

SENSIBILIDAD A LAS CORRELACIONES ENTRE LÍNEAS DE NEGOCIO DEL SCR DEL MÓDULO DE SUSCRIPCIÓN NO VIDA BASADO EN LA FÓRMULA ESTÁNDAR

Antoni Ferri*, Lluís Bermúdez† y Manuela Alcañiz*

Abstract

Solvency capital requirement (SCR) based on Solvency II standard formula is mainly given by some pre-established parameters. Some of these parameters define the lines of business' correlation matrix. This work shows an estimation of the 2010 solvency non life underwriting requirement of Spanish non life market and a sensitivity analysis of the non life underwriting risk SCR to changes in lines of business' correlation matrix.

Keywords: Standard Model, Premium and Reserve risk, Underwriting risk, Solvency II.

Resumen

El requerimiento de capital de solvencia (SCR) basado en el modelo estándar de la directiva Solvencia II viene determinado en parte por una serie de parámetros que la propia directiva establece. Algunos de estos parámetros son los valores que definen la matriz de correlaciones entre líneas de negocio. Este trabajo muestra una estimación del requerimiento de capital correspondiente al riesgo de suscripción no vida para el ejercicio 2010 para el conjunto del mercado español asegurador no vida y un análisis de sensibilidad del SCR correspondiente al riesgo de suscripción en el negocio de no vida frente a cambios en la matriz de correlaciones entre líneas de negocio.

Palabras clave: Modelo Estándar, Riesgo de insuficiencia de primas y reservas, Riesgo de Suscripción, Solvencia II.

* Dpto. Econometría, Estadística y Economía Española, RISC-IREA; Universitat de Barcelona, Av. Diagonal, 690, 08034 Barcelona.

† Dpto. Matemática Financiera y Actuarial, RISC-IREA; Universitat de Barcelona, Av. Diagonal, 690, 08034 Barcelona.

E-mail: tonoferri@ub.edu (Antoni Ferri, autor para correspondencia), lbermudez@ub.edu (Lluís Bermúdez), malcaniz@ub.edu (Manuela Alcañiz).

Los autores agradecen las sugerencias de la Sra. Miriam Moya, actuaria de seguros. M. Alcañiz agradece la ayuda recibida del proyecto del Ministerio de Ciencia e Innovación, FEDER ECO2008-01223/ECON. Este artículo ha sido recibido en versión revisada el 21 de septiembre de 2011

1. Introducción

La Directiva parlamentaria europea 2009/138/EC (Solvencia II) establece un marco legal común de aplicación en aquellas entidades con sede en alguno de los estados miembros de la Unión Europea para el acceso y ejercicio de la actividad aseguradora y reaseguradora. La Directiva está estructurada bajo el principio de los *Tres Pilares*, que se corresponden con los requerimientos cuantitativos, los requerimientos cualitativos y la disciplina de mercado, respectivamente.

Dado que la regulación pretende atender a una visión global de cada entidad o grupo de entidades, los instrumentos cuantitativos utilizados para calcular el riesgo asumido por las mismas tendrán en cuenta la existencia de diversas líneas de negocio. Además, éstas no se considerarán independientes sino que se establecerán hipótesis para tener en cuenta la asociación que se produce entre ellas, bien sea por causas endógenas (distintas líneas de negocio cubren una misma área geográfica) o por causas exógenas (se comercializan en un mismo entorno económico).

Nuestro objetivo es analizar la influencia que tienen las hipótesis sobre la correlación entre líneas de negocio, sobre el requerimiento de capital que será exigido.

Los requerimientos de capital pretenden garantizar la estabilidad financiera de la entidad frente a fluctuaciones adversas inesperadas en la siniestralidad, y con ello también la protección del asegurado, a través de unos volúmenes económicos denominados *Capital Mínimo de Solvencia* (MSCR) y *Capital de Solvencia* (SCR). Estos capitales deben ser calculados acordes al denominado *Modelo Estándar*, si bien el regulador ofrece la posibilidad de que sean evaluados, bajo ciertos requisitos previos, mediante un *Modelo Interno*. El SCR debe estar calibrado de tal forma que se corresponda con el valor en riesgo (VaR, *Value at Risk*) de los fondos propios, a un horizonte temporal anual, con un nivel de confianza del 99,5%. En este trabajo nos centramos en el análisis del SCR que se deriva del *Modelo Estándar*, cuya obtención está basada en la agregación de los distintos capitales correspondientes a una estructura modular de las exposiciones a los riesgos generales que caracterizan a una entidad aseguradora.

