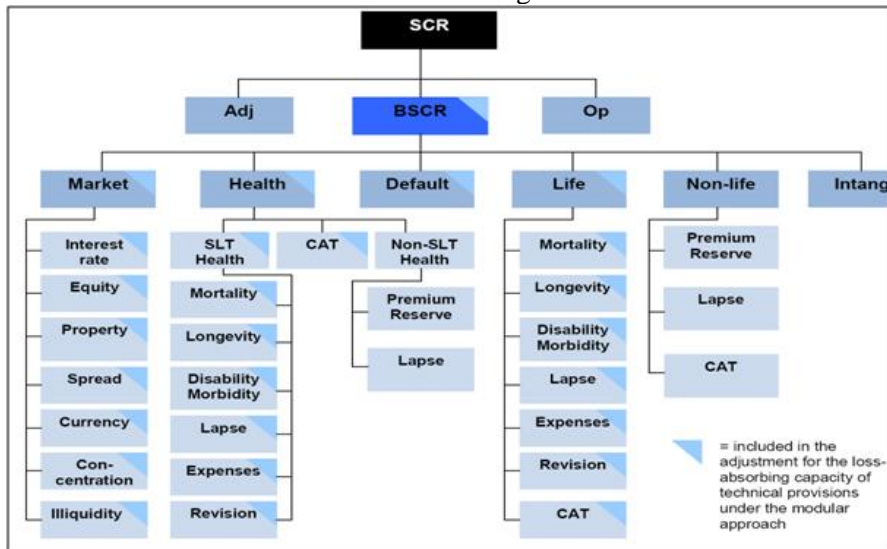
² Consideraciones previas de la Directiva Solvencia II.

¿Hay verdaderamente una fórmula estándar para el riesgo de suscripción de vida?

mercado y cumpliendo de forma fiable las normas de diversificación de los riesgos.

Existiendo la posibilidad de desarrollar modelos de gestión interna, en este trabajo se aborda la fórmula estándar, necesaria para todas las compañías de vida y obligatoria, entre otras, para los 2 principales riesgos de vida (mortalidad y supervivencia), aún existiendo una amplia distribución de riesgos para determinar SCR (Solvency Capital Required) (Gráfico 1).

Gráfico 1. Distribución de riesgos en Solvencia II



Fuente: EIOPA, 2014

El contrato de vida tiene un carácter a largo plazo que lo hace diferente a otros módulos como Salud (Eling y Holzmüller, 2008). Es cierto que la estructura de capital es también diferente, y que la regulación en cierto modo impide que las asimetrías de información sucedan (Booth y Morrison, 2007).

El mercado europeo junto con el americano son los dos más importantes (Holzmüller, 2009). Así en 2013 el mercado americano representaba el 30,21% de las primas mundiales y en la UE alcanzaba el 34,16 % del mercado, lo cual los convierte en una parte fundamental a nivel mundial (Swiss Re., 2014).

La directiva de Solvencia II (SII) se promulgó el 25 de noviembre de 2009 (2009/138 /CE). Solvencia II ha cambiado la forma de control de solvencia en el mercado de seguros de vida centrándose en una valoración dinámica

(Van Bragt *et al.*, 2010). Anteriormente la UE para calcular el nivel mínimo de requisitos de solvencia pedía 4 % de los seguros de vida reservas matemáticas (FOPI, 2004).

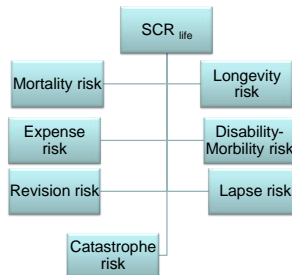
Dada la atención en el módulo de riesgo de su importancia nos centramos en el módulo de la vida de SII. Este módulo está relacionado con el riesgo asociado tanto con el peligro que cubre y los procesos seguidos en el ejercicio de la actividad. El cálculo se basa en escenarios de acuerdo con diferentes especificaciones técnicas. Este submódulo tiene dos resultados: *SCR_{life}* y *nSCR_{life}*. *nSCR_{life}* es casi igual al *SCR_{life}* pero incluyendo la capacidad de absorber la pérdida de las reservas técnicas. Para la comparabilidad de la investigación nos centraremos en *SCR_{life}* (EIOPA, 2014; CEIOPS, 2010).

