

TRABAJO FIN DE MÁSTER

Título: Análisis Comparativo de Modelos de Solvencia Aseguradora.

Autor: Alejandro García Crespo.

Tutor/res: Anna Castañer Garriga y M.Mercè Claramunt Bielsa

Curso: 2014-2015.

Facultad de Economía y Empresa
Universidad de Barcelona

Trabajo Fin de Máster

Máster en Ciencias Actuariales y Financieras

ANÁLISIS COMPARATIVO DE MODELOS DE SOLVENCIA ASEGURADORA

Autor:

Alejandro García Crespo

Tutor/es:

Anna Castañer Garriga y M.Mercè Claramunt Bielsa

El contenido de este documento es de exclusiva responsabilidad del autor, quien declara que no ha incurrido en plagio y que la totalidad de referencias a otros autores han sido expresadas en el texto.

Resumen

Esta tesis de máster presenta un análisis global de tres de los modelos de solvencia más utilizados actualmente: La normativa europea Solvencia II, el sistema suizo *Swiss Solvency Test* y el sistema americano *Risk Based Capital* de la *National Association of Insurance Commissioners* (NAIC).

Su objetivo es el de comparar dichos modelos entre ellos analizando lo bien que capturan el riesgo del asegurador, la facilidad y coste de su aplicación en la empresa y en base a otros parámetros, además de analizar el grado en el que cumplen con los criterios establecidos por [Cummins et al. \(1994\)](#) para ser considerados modelos de solvencia. Junto a esto, se presenta una guía de cálculo para el riesgo de una empresa aseguradora del ramo no-vida en cada uno de estos modelos con la idea de realzar su filosofía y remarcar las diferencias que pueden existir en términos de solvencia y de capital reservado dependiendo del modelo escogido.

La tesis de máster empieza con una breve introducción de los modelos anteriormente mencionados, seguido de una comparativa mediante los criterios de Cummins y una explicación del cálculo del riesgo de suscripción con cada modelo. El trabajo finaliza con una comparativa teórica y con un ejemplo de cálculo del capital de solvencia para el riesgo de suscripción de un asegurador del ramo no-vida.

Palabras Clave: Solvencia II; *Swiss Solvency Test*; RBC NAIC; Seguro no-vida; Modelos de solvencia; Riesgo de suscripción.

Abstract

This master thesis provides a global analysis of three of the solvency models used nowadays: The European Solvency II regulations, the Swiss Swiss Solvency Test and the American Risk-Based Capital of the National Association of Insurance Commissioners (NAIC).

Its objective is to compare those models between them depending on how well they capture the insurer's risks, the facility and the costs of application for the insurers and other parameters as well of analyze the degree of compliance with the requirements made by [Cummins et al. \(1994\)](#) for being considered as a solvency models. Furthermore, a guide of calculation of the underwriting risk in each of those models is presented in order to highlight the philosophy of them and remark the differences that can have an insurer depending on the model which chooses in therms of solvency and liquid capital.

The thesis presents a brief introduction of those models before mentioned followed by a comparative of the models with the Cummins criteria and an explanation of the calculation of the underwriting risk in every model. The paper ends with a theoretical comparative of the models and one example of calculation of the Solvency Capital for underwriting risk.

Keywords: Solvency II; Swiss Solvency Test; RBC NAIC; Non-life insurance; Solvency models; Underwritting risk.

Índice

1. Introducción	1
2. Modelos de Solvencia	1
2.1. Solvencia II	2
2.1.1. El Capital de Solvencia Requerido	2
2.2. Swiss Solvency Test	4
2.2.1. El <i>Risk-Bearing Capital</i>	5
2.3. El RBC de la NAIC (E.U.A.)	6
2.3.1. Fórmula del <i>Risk-Based Capital</i>	7
3. Comparativa mediante Criterios	8
3.1. Criterio 1 (Incentivos apropiados)	9
3.2. Criterio 2 (Sensible al riesgo)	9
3.3. Criterio 3 (Calibración apropiada)	10
3.4. Criterio 4 (Centrar en mayores costes)	10
3.5. Criterio 5 (Valores económicos)	10
3.6. Criterio 6 (Desalentar información errónea)	10
3.7. Criterio 7 (Fórmula simple)	11
4. Riesgo de suscripción no-vida	11
4.1. El SCR en Solvencia II	12
4.1.1. Determinación de la medida de volumen	12
4.1.2. Determinación de la desviación estándar	13
4.2. El R-BC del SST	14
4.2.1. Valoración de los pasivos	15
4.2.2. Provisiones por siniestros ocurridos en años anteriores (<i>previous year claims</i>)	16
4.2.3. Provisiones por siniestros ocurridos en el año en curso (<i>current year claims</i>)	17
4.2.4. El Target Capital	19
4.3. El RBC de la NAIC	20
4.3.1. Riesgo por reservas	21
4.3.2. Riesgo por primas emitidas	22
5. Comparación	24
5.1. Ejemplo teórico	24
5.2. Ejemplo numérico	26
5.2.1. Metodología Solvencia II	27
5.2.2. RBC NAIC	27
5.2.3. Comparativa	28
6. Conclusiones y futuras líneas de investigación	29
A. Apéndices	30