El modelo estándar, siguiendo la directiva de Solvencia II, plantea la siguiente estructura de clasificación de riesgos. Como riesgos genéricos, establece cuatro módulos correspondientes a los riesgos de Suscripción,

Mercado, Crédito y Operacional. Para cada uno de estos módulos excepto para el Operacional, se consideran una serie de submódulos. El SCR es el resultado de agregar los distintos requerimientos de capital en dos pasos. Por un lado el capital de los submódulos de riesgo teniendo en cuenta la relación que tengan entre sí, con lo que se obtiene el requerimiento correspondiente a cada módulo de riesgo; y, por otra parte, la agregación de los requerimientos de capital correspondientes a cada módulo teniendo en cuenta la relación existente entre ellos, con lo que se obtiene el requerimiento total de capital de solvencia. La relación entre los distintos módulos y submódulos para la agregación de los distintos requerimientos queda plasmada en las matrices de correlación entre éstos. Finalmente, se agrega al SCR correspondiente a los riesgos de Suscripción, Mercado y Crédito, el capital correspondiente al riesgo Operacional.

Sin embargo, Solvencia II no explicita ninguna fórmula analítica para el cálculo de los distintos requerimientos de capital de cada uno de los submódulos de riesgos, ni las correlaciones entre ellos. Para obtener expresiones analíticas acudimos a los estudios de seguimiento realizados por el *Committee of European Insurance and Occupational Pensions (CEIOPS)*¹. En particular, en este trabajo seguimos el último estudio realizado, el quinto *Estudio de Impacto Cuantitativo (QIS-5)*, de 2010. En él podemos encontrar toda la casuística a seguir para la obtención del requerimiento de capital de solvencia de los distintos módulos y submódulos, así como las matrices de correlación y los parámetros necesarios para su cálculo.

En este trabajo se analiza la estructura del modelo estándar para el cálculo del requerimiento de capital en el módulo riesgo de suscripción no vida, con la finalidad de desvelar e interpretar los parámetros que afecten significativamente a dicho cálculo. Asimismo, se analiza la incidencia de la matriz de correlación entre líneas de negocio propuesta en QIS-5 para el cálculo del SCR correspondiente al riesgo de suscripción del negocio de no vida, así como la de los otros parámetros que intervienen en la obtención del requerimiento de capital del módulo de suscripción en no vida.

El resto del trabajo se estructura de la siguiente manera. La sección 2 describe la estructura principal del modelo estándar y del módulo de suscripción no vida, en particular el submódulo de riesgo de insuficiencia de primas y reservas. La sección 3 presenta el proceso de obtención de los datos utilizados, y la sección 4 muestra un análisis de sensibilidad a la matriz de

¹ Desde Enero 2011, EIOPA, *European Insurance and Occupational Pensions Authority*.

correlación entre líneas de negocio, y a otras correlaciones que intervienen en el modelo, del requerimiento de capital de solvencia del módulo de suscripción no vida. Por último, la sección 5 resume las principales conclusiones obtenidas.

2. El riesgo de insuficiencia de primas y reservas bajo el Modelo Estándar

El cálculo del SCR está basado en la agregación de los distintos módulos y submódulos de riesgo teniendo en cuenta las correlaciones existentes entre ellos. Según Solvencia II (y el QIS-5), el SCR es el resultado de la suma de los requerimientos de los distintos riesgos más una cuantía de ajuste que tenga en cuenta la capacidad de absorción de pérdidas e impuestos diferidos de las provisiones técnicas.

Los riesgos a considerar son el riesgo de mercado, crédito, suscripción vida, suscripción no vida, suscripción salud, activos intangibles y riesgo operacional. El SCR o requerimiento total de capital de solvencia se calcula como la suma del capital básico de solvencia (BSCR), más un término que refleja la capacidad de absorción de pérdidas e impuestos diferidos de las provisiones técnicas, más el requerimiento de capital de solvencia correspondiente al riesgo operacional. El capital básico de solvencia es el resultante de la agregación de los requerimientos de capital correspondientes a cada uno de los riesgos considerados:

$$BSCR = \sqrt{\sum_{i,j} \rho_{i,j} \cdot SCR_i \cdot SCR_j} + SCR_{\text{intangibles}} \quad (1)$$

donde ρ_{ij} es el coeficiente de correlación entre el riesgo i y j ; SCR_i es el requerimiento de capital de solvencia del riesgo i -ésimo; y $SCR_{\text{intangibles}}$ es el requerimiento de capital de solvencia correspondiente a los activos intangibles.

Cada uno de los módulos de riesgo se descompone en diversos submódulos. En particular, para el cálculo del requerimiento de capital correspondiente al riesgo de suscripción en no vida, objetivo de este trabajo, deben tenerse en cuenta tres submódulos, el riesgo de insuficiencia de primas y reservas (NL_{pr}), el riesgo de caída (NL_{des}) y el riesgo catástrofe (NL_{cat}).