3. Metodología

3.1 Módulo de vida

El módulo de riesgo de la vida se subdivide en los submódulos indicados en el Gráfico 2. Cada uno de ellos representa un riesgo relacionado con el riesgo de suscripción de vida.

Gráfico 2. Estructura sub-módulo SCR vida



Fuente: EIOPA, 2014

La fórmula estándar para determinar el SCR se adapta para cada submódulo (vida, mercado, salud, etc.), aunque tal y como se ha indicado en el epígrafe anterior, también sería factible calcular *SCR_{life}* a través de modelo interno, pero debe ser verificado por el supervisor debido a la complejidad de dichos modelos (Eling *et al.*, 2007) y con el fin de demostrar que el modelo interno representa con mayor precisión el perfil de riesgo del asegurado (Berglund *et al.*, 2006).

¿Hay verdaderamente una fórmula estándar para el riesgo de suscripción de vida?

La fórmula estándar para el submódulo de vida resulta:

$$SCR_{life} = \sqrt{\sum_{rxc} Corrlife_{rxc} \times life_r \times life_c}$$

Donde (CEIOPS, 2010),

$Corrlife_{rxc}$: Matriz de correlaciones

$life_r, life_c$: El capital requerido para cada sub-modulo respecto a las filas y columnas de la matriz de correlaciones.

Además, la fórmula anterior puede tomar dos valores diferentes en función de los datos utilizados. De modo que se obtienen dos capitales, para el caso de vida:

SCR_{life} : Capital requerido para el ramo de vida

$nSCR_{life}$. Capital requerido para el ramo de vida pero incluyendo absorción de pérdida de las provisiones técnicas.

Siendo la segunda fórmula:

$$nSCR_{life} = \sqrt{\sum_{rxc} Corrlife_{rxc} \times nlife_r \times nlife_c}$$

Para los factores de correlación indicados en la Tabla 2.

Tabla 2. Correlaciones de vida de solvencia II

	Mortality	Longevity	Disability/ morbidity	Lapse	Expense	Revision	Catastrophe
Mortality	1						
Longev.	-0.25	1					
Disabil./ morbid.	0.25	0	1				
Lapse	0	0.25	0	1			
Expense	0.25	0.25	0.5	0.5	1		
Revision	0	0.25	0	0	0.5	1	
Catastr.	0.25	0	0.25	0.25	0.25	0	1

Fuente: EIOPA, 2014; CEIOPS, 2010

Habría que determinar el SCR de cada submódulo dentro del de vida, concretamente para los 7 riesgos del ramo de vida (gráfico 2). Estos riesgos son ampliamente desarrollados en la normativa, con las fórmulas que las empresas deberán de aplicar así como los datos o parámetros en dichos

cálculos. En este trabajo se desarrolla el riesgo de mortalidad y el riesgo de supervivencia, ya que prácticamente todas las empresas aseguradoras del ramo de vida están expuestas a los dos riesgos.

3.2 Riesgo de Mortalidad

El riesgo de mortalidad centra su atención en el aumento de la tasa de mortalidad y el efecto en sus pasivos. Este estudio se centra en el riesgo de mortalidad definido según especificaciones técnicas (EIOPA, 2014) se calculará en base a todos los riesgos de pérdida o cambios adversos en el patrimonio de las aseguradoras debidos a aumentos en los niveles de mortalidad así como cambios en la volatilidad de estos.

Genéricamente se puede determinar el capital requerido mediante la siguiente fórmula, donde se incluyen escenarios (EIOPA, 2014):

$$Life_{mort} = \Delta BOF / mortshock$$

Dónde:

- BOF* : Fondos propios básicos.
- mortshock* : Aumento permanente del 15% en el riesgo de mortalidad que tendrá su efecto en las disposiciones técnicas.

No obstante, se permite una fórmula simplificada, que requiere menor esfuerzo por parte de la aseguradora y es particularmente idónea para pymes (el caso a estudio):

$$SCR_{mortality} = 0,15 \cdot CAR \cdot q \cdot \sum_{k=1}^n \left(\frac{1-q}{1+i_k} \right)^{k-0,5}$$

Dónde:

- CAR* : capital en riesgo para cada contrato.
- q* : mortalidad media a un año (obtenida de las tablas).
- n* : duración modificada de la mejor proyección.
- i_k* : Tanto de interés libre de riesgos.