El riesgo de insuficiencia de primas y reservas (NL_{pr}) es el riesgo de que el volumen de primas y/o reservas no sea suficiente para atender los

compromisos adquiridos, bien sea por inadecuación en la tarificación, o por fluctuaciones inesperadas de la siniestralidad. El riesgo de caída (NL_{des}) debe cubrir los desajustes que se produzcan en la cartera como consecuencia del ejercicio de opciones implícitas en los contratos, que supongan la rescisión o prórroga de las obligaciones que se deriven de estos. El requisito de capital correspondiente al riesgo de catástrofe (NL_{cat}) debe ser suficiente para cubrir las pérdidas extremas inesperadas derivadas de eventos consecuencia de fenómenos naturales y/o provocados por acciones humanas. El requerimiento de capital de solvencia debe ser calculado del siguiente modo:

$$SCR_{S,no\ vida} = \sqrt{\sum \rho_{kl} \cdot NL_k \cdot NL_l} \quad (2)$$

donde ρ_{kl} es el coeficiente de correlación entre cada submódulo de riesgo; y NL_k representa el requerimiento de capital de cada uno de los tres submódulos, el de insuficiencia de primas y reservas, el de caída y el de catástrofe.

Aunque la Directiva no menciona a qué nivel de detalle deben ser calculados los requerimientos de capital, el QIS-5 exige que el submódulo de riesgo de insuficiencia de primas y reservas sea calculado, tanto el correspondiente al negocio de vida como el de no vida y salud, teniendo en cuenta un nivel de detalle correspondiente a líneas de negocio. Según el QIS-5, para el riesgo de suscripción en no vida se deben considerar doce líneas de negocio: (I) Responsabilidad civil de vehículos a motor, (II) Otro tipo de responsabilidades derivadas de vehículos a motor, (III) Marina, aviación y transporte, (IV) Incendio, (V) Responsabilidad civil, (VI) Crédito y caución, (VII) Defensa jurídica, (VIII) Asistencia, (IX) Diversos, (X) Reaseguro no proporcional Inmuebles, (XI) Reaseguro no proporcional Daños y (XII) Reaseguro no proporcional Marina, aviación y transporte. Una descripción detallada de las definiciones de cada línea de negocio se encuentra en el QIS-5.

El requerimiento de capital para el riesgo de insuficiencia de primas y reservas se deriva mediante la siguiente expresión:

$$NL_{pr} = \rho(\sigma) \cdot V \quad (3)$$

donde V es una medida de volumen; σ es una medida de dispersión denominada desviación estándar *combinada*; y $\rho(\sigma)$ es una función de la desviación estándar *combinada*.

La función $\rho(\sigma)$ está ajustada de tal manera que se corresponde aproximadamente con el valor en riesgo (VaR) calculado con un 99,5% de confianza a un horizonte temporal anual, asumiendo que la distribución del riesgo subyacente es log-normal:

$$\rho(\sigma) = \frac{\exp\left(z_{0,995} \cdot \sqrt{\log(\sigma^2 + 1)}\right)}{\sqrt{(\sigma^2 + 1)}} - 1 \quad (4)$$

donde $z_{0,995}$ es el percentil 99,5 de una distribución Normal estándar.

La medida de volumen y la desviación estándar combinada pueden obtenerse en dos pasos. En primer lugar, se calcula la desviación estándar combinada y la medida de volumen para los riesgos de insuficiencia de primas y de reserva, por línea de negocio. En segundo lugar, se agregan las medidas de volumen y desviación estándar combinada por línea de negocio para derivar una medida de volumen y desviación estándar combinada global. Siguiendo este esquema, el cálculo de la medida de volumen por línea de negocio para el riesgo de insuficiencia de prima se obtendría como sigue:

$$V_{pr}^{LoB} = \max\left(P_{LoB}^{t,written}, P_{LoB}^{t-1,written}, P_{LoB}^{t,earned}\right) + P_{LoB}^{PP} \quad (5)$$

donde, V_{pr}^{LoB} , es la medida de volumen para las primas por línea de negocio (*LoB, line of business*); $P_{LoB}^{t,written}$, es la estimación de las primas netas de reaseguro suscritas prevista para el año t, por línea de negocio; $P_{LoB}^{t-1,written}$, es la estimación de las primas netas de reaseguro suscritas prevista para el año t-1, por línea de negocio; $P_{LoB}^{t,earned}$, es la estimación de las primas devengadas prevista para el año t, por línea de negocio; y P_{LoB}^{PP} , es el valor actual de las primas futuras netas de reaseguro a ingresar derivadas de contratos existentes en el año t, por línea de negocio.

La medida de volumen por línea de negocio para el riesgo de reservas, V_{res}^{LoB} , se corresponde con la mejor estimación² (BE) de los siniestros IBNR por línea de negocio.

QIS-5 ofrece unos valores para la estimación de la desviación estándar combinada por línea de negocio que tienen en cuenta el efecto mitigación de riesgo por reaseguro no proporcional, así como los valores estimados de la desviación estándar combinada del riesgo de reserva por línea de negocio. La medida global de volumen se obtendría del siguiente modo:

$$V = \sum_{\forall LoB} V_{LoB} \quad (6)$$

donde

$$V_{LoB} = (V_{pr}^{LoB} + V_{res}^{LoB}) \cdot (0,75 + 0,25 \cdot DIV_{LoB}) \quad (7)$$

y DIV_{LoB} representa un factor de diversificación geográfica que es obtenido a través de

$$DIV_{LoB} = \frac{\sum_{\forall j} (V_{pr}^{LoB} + V_{res}^{LoB})^2}{\left(\sum_{\forall j} (V_{pr}^{LoB} + V_{res}^{LoB}) \right)^2} \quad (8)$$

siendo j el número de segmentos geográficos.

Por otro lado, la desviación estándar combinada se obtiene con la agregación de las distintas desviaciones estándar por línea de negocio, teniendo en cuenta las medidas de volumen correspondientes:

$$\sigma = \frac{1}{V} \cdot \sqrt{\sum_{LoB} \sum_{LoB'} \rho_{LoB,LoB'} \cdot \sigma_{LoB} \cdot \sigma_{LoB'} \cdot V_{LoB} \cdot V_{LoB'}} \quad (9)$$

² Según QIS-5, las provisiones técnicas correspondientes a contratos no vida deben ser calculadas en base a una valoración de mercado consistente. Las provisiones deben ser estimadas mediante la suma del *Best Estimate*, que se corresponderá con la mejor estimación de los flujos futuros que generará el contrato valorada en el momento actual; más el *Risk Margin Value*, que se corresponderá con aquella cuantía que debería satisfacer una entidad, de manera inmediata, por el acuerdo voluntario entre ésta y otra entidad, de la transferencia de una serie de obligaciones, descontado el *Best Estimate* de éstas.

donde ρ_{LoB} es el coeficiente de correlación entre las líneas de negocio LoB y LoB' ; σ_{LoB} es la desviación estándar de la línea de negocio LoB ; V_{LoB} es la medida de volumen de la línea de negocio LoB ; y

$$\sigma_{LoB} = \frac{\sqrt{(\sigma_{pr}^{LoB} \cdot V_{pr}^{LoB})^2 + 2 \cdot \alpha \cdot \sigma_{pr}^{LoB} \cdot V_{pr}^{LoB} \cdot \sigma_{res}^{LoB} \cdot V_{res}^{LoB} + (\sigma_{res}^{LoB} \cdot V_{res}^{LoB})^2}}{V_{pr}^{LoB} + V_{res}^{LoB}} \quad (10)$$

siendo α el coeficiente de correlación entre la dispersión de primas y reservas, prefijado en QIS-5 e igual a 0,5.

La Tabla 1 y la Tabla 2 muestran los valores que en QIS-5 se proponen para las desviaciones estándar de las primas y reservas, así como la matriz de correlación entre líneas de negocio:

| LoB | Primas | Reservas |
|------|--------|----------|
| I | 10 | 9,5 |
| II | 7 | 10 |
| III | 17 | 14 |
| IV | 10 | 11 |
| V | 15 | 11 |
| VI | 21,5 | 19 |
| VII | 6,5 | 9 |
| VIII | 5 | 11 |
| IX | 13 | 15 |
| X | 17,5 | 20 |
| XI | 17 | 20 |
| XII | 16 | 20 |

Fuente: QIS-5

| | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| I | 1 | | | | | | | | | | | |
| II | 0,5 | 1 | | | | | | | | | | |
| III | 0,5 | 0,25 | 1 | | | | | | | | | |
| IV | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 1 | | | | | | | | |
| V | 0,5 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 1 | | | | | | | |
| VI | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,5 | 1 | | | | | | |
| VII | 0,5 | 0,5 | 0,25 | 0,25 | 0,5 | 0,5 | 1 | | | | | |
| VIII | 0,25 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 1 | | | | |
| IX | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 1 | | | |
| X | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,5 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,5 | 0,25 | 1 | | |
| XI | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,25 | 0,5 | 0,25 | 1 | |
| XII | 0,25 | 0,25 | 0,5 | 0,5 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,5 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 1 |

Fuente: QIS-5

En QIS-5 no se hace referencia a si los valores de la desviación estándar de las reservas contienen la varianza del proceso y/o varianza de la estimación, o ambas, en el sentido que proponen England y Verrall (1998, 2002).

Teniendo en cuenta los estimadores propuestos en QIS-5 para la estimación de los parámetros propios de la entidad, cabe pensar que estas *proxys* han sido obtenidas mediante los mismos estimadores por lo que incluyen ambas varianzas. Este hecho debería ser contrastado.