A su vez el desarrollo español se lleva a cabo a través del RD 1060/2015 para explicitar más este cálculo en la directiva Solvencia II Art.77 (2009/138/EC). Se determina la mejor estimación del cálculo de las provisiones técnicas (PT) a través de incrementarlo en un margen:

¿Hay verdaderamente una fórmula estándar para el riesgo de suscripción de vida?

$$PT = ME + MR$$

dónde,

- *Mejor estimación* (ME): corresponde a 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. Utilizando hipótesis fiables y realistas (basadas en la experiencia), en cuanto a los flujos de caja se tendrán en cuenta las entradas y las salidas; todo ello en términos brutos (RD 1060/2015).

$$ME = \frac{\sum_{n=1}^{n=N} F_n (1 + i_n)^{-n} \cdot pr_n}{\sum_{n=1}^{n=N} pr_n}$$

Dónde:

F_n : flujo de caja correspondiente a un periodo n-ésimo.

pr_n : probabilidad genérica de ocurrencia de ese flujo de caja en el momento n. Dependiendo de la tipología de producto puede ser diferente (DGSFP, 2012).

I_n : estructura de tipos de interés sin riesgo para el año n.

n : año que se está analizando.

- *Margen de riesgo* (MR): el valor de las provisiones técnicas que las entidades aseguradoras exigirían para poder asumir y cumplir las obligaciones de seguro (RD 1060/2015). De modo que en esta investigación supondremos que estamos hablando del SCR (nivel de capital que las empresas debieran de tener para hacer frente a los riesgos). En una situación sin riesgos y sin especulación:

$$MR = SCR$$

De esta manera para una empresa aseguradora que solamente actúe en vida y bajo mortalidad, la PT por mortalidad será la siguiente:

$$PT = ME + MR$$

Esto es,

$$PT = \frac{\sum_{n=1}^{n=N} (F_n (1 + i_n)^{-n} \cdot pr_n)}{\sum_{k=1}^{n=N} pr_n} + 0,15 \cdot CAR \cdot q \cdot \sum_{k=1}^n \left(\frac{1 - q}{1 + i_k}\right)^{k-0,5}$$

Desarrollando, la siguiente expresión indica la fórmula genérica que se debiera aplicar en todos los casos:

$$PT = \frac{\sum_{n=1}^{n=N} (F_n (1 + i_n)^{-n} \cdot pr_n) + 0,15 \cdot CAR \cdot q \cdot \sum_{n=1}^{n=N} \left(\frac{1 - q}{1 + i_n}\right)^{n-0,5} \cdot \sum_{n=1}^{n=N} pr_n}{\sum_{n=1}^{n=N} pr_n}$$

De modo que tanto los flujos como el *SCR* tienen que estar ponderados. Pero además, en el caso de mortalidad la probabilidad de ocurrencia de los flujos, será la probabilidad de mortalidad. En el caso de una renta vitalicia, el denominador correspondería a:

$$\sum_{n=1}^{n=\infty} pr_x = q_x + {}_1/q_x + {}_2/q_x + {}_3/q_x \dots = \int_d^{\infty} a/q_x$$

Dónde:

- pr_x : probabilidad de un suceso a una edad x .
- q_x : probabilidad que tiene una persona de x años de fallecer en el siguiente año.
- a/q_x : probabilidad que tiene una persona de x años de fallecer a lo largo del año $x+d$.

Hay comercializados infinidad de productos aseguradores que incluyen el riesgo de mortalidad, de modo que sus flujos serán diferentes, a pesar de que la principal fuente de riesgo sea la mortalidad. Esto hace imposible un desarrollo de una formulación única debiendo adaptarse para cada tipo de producto en concreto. De modo que el máximo desarrollo a conseguir sin entrar en la casuística propia de cada producto comercializado en concreto sería el siguiente, partiendo de la fórmula del *PT* anterior:

$$PT = \frac{\sum_{n=1}^{n=N} (F_n v_n \cdot {}_{n-1}/q_x) + 0,15 \cdot \sum_{n=1}^{n=N} F_n v_n \cdot q_x \cdot \sum_{n=1}^{n=N} \left(\frac{1 - q_x}{1 + i_n}\right)^{n-0,5} \cdot \sum_{n=1}^{n=N} {}_{n-1}/q_x}{\sum_{n=1}^{n=N} {}_{n-1}/q_x}$$

Dónde:

¿Hay verdaderamente una fórmula estándar para el riesgo de suscripción de vida?

v_n : $(1+i_n)^{-n}$

n : momento de suceso del flujo.

pr_x : probabilidad de mortalidad q .