3. Datos

A partir de la Memoria Estadística Anual de Entidades Aseguradoras publicada por la Dirección General de Seguros y Fondos de Pensiones (DGSFP) sobre balances y cuentas técnicas del negocio no vida correspondientes al ejercicio 2009 para el conjunto de entidades que operan en el mercado español, ha sido extraída la información necesaria para el cálculo del requerimiento de capital de solvencia correspondiente al submódulo de riesgo *insuficiencia de primas y reservas* del negocio no vida, según la fórmula estándar propuesta en QIS-5.

Los datos recogidos referidos al conjunto del mercado corresponden a la información agregada de Sociedades Anónimas, Mutuas, Mutualidades de Previsión Social y Reaseguradoras. Asimismo, la información publicada corresponde a los ramos actualmente vigentes en la normativa contable, esto es, a los ramos (a) Accidentes, (b) Enfermedad, (c) Asistencia sanitaria, (d) Transporte de cascos, (e) Transporte de mercancías, (f) Incendio, (g) Otros daños a bienes, (h) Responsabilidad civil de vehículos a motor, (i) Vehículos a motor, otras garantías, (j) Responsabilidad civil, (k) Crédito, (l) Caución, (m) Pérdidas pecuniarias, (n) Defensa jurídica, (o) Asistencia, (p) Decesos, (q) Multirriesgo hogar, (r) Multirriesgo comercio, (s) Multirriesgo comunidades, (t) Multirriesgo industrial, (u) Otros multirriesgos y (w) Dependencia.

Para efectuar el cálculo del requerimiento de capital de solvencia se ha tenido en cuenta las doce líneas de negocio propuestas en QIS-5, si bien no es estrictamente necesario seguir estas líneas de negocio.

La correspondencia entre los ramos presentados en la memoria y las líneas de negocio propuestas en QIS-5 se ha realizado teniendo en cuenta la recomendación que UNESPA realizó a las entidades participantes en QIS-5. La Tabla A.1 del anexo presenta dichas correspondencias. Como puede apreciarse los ramos (a) Accidentes, (b) Enfermedad, (c) Asistencia sanitaria y (w) Dependencia no son asignados³ a ninguna línea de negocio de las consideradas por QIS-5. Ello es debido a que los ramos (a), (b), (c) y (w) no

³ Excepto el ramo Accidentes, donde se considera el reaseguro no proporcional en la línea de negocio XI.

son considerados en el submódulo de riesgo *insuficiencia de primas y reservas*, sino en otro submódulo específico para dichos riesgos.

Como resultado de la agregación por líneas de negocio, en la Tabla 3 se presentan los *inputs*, en millones de euros, para el cálculo del requerimiento de capital de solvencia basado en el modelo estándar correspondiente al mercado español para el ejercicio 2010.

Las cuantías de la Tabla 3 referidas a las líneas de negocio I a IX son netas de reaseguro. Las líneas de negocio X, XI y XII se corresponden con los volúmenes de reaseguro correspondientes a Inmuebles, Daños y Marina, aviación y transporte, e incluyen las variaciones en las provisiones para primas pendientes de cobro y para primas no consumidas y riesgos en curso. La línea de negocio X comprende los ramos Incendio, Otros daños a bienes y los ramos Multirriesgo. La línea de negocio XI contiene el ramo Accidentes, y la línea de negocio XII se corresponde con los ramos Transporte de cascos y Transporte de mercancías.

| Tabla 3 Inputs del modelo estándar | | | |
|---|--------------------------|--------------------------|-------------------------------|
| LoB | $P_{LoB}^{2008,written}$ | $P_{LoB}^{2009,written}$ | $BE_{LoB}^{2009,written} (*)$ |
| I | 6.232,56 | 5.781,62 | 4.870,17 |
| II | 4.947,32 | 4.812,27 | 1.280,37 |
| III | 441,92 | 421,25 | 560,87 |
| IV | 6.595,29 | 6.870,41 | 2.678,54 |
| V | 1.360,89 | 1.218,59 | 3.558,51 |
| VI | 469,68 | 499,64 | 948,18 |
| VII | 174,23 | 161,67 | 52,03 |
| VIII | 669,38 | 676,13 | 25,77 |
| IX | 1.709,51 | 1.895,39 | 213,03 |
| X | 1.529,88 | 1.851,82 | 1.326,85 |
| XI | 64,48 | 74,57 | 61,89 |
| XII | 196,71 | 232,65 | 372,23 |

Fuente: DGSFP / (*) Best Estimate

Las cuantías correspondientes a las provisiones técnicas de siniestros pendientes por línea de negocio es igual a la suma de las cuantías correspondientes a las partidas Provisión para prestaciones, más la Provisión para gastos internos de liquidación de siniestros, más la Provisión para siniestros pendientes de declaración, en el caso de las líneas de negocio I a IX. En el caso de las líneas de negocio X a XII, las provisiones técnicas de siniestros pendientes han sido obtenidas por línea de negocio como la suma de la Provisión para siniestros pendientes de liquidación, más la Provisión para siniestros pendientes de declaración.

4. Resultados

Para efectuar el cálculo del requerimiento de capital asumimos que todos los volúmenes de reaseguro se corresponden con reaseguro no proporcional. Todos los parámetros utilizados en el cálculo del requerimiento, las desviaciones de primas y reservas por línea de negocio, la matriz de correlaciones entre líneas de negocio y el coeficiente de correlación entre las desviaciones de primas y reservas, son los propuestos en el QIS-5. Además, hemos considerado las siguientes hipótesis para el cálculo del requerimiento de capital de solvencia. En primer lugar, el volumen de primas suscrito en el ejercicio es igual al devengado. En segundo lugar, todos los contratos son a prima única, por lo que el valor actual de las primas futuras derivadas de contratos existentes con cobertura más allá del horizonte anual, es nulo. Además, asumimos también que las cuantías correspondientes a las provisiones técnicas se corresponden con el *Best Estimate* a que se refiere QIS-5.

Con los datos de la Tabla 3 correspondientes al mercado español y asumiendo las hipótesis mencionadas, hemos obtenido una estimación del SCR para el riesgo de suscripción no vida, basado en el modelo estándar, correspondiente al conjunto del mercado español para el ejercicio 2010. El requerimiento de capital obtenido ha sido de 7.533,19 millones de euros, lo que, aproximadamente, representa un 30% del volumen total de recaudación de primas del sector en el ejercicio 2009 y un 47% de la provisión para prestaciones agregada del mercado. Si realizamos un cambio en la hipótesis de la matriz de correlación entre líneas de negocio y asumimos la hipótesis de incorrelación en el comportamiento de las líneas de negocio, la estimación del SCR para el ejercicio 2010 sería de 4.269,87 millones de euros, aproximadamente un 18% de la recaudación de primas del ejercicio 2009 y un 26% de la provisión para prestaciones agregada de mercado. La reducción, en términos absolutos, que se produce al considerar incorrelación entre líneas de negocio, comparada con el capital asumiendo la hipótesis sobre correlaciones propuesta en QIS-5, es de 3.263,32 millones de euros, aproximadamente un 13% sobre el volumen total de primas y un 20% de la provisión de prestaciones.

Una vez obtenida la estimación del requerimiento de capital para el riesgo de suscripción no vida del mercado español, hemos realizado un análisis de sensibilidad del SCR frente a diversos cambios en las correlaciones que intervienen en la fórmula estándar. En primer lugar, se han realizado cien mil simulaciones aleatorias de la matriz de correlación entre líneas de negocio. Las simulaciones se han llevado a cabo teniendo en cuenta que

puedan existir tanto correlaciones positivas como negativas. Si bien resultaría difícil encontrar una justificación para la utilización de correlaciones negativas entre las líneas de negocio, se ha optado por incluirlas con la finalidad de obtener el recorrido teórico completo del SCR. Por otra parte, con los mismos datos, y considerando la matriz de correlación entre líneas de negocio propuesta en QIS-5, hemos realizado un análisis de sensibilidad del requerimiento de capital de solvencia con respecto a la correlación entre la desviación de las primas σ_{pr}^{LoB} y de las reservas σ_{res}^{LoB} , es decir, el parámetro α del modelo estándar utilizado para derivar la medida de desviación agregada por líneas de negocio σ_{LoB} . De nuevo, realizamos el análisis permitiendo tanto correlaciones positivas como negativas.