CAR: cada uno de los flujos de caja actualizados a su correspondiente interés.

3.3 Riesgo de Longevidad

El riesgo de longevidad se define como aquel riesgo de pérdida o de cambios adversos en los valores de la empresa que son originados a través de cambios en niveles o en tendencia proveniente de un decrecimiento en la mortalidad de los asegurados. Este riesgo tiene un efecto directo en la valores del pasivo de la empresa aseguradora (EIOPA, 2014).

Para su general determinación, EIOPA impulsan la siguiente fórmula a través de un escenario en concreto:

$$Life_{long} = \Delta BOF / longevityshock$$

Dónde:

BOF : Fondos propios básicos. No se incluyen los cambios en el margen de riesgo de las provisiones técnicas.

$longevityshock$: Escenario en el que se da decrecimiento instantáneo y permanente del 20% en los índices de mortalidad usados para el cálculo de las provisiones técnicas.

Los escenarios han de ser calculados en el supuesto de que el escenario no cambie el valor de futuro de las provisiones técnicas. Pero la aplicación de escenarios no es factible para todas las empresas que operan en el mercado asegurador, por eso EIOPA (EIOPA, 2014) ofrece una fórmula simplificada para el riesgo de longevidad (el caso en estudio):

$$SCR_{longevity} = 0,2 \cdot q \cdot n \cdot 1,1^{\frac{n-1}{2}} \cdot BE_{long}$$

Dónde:

BE_{long} : La mejor estimación sujeta al contrato para el riesgo de longevidad.

- q : Mortalidad esperada en el siguiente año de un portfollio determinado.
 n : Duración modificada de los pagos a un año a los beneficiarios incluido la proyección de la mejor estimación

Utilizando el mismo proceso desarrollado para el submódulo de mortalidad y la misma lógica, se considera que la mejor estimación se puede obtener a través de una ponderación de los flujos respecto a las probabilidades que intervienen en esos flujos (RD 1060/2015):

$$ME = \frac{\sum_{n=1}^{n=N} F_n (1 + i_n)^{-n} \cdot pr_n}{\sum_{n=1}^{n=N} pr_n}$$

De modo que el SCR sería igual al margen de riesgo, de modo que:

$$PT = ME + MR$$

$$PT = \frac{\sum_{n=1}^{n=N} (F_n (1 + i_n)^{-n} \cdot pr_n)}{\sum_{k=1}^{n=N} pr_n} + 0,2 \cdot q \cdot n \cdot 1,1^{\frac{n-1}{2}} \cdot BE_{long}$$

Y desarrollando

$$PT = \frac{\sum_{n=1}^{n=N} (F_n (1 + i_n)^{-n} \cdot pr_n) + 0,2 \cdot q \cdot n \cdot 1,1^{\frac{n-1}{2}} \cdot BE_{long} \cdot \sum_{n=1}^{n=N} pr_n}{\sum_{n=1}^{n=N} pr_n}$$

Dónde:

- v^n : $(1 + i_n)^{-n}$
 n : momento de suceso del flujo
 pr_x : probabilidad de supervivencia ${}_n p_x$
 BE_{long} : la mejor estimación (ME) para contrato relacionado con el riesgo de mortalidad.

En este caso centrándonos en los tantos de supervivencia:

$$PT = \frac{\sum_{n=1}^{n=N} (F_n v_n \cdot {}_n p_x) + 0,2 \cdot q \cdot n \cdot 1,1^{\frac{n-1}{2}} \cdot ME \cdot \sum_{n=1}^{n=N} {}_n p_x}{\sum_{n=1}^{n=N} {}_n p_x}$$

Es cierto además que la mejor estimación en esta investigación es la que aparece al principio del apartado de modo:

¿Hay verdaderamente una fórmula estándar para el riesgo de suscripción de vida?

$$PT = \frac{\sum_{n=1}^{n=N} (F_n v_n \cdot {}_n p_x) + 0,2 \cdot q_x \cdot n \cdot 1,1^{\frac{n-1}{2}} \cdot \frac{\sum_{n=1}^{n=N} F_n v_n \cdot {}_n p_x}{\sum_{n=1}^{n=N} {}_n p_x} \cdot \sum_{n=1}^{n=N} {}_n p_x}{\sum_{n=1}^{n=N} {}_n p_x}$$

$$\frac{\sum_{n=1}^{n=N} (F_n v_n \cdot {}_n p_x) + 0,2 \cdot q_x \cdot n \cdot 1,1^{\frac{n-1}{2}} \cdot \sum_{n=1}^{n=N} F_n v_n \cdot {}_n p_x}{\sum_{n=1}^{n=N} {}_n p_x}$$

$$\frac{\sum_{n=1}^{n=N} (F_n v_n \cdot {}_n p_x) \cdot (1 + 0,2 \cdot q_x \cdot n \cdot 1,1^{\frac{n-1}{2}})}{\sum_{n=1}^{n=N} {}_n p_x}$$