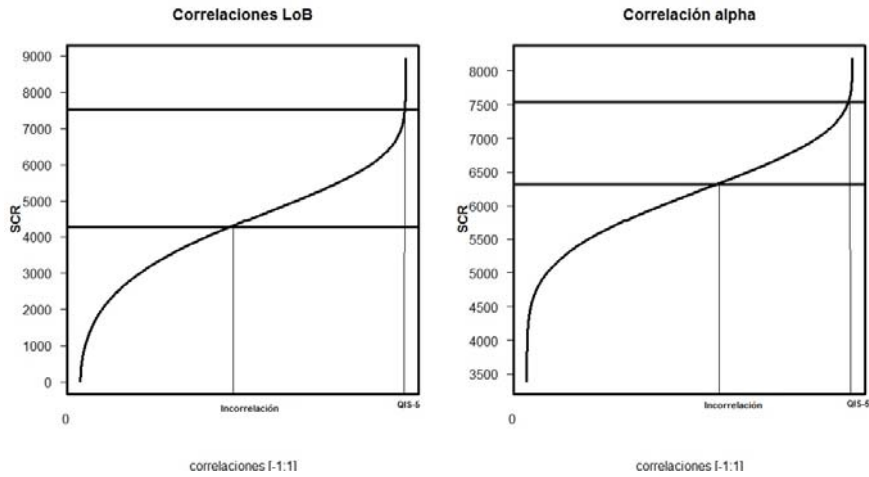
La Figura 1 muestra el recorrido del SCR para los dos escenarios planteados, es decir, la distribución del SCR frente a cambios en las correlaciones, tanto para la matriz de correlación entre líneas de negocio como para el parámetro α . Como puede apreciarse, el requerimiento de capital de solvencia tiene una gran sensibilidad al cambio en la matriz de correlación entre líneas de negocio. Cuando se consideran cambios en la matriz de correlación entre líneas de negocio, el requerimiento de capital está acotado superiormente. La cota superior se produce en el caso de que la matriz de correlación esté formada por unos, es decir, correlación perfecta positiva (comonotonía) entre todas las líneas de negocio. En este caso, el requerimiento de capital de solvencia es de 11.713,86 millones de euros. Como hemos visto, la matriz propuesta en QIS-5 produce un requerimiento de capital de 7.533,19 millones de euros, mientras que si se considera incorrelación entre líneas de negocio el capital requerido es de 4.269,87 millones de euros. Si realizamos el análisis de sensibilidad del SCR a los coeficientes de correlación entre las dispersiones de las primas y reservas, el parámetro α , la reducción del requerimiento de capital que se puede obtener como consecuencia de la modificación de esta correlación, es menor que en el caso de las correlaciones entre líneas de negocio, lo que indica que el SCR es menos sensible en este caso. De este modo, si las correlaciones fueran perfectas y positivas, el capital de solvencia requerido sería de 8.600,50 millones de euros. Si dicha correlación es nula, es decir, consideramos que las medidas de dispersión son independientes, el capital requerido sería de 6.318,06 millones de euros. Las correlaciones entre las dispersiones de las primas y las reservas propuestas en QIS-5 (0,5) producen un requerimiento de 7.533,19 millones de euros. La Tabla 4 resume los requerimientos obtenidos en función de las correlaciones propuestas.

Por tanto, en el caso de que se parta de la situación propuesta en QIS-5, la reducción en el SCR, consecuencia de la modificación de la matriz de correlación entre líneas de negocio y asumiendo que la situación más favorable es la incorrelación entre líneas de negocio, es de 3.263,32 millones de euros. Si lo que se modifica es el parámetro α del modelo, la correlación entre las medidas de dispersión de primas y reservas, la reducción es como máximo de 2.282.44 millones de euros, asumiendo como caso más favorable la independencia.

| Tabla 4 SCR en función de las correlaciones | | | | | | |
|---|---------------------------------------|------------|-----------------|----------------|------------|-----------------|
| | Correlaciones entre líneas de negocio | | | Parámetro alfa | | |
| | SCR | % s/primas | % s/provisiones | SCR | % s/primas | % s/provisiones |
| QIS-5 | 7.533,19 | 30 | 47 | 7.533,19 | 30 | 47 |
| Incorrelación | 4.629,87 | 18 | 26 | 6.318,06 | 25 | 39 |
| Comonotonía | 11.713,86 | 47 | 73 | 8.600,50 | 35 | 53 |

Fuente: Elaboración propia

Figura 1. Sensibilidad del SCR a cambios en las correlaciones.



Fuente: Elaboración propia

5. Conclusiones

En primer lugar, utilizando datos de mercado referentes al ejercicio 2009 del negocio no vida, hemos obtenido el requerimiento de capital de solvencia para 2010 basado en el modelo estándar propuesto en QIS-5 para el

submódulo de riesgo *insuficiencia de primas y reservas*. Observamos que éste tiene una gran sensibilidad a los parámetros de los que depende el modelo. En este trabajo hemos realizado un análisis de sensibilidad del SCR a cambios en la matriz de correlación entre las líneas de negocio propuesta en QIS-5. Comparando los resultados del SCR obtenidos con la matriz de correlación propuesta en QIS-5, con algunos de los obtenidos con el análisis de sensibilidad, observamos que existe un amplio recorrido entre el capital calculado íntegramente con los parámetros preestablecidos y el capital obtenido asumiendo incorrelación entre líneas de negocio.

La estimación del requerimiento de capital del conjunto del mercado ha sido obtenida como si éste actuase como una única entidad. Teniendo en cuenta que el requerimiento de capital responde a una aproximación del valor en riesgo de una distribución de probabilidad, y que esta medida, en general, no cumple la propiedad de subaditividad, puede darse el caso de que la suma de los requerimientos individuales de las entidades consideradas sea superior al requerimiento conjunto que hemos obtenido. El problema de incumplimiento de la propiedad de subaditividad de la medida de riesgo quedaría resuelto eligiendo una medida coherente en el sentido de Artzner *et al.* (1999) de riesgo, por ejemplo, el valor en riesgo en cola (Tail-VaR), si bien este caso ello implicaría un requerimiento de capital mayor.

No obstante, la estimación que hemos realizado puede ser utilizada como *benchmark* por los agentes del mercado. Por una parte, las entidades teniendo en cuenta su participación en la cuota de mercado y asumiendo que el conjunto del mercado opera como una única entidad, pueden comparar la ratio SCR respecto del volumen de primas suscrito con aquella derivada del mercado; y por otra parte, el regulador puede realizar la asignación del requerimiento de capital del mercado correspondiente a cada entidad con alguna de las técnicas desarrolladas a tal efecto, y compararlo con el SCR que las entidades efectivamente calculan.

Además, podemos realizar algunas reflexiones sobre el modelo estándar. Creemos que las entidades tienen un gran incentivo para utilizar modelos alternativos al estándar completo, puesto que usando los parámetros preestablecidos, los resultados que arroja el modelo dependen de la medida de volumen. Incluso en el caso en que se utilicen parámetros propios, el SCR sigue dependiendo de la medida de volumen, pues en la construcción del modelo las medidas de volumen son utilizados como ponderaciones. En este sentido, el modelo estándar de Solvencia II no supera las críticas realizadas al modelo de Solvencia I, también basado en volúmenes. Aquellas entidades con un mayor volumen de provisiones, es decir, más prudentes, estarán

penalizadas con un mayor requerimiento de solvencia, puesto que la medida de volumen del modelo depende de ello. Asimismo, pensamos que el modelo no tiene en cuenta el recargo de seguridad de las primas puesto que se utiliza como *input* los volúmenes suscritos de primas y no las primas puras. Aquellas entidades que apliquen un mayor recargo de seguridad sobre la prima pura estarán penalizadas con un mayor requerimiento de capital de solvencia. Del mismo modo, con este modelo, aquellas entidades que cometan errores de tarificación, es decir, tengan insuficiencia de primas, se beneficiarán de una reducción del requerimiento, lo que va en contra de la filosofía de Solvencia II. Por estas razones, pensamos que las entidades tienen incentivos suficientes para avanzar en modelos para el cálculo del requerimiento de capital de solvencia, bien a través de modelos parciales, o bien a través de modelos internos completos, con la finalidad de ajustar el requerimiento al perfil de la entidad.

Anexo

| Tabla A.1 Correspondencias entre ramos y líneas de negocio | | | | | | | | | | | | |
|--|---|----|-----|----|---|----|-----|------|----|-------|--------|---------|
| Ramos | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X (*) | XI (*) | XII (*) |
| a | | | | | | | | | | | x | |
| b | | | | | | | | | | | | |
| c | | | | | | | | | | | | |
| d | | | x | | | | | | | | | x |
| e | | | x | | | | | | | | | x |
| f | | | | x | | | | | | x | | |
| g | | | | x | | | | | | x | | |
| h | x | | | | | | | | | | | |
| i | | x | | | | | | | | | | |
| j | | | | | x | | | | | | | |
| k | | | | | | x | | | | | | |
| l | | | | | | x | | | | | | |
| m | | | | | | | | | x | | | |
| n | | | | | | | x | | | | | |
| o | | | | | | | | x | | | | |
| p | | | | | | | | | | | | |
| q | | | | x | | | | | x | x | | |
| r | | | | x | | | | | | x | | |
| s | | | | x | | | | | | x | | |
| t | | | | x | | | | | | x | | |
| u | | | | x | | | | | | x | | |
| w | | | | | | | | | | | | |

Fuente: UNESPA / (*) Reaseguro no proporcional

Referencias

- Artzner, P., Delbaen, F., Eber, J.M. and Heath, D., (1999); Coherent Measures of Risk. *Mathematical Finance*, 9(3), 203-228.
- Directiva 2009/138/EC del Parlamento Europeo y del Consejo de 25 de Noviembre de 2009 sobre el acceso y ejercicio de la actividad aseguradora y reaseguradora. *Official Journal*, L335, <http://eurlex.europa.eu/Result.do?T1=V3&T2=2009&T3=138&RechType=RECH naturel&Submit=Search>, (consultado 20/09/2010).
- England, P.D. and Verrall, R.J., (1999); Analytic and bootstrap errors in claim reserving. *Insurance: Mathematics and Economics*, 25, 281-293.
- England, P.D. and Verrall, R.J., (2002); Stochastic claims reserving in general insurance. *British Actuarial Journal*, 8(3), 443-544.
- QIS-5, Quantitative Impact Study 5 (2010), Comitee of European Insurance and Occupational Pensions Supervisors (CEIPOS). <http://www.ceiops.eu>.
- El Modelo Español de Solvencia paso a paso. http://www.unespa.es/adjuntos/fichero_2590_20080227.pdf (consultado 20/09/2010)