Teniendo en cuenta que dentro de cada flujo, existen pagos de primas pero también pagos de prestaciones y estos serán diferentes para cada tipo de producto comercializado, esta fórmula genérica no se podría desarrollar más sin entrar en casuísticas propias de cada producto.

4. Aplicación al mercado español

4.1 Ámbito

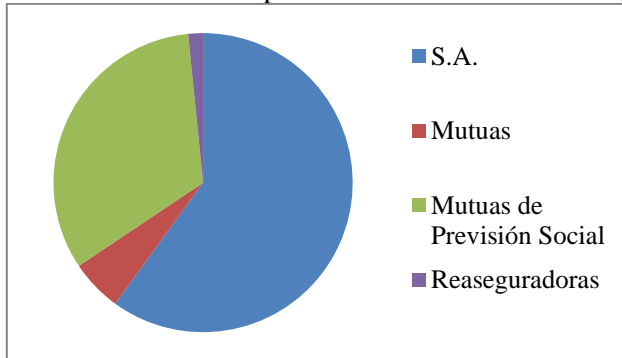
Para comprender el ámbito de aplicación se ha acudido a la memoria estadística anual de entidades aseguradoras del 2014 publicada por la Dirección General de Seguros y Fondos de Pensiones (DGSFP, 2014).

Tabla 3. Empresas de vida por cuota técnica de vida (CTV) en 2014

	Empresas	+ 1% CTV
Sociedad Anónima	75	23
Mutua	7	4
M. Previsión Social	41	12
Cía. Reaseguro	2	2
TOTAL	125	41

Fuente: DGSFP, 2014

Gráfico 3. Distribución de las empresas vida en función de su figura jurídica



Fuente: Elaboración propia con los datos DGSFP, 2014

Al analizar las memorias se observa que de 125 empresas aseguradoras (incluyendo mutulidades) que operan en el mercado español de seguros de vida, sólo 41 tienen más del 1% de mercado en dicho ramo. Este hecho por mismo ya es indicativo de la atomización existente en este subsector con mayoría de empresas que tienen una cuota de mercado inferior al 1%.

En este epígrafe se aplicarán las fórmulas simplificadas anteriormente desarrolladas para un producto en concreto. Hay que hacer notar que existen numerosos casos, tantos como productos de vida diferentes se comercializan. Por ello, como se ha mencionado los flujos serán diferentes en función del producto por eso no se puede homogenizar más de lo realizado para los dos riesgos mencionados.

4.2 Riesgo de Mortalidad

Partiendo del supuesto de un hombre de 30 años que contrata mediante una prima única un capital de 20.000 € en caso de fallecimiento antes de los 40 años se va a proceder a determinar, primero la prima que el asegurador debiera de pagar, para posteriormente calcular el importe que la compañía aseguradora debiera de dotar para dicho caso, aplicando el desarrollo de las fórmulas utilizando una curva de tipos de interés libre de riesgos (EIOPA, 2016).

$$PT = \frac{\sum_{n=1}^{n=N} (F_n v_n \cdot {}_{n-1}q_x) + 0,15 \cdot \sum_{n=1}^{n=N} F_n v_n \cdot q_x \cdot \sum_{n=1}^{n=N} \left(\frac{1-q_x}{1+i_n}\right)^{n-0,5} \cdot \sum_{n=1}^{n=N} {}_{n-1}q_x}{\sum_{n=1}^{n=N} {}_{n-1}q_x}$$

Bajo el empleo de las tablas PASEM (DGSFP, 2012),

¿Hay verdaderamente una fórmula estándar para el riesgo de suscripción de vida?

Tabla 4. Cálculo de la prima riesgo de mortalidad

Edad	t	Curva libre de riesgo	${}_n P_x$	q_{x+n}	L_n	V_n	Prima
30			1,0000000	0,0007670			194,038
31	1	-0,0030200	0,9992330	0,0007550	15,100	1,0030291	15,146
32	2	-0,0026100	0,9984786	0,0007550	15,100	1,0052405	15,179
33	3	-0,0020800	0,9977247	0,0007740	15,480	1,0062660	15,577
34	4	-0,0012300	0,9969525	0,0008180	16,360	1,0049352	16,441
35	5	-0,0002400	0,9961370	0,0008880	17,760	1,0012009	17,781
36	6	0,0009200	0,9952524	0,0009740	19,480	0,9944977	19,373
37	7	0,0021500	0,9942830	0,0010700	21,400	0,9850786	21,081
38	8	0,0034100	0,9932192	0,0011700	23,400	0,9731339	22,771
39	9	0,0046100	0,9920571	0,0012740	25,480	0,9594504	24,447
40	10	0,0057100	0,9907932	0,0013890	27,780	0,9446530	26,242

Edad	Flujos	V_n	${}_{n-1}q_x$	$F_n \times V_n \times {}_{n-1}q_x$
30	-194,04			-194,04
31		1,00302915	0,0007670	-
32		1,00524051	0,0007544	-
33		1,00626605	0,0007539	-
34		1,00493517	0,0007722	-
35		1,00120086	0,0008155	-
36		0,99449773	0,0008846	-
37		0,9850786	0,0009694	-
38		0,9731339	0,0011621	-
39		0,9594504	0,0011621	-
40	20.000	0,94465302	0,0012639	23,879

Fuente: Elaboración propia

Tras la obtención de la prima acorde a Solvencia II y a la fórmula simplificada desarrollada se obtiene PT con un valor de 18.265,75 €. Este valor contrasta con determinada mediante la fórmula estándar 15.566,95 € que implica considerar un aumento permanente del 15% en el riesgo de mortalidad: mayor mortalidad menor PT de ahorro frente a la fórmula simplificada.

4.3 Riesgo de longevidad

Para realizar un análisis comparable utilizaremos un supuesto similar al anterior. Un hombre de 30 años contrata una prima única y a cambio quiere recibir a los 40 años un capital de 20.000€ pero en este caso si sobrevive.

Realizaremos el mismo desarrollo que en el epígrafe anterior utilizando la misma curva de tipos de interés libre de riesgos (EIOPA, 2016),

$$\frac{\sum_{n=1}^{n=N} (F_n \cdot v_n \cdot {}_n p_x) \cdot (1 + 0,2 \cdot q_x \cdot n \cdot 1,1^{\frac{n-1}{2}})}{\sum_{n=1}^{n=N} {}_n p_x}$$

Tabla 5. Cálculo de la prima riesgo de longevidad

Edad	t	Curva libre de riesgo	${}_n p_x$	L_h	V_h	Prima
30	0	0	1,000000			
31	1	-0,00302	0,998530		1,003029	
32	2	-0,00261	0,997128		1,005241	
33	3	-0,00208	0,995720		1,006266	
34	4	-0,00123	0,994332		1,004935	
35	5	-0,00024	0,992978		1,001201	
36	6	0,00092	0,991670		0,994498	
37	7	0,00215	0,990415		0,985079	
38	8	0,00341	0,989190		0,973134	
39	9	0,00461	0,987895		0,959450	
40	10	0,00571	0,986500	20.000,00	0,944653	18.638,000

Edad	Flujos	V_n	${}_n p_x$	$F_n \times V_n \times {}_n p_x$
30	-18.638,00		1,0000000	-18.638,00
31			0,9985303	
32			0,9971280	
33			0,9957204	
34			0,9943324	
35			0,9929779	
36			0,9916700	
37			0,9904148	
38			0,9891903	
39			0,9878947	
40	20.000,00	0,944653	0,9864998	18.638,00

Fuente: Elaboración propia

Ello no ocurriría de considerar un escenario en el que se da decrecimiento instantáneo y permanente del 20% en los índices de mortalidad usados para el cálculo de las provisiones técnicas que arrojaría un valor de 469,50 €: menor mortalidad, mayor *PT*.

¿Hay verdaderamente una fórmula estándar para el riesgo de suscripción de vida?

5. Conclusiones

Solvencia II implica un cambio en la gestión y en el cálculo, de modo que las compañías van a tener que adaptar su formulación a la nueva situación. En este trabajo intentamos deducir ese proceso para las pequeñas empresas aseguradoras, ya que constituyen la mayoría en número. Se desarrolla la formulación simplificada siguiendo lo dictado por la ley para el ramo de vida (RD 1060/2015) y las especificaciones técnicas (EIOPA, 2014).

Cada ramo tiene su propia fórmula genérica, además de que cada riesgo a su vez se diferenciará del resto de fórmulas. De este modo cada fórmula de riesgo requerirá su propio desarrollo, en el caso analizado se desarrollan en el ramo de vida: riesgo de mortalidad y supervivencia. Todas las fórmulas simplificadas desarrolladas han de ser adaptadas al producto comercializado en concreto.

Dentro de los flujos pudiera suceder que el mismo año se den más de uno en función de la tipología del producto y que las probabilidades de estos sucesos tengan que ser tenidas en cuenta. De modo que no existe una fórmula única que se adecúe a cada casuística, sino que la fórmula simplificada, a su vez, tiene que ser adaptada.

En el supuesto desarrollado se ha efectuado un cálculo en base a una prima única, si la prima fuera periódica habría flujos cada año de modo que este supuesto alteraría los resultados. En este caso se realiza una simplificación de la realidad con dos flujos uno de pago de prima por parte del asegurado y otro de prestación por parte de la aseguradora al vencimiento del contrato. La realidad es mucho más compleja que el caso empleado ello requerirá que en los flujos a incluir sea necesario incorporar probabilidad de suceso.

En el caso del riesgo de mortalidad se obtiene un importe mayor que compense la prima única ante una prestación que necesita un capital que refuerce la empresa ante la contingencia. Esta situación no se da en el caso de riesgo de longevidad, ya que al ser mucho mayor la prima, se aporta cantidad suficiente como para enfrentarse a la solvencia necesaria.

Referencias

2009/138/EC. Directive of the European Parliament and of the Council of 25 November 2009 on the taking-up and pursuit of the business of

- Insurance and Reinsurance Solvency II recast. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex:32009L0138> (3 de abril de 2017).
- Alonso, P. (2007). Solvencia II: Ejes del proyecto y diferencias con Basilea II. *Anales del Instituto de Actuarios Españoles* 13, 37-56.
- Armstrong, J. (2005). The forecasting canon: nine generalizations to improve forecast accuracy. *Foresight - The International Journal of Applied Forecasting* 1, 29 – 35.
- Barañano, A., De La Peña, J. I. y A. Garayeta (2016). Medición del riesgo de suscripción mediante modelos internos en Solvencia II. *Revista Innovar Journal Revista de Ciencias Administrativas y Sociales* 26 (62), 113-128.
- Berglund, R., Koskinen, L. y V. Ronkainen, V. (2006). Aspects on calculating the solvency capital requirement with the use of internal models. *AFIR Colloquium*. Paris.
- Booth, P. y A. D. Morrison (2007). Regulatory competition and life insurance solvency regulation in the European Union and United States. *North American Actuarial Journal* 114, 23-41.
- Butt, M. (2007). Insurance, finance, solvency II and financial market interaction. *The Geneva Papers on Risk and Insurance: Issues and Practice* 32(1), 42–45.
- Campagne, C., van der Loo, y A. J. Yntema (1948). *Contribution to the method of calculating the stabilization reserve in life assurance business. Gedenkboek Verzekeringskamer 1923-1948, Staatsdrukkerij-en uitgeverijbedrijf, Den Haag.*, 338-378.
- Campagne, C. (1961). *Minimum standards of solvency for insurance firms. Report to the OECD, 11th March, TFD/PC/565.*
- CEIOPS (2005). *QIS1, specifications, spreadsheets guidance QIS1 cover note*. Committee of European Insurance and Occupational Pensions Supervisors.
- CEIOPS (2010). *QIS5, technical specifications*. Committee of European Insurance and Occupational Pensions Supervisors.

¿Hay verdaderamente una fórmula estándar para el riesgo de suscripción de vida?

Chatfield, C. (2001). *Time-Series Forecasting*. Chapman & Hall. London.

Cuoco, D. y H. Liu, H. (2006). An analysis of VaR-based capital requirements. *Journal of Financial Intermediation* 15(3), 362–394.

Devineu, L. y S. Loisel (2009). Risk aggregation in Solvency II: How to converge the approaches of the internal models and those of the standard formula? *Bulletin Français d'Actuariat* 9 (18), 107-145

DGSFP (2012). Resolución de 6 de julio de 2012 de la Dirección General de Seguros y Fondos de Pensiones, en 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 prorroga 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.

DGSFP (2014). *Memoria estadística anual de entidades aseguradoras*, NIPO: 720-14-065-5. Madrid

EIOPA (2014). *Technical specification for the preparatory phase Part I*, European Insurance and Occupational Pension Authority.

EIOPA (2016). *Risk-free interest rate term structure coding*. <https://eiopa.europa.eu/regulation-supervision/insurance/solvency-ii-technical-information/risk-free-interest-rate-term-structures> (3 de abril de 2017).

Eling, M., Schmeiser, H. y J. T. Schmit (2007). The Solvency II process: overview and critical analysis. *Risk Management and Insurance Review* 101, 69-85.

Eling, M. y I. Holz Müller (2008). An overview and comparison risk-based capital standards. *Journal of Insurance Regulation* 264, 31-60.

European Commission (2003). *Solvency II – Reflections on the general outline of a framework Directive and mandates for further technical work*. Note to the IC Solvency Subcommittee MARKT/2539/03.

- FOPI (2004). *White Paper of the Swiss Solvency Test*. Federal Office of Private Insurance.
http://www.naic.org/documents/committees_smi_int_solvency_switzerland_sst_wp.pdf (30 de junio de 2016).
- Garayeta, A., Iturricastillo, I., y J. I. De La Peña (2012). Evolución del capital de solvencia requerido en las aseguradoras españolas hasta solvencia II. *Anales del Instituto de Actuarios Españoles* 3(18), 111-150.
- Helfenstein, R., Scotti, V. y P. Brahin (2004). The Impact of IFRS on the Insurance Industry. *Swiss Re Sigma* 7, 1-34.
- Hernández, R. y M. I. Martínez (2012). Capital assessment of operational risk for the solvency of health insurance companies. *Journal of Operational Risk* 7, 43-65
- Holzheu, T. (2000). Solvency of Non-Life insurers: balancing security and profitability expectations. *Swiss Re Sigma* 1, 1–38
- Holzmüller, I. (2009). The United States RBC standards, Solvency II and the Swiss Solvency Test: a comparative assessment. *The Geneva Papers on Risk and Insurance Issues and Practice* 34 (1), 56 -77.
- IASB (2005). *The fair value option*. Amendment to IAS 39 Financial Instruments: Recognition and Measurement. International Accounting Standards Board.
- Kaliva, K., Koskinen L. y V. Ronkainen (2007). Internal models and arbitrage free calibration. *AFIR colloquium*.
<http://www.actuaries.org/AFIR/Colloquia/Stockholm/Kaliva.pdf> (1 de agosto de 2016).
- Karp, T. (2007). International solvency requirements – towards more risk-based regimes. *The Geneva Papers on Risk and Insurance: Issues and Practice* 32 (3), 364-381.
- Liebwein, P. (2006). Risk models for capital adequacy: applications in the context of Solvency II and beyond. *The Geneva Papers on Risk and Insurance: Issues and Practice* 31(3), 528–550.

¿Hay verdaderamente una fórmula estándar para el riesgo de suscripción de vida?

Lozano, R. (2005). Las implicaciones de Solvencia II en el sector asegurador español. *Estabilidad financiera* 9, 59- 70.

Pfeifer, D. y D. Strassburger (2008). Solvency II: stability problems with the SCR aggregation formula. *Scandinavian Actuarial Journal* 1, 61 -77

RD 1060/2015. Real decreto 1060/2015, de 20 de noviembre, de ordenación, supervisión y solvencia de las entidades aseguradoras y reaseguradoras. Ministerio de Economía y Competitividad BOE-A-2015-13057.

Ronkainen, V., Koskinen, L. y R. Berglund (2007). Topical modelling issues in Solvency II. *Scandinavian Actuarial Journal* 2,135-146.

Swiss Re (2014). World insurance in 2013: Steering towards recovery. *Sigma* 33. <http://www.swissre.com/sigma/> (30 de junio de 2016).

Van Bragt, D., Steehouwer, H. y B. Waalwijk (2010). Market consistent ALM for life insurers - steps toward Solvency II. *The Geneva Papers on Risk and Insurance: Issues and Practice* 351, 92-109.

Willemse, W.J. y H. Wolthuis (2006). Risk based solvency norms and their validity. *28th International Congress of Actuaries*. Paris. <http://www.ica2006.com/Papiers/3012/3012.pdf> (1 agosto de 2016).