A1 Hipótesis del <i>Swiss Solvency Test</i>	30
A2 Riesgo de reserva y de primas emitidas del RBC de la NAIC	32
A3 Los riesgos R_4 y R_5 del RBC de la NAIC	34
A3.1.El riesgo por provisiones R_4	34
A3.2.El riesgo por primas emitidas R_5	35
A4 Datos de la compañía aseguradora	37

Índice de tablas

1.	Características de los distintos modelos (resumen)	25
2.	Factores del RBC para el riesgo de reservas. Línea de negocio <i>Private Passenger Auto Liability</i>	32
3.	Factores del RBC para el riesgo de primas netas emitidas. Línea de negocio <i>Private Passenger Auto Liability</i>	33

Índice de figuras

1.	Módulos y submódulos de Solvencia II	3
2.	Efecto del R-BC en las empresas de seguros	5
3.	Grado de cumplimiento con los criterios de Cummins et al. (1994)	11
4.	R_4 - Pasos para el cálculo del riesgo de reserva	34
5.	R_5 - Pasos para el cálculo del riesgo por primas emitidas	35
6.	Cuenta técnica no vida de SegurCaixa Adeslas S.A., 2011	37

1. Introducción

La solvencia de las compañías aseguradoras ha sido uno de los puntos más discutidos a lo largo de los últimos años, sobretodo a causa de la última crisis en Estados Unidos (2006) y en la Unión Europea (2008). Por esta razón, la necesidad de proteger a los asegurados de una bancarrota de las compañías aseguradoras y la necesidad de incrementar la transparencia de dichas compañías ha provocado un cambio en la concepción del término solvencia en una compañía aseguradora. Así, con este punto de vista, se han ideado nuevos modelos de solvencia y otros han sido actualizados. Esta tesis de máster pretende analizar tres de estos modelos y compararlos entre ellos para encontrar cuál es más adecuado para una compañía aseguradora.

En primer lugar, en la Sección 2, se presentarán los tres modelos de solvencia escogidos: Solvencia II, el cual es un nuevo modelo de solvencia que se va a implementar en Europa a partir del 01/01/2016; *Swiss Solvency Test* (SST), el cual es un modelo de solvencia utilizado por las compañías aseguradoras suizas desde el año 2006; y el *Risk Based Capital* (RBC) de la *National Association of Insurance Commissioners* (NAIC), el cual es un modelo de solvencia utilizado desde 1994 por las empresas aseguradoras que operan en Estados Unidos.

En la Sección 3 se utilizarán los criterios establecidos por [Cummins et al. \(1994\)](#) para comparar estos modelos con el objetivo de encontrar en qué grado cumplen dichos criterios y cuál de ellos cumple mejor estos requisitos para poder ser considerado un modelo de solvencia efectivo.

En la Sección 4 se explicará la metodología que utiliza cada uno de los tres modelos para calcular el capital de solvencia requerido para el riesgo de suscripción. Así, en esta sección se presentará una guía de los pasos necesarios para calcular dicho capital de solvencia, desde su composición hasta las hipótesis utilizadas para el cálculo de los elementos que se requieren. Para no sobrecargar la tesis de máster, parte de esta explicación se recoge en los apéndices.

En la Sección 5 se compararán los tres modelos en términos de lo bien que capturan el riesgo del asegurador. Esta comparación teórica se realizará mediante el análisis de la construcción de los modelos y de la forma en que obtienen el capital que un asegurador necesita para ser solvente. En una segunda parte de esta sección, se realizará una comparación numérica de los modelos. Se calculará el capital de solvencia necesario para una hipotética compañía aseguradora del ramo de no-vida con cada uno de los tres modelos considerados y el capital de solvencia indicado se comparará para analizar cuál de dichos modelos captura mejor el riesgo a cambio de hacer renunciar a la empresa a un menor capital que los otros.

Finalmente, en la Sección 6, se presentarán las conclusiones más relevantes y líneas futuras de investigación. El trabajo se cierra con la bibliografía y los apéndices.

2. Modelos de Solvencia

En esta primera sección, se realiza una pequeña introducción de los modelos de solvencia en los que se basa este trabajo: Solvencia II, *Swiss Solvency Test* y RBC de la NAIC. Esta introducción será solo un pequeño resumen de los principales puntos de cada modelo: Por qué fueron creados, para qué fueron creados y cuál es su estructura son preguntas que se intentarán responder a fin de establecer las bases a partir de las cuales se realizará todo el análisis.

2.1. Solvencia II

Solvencia II es un marco regulatorio europeo que incluye un modelo administrativo dinámico basado en escenarios y algunos principios con un amplio rango de indicadores cuantitativos y cualitativos que indican la capacidad de una compañía aseguradora de mantenerse en una situación de solvencia en todo momento; definiendo solvencia como la capacidad de una compañía aseguradora de poder hacer frente a sus obligaciones de pago sin llegar a la bancarrota.

La normativa Solvencia de II se formalizó con la Directiva 2009/138/CE del parlamento europeo y del Consejo de 25 de noviembre de 2009, la cual regula la industria aseguradora europea y cuyo objetivo es el de armonizar y modernizar la regulación y supervisión del sector asegurador a nivel europeo para incrementar la protección de los beneficiarios de los seguros y contribuir con la estabilidad financiera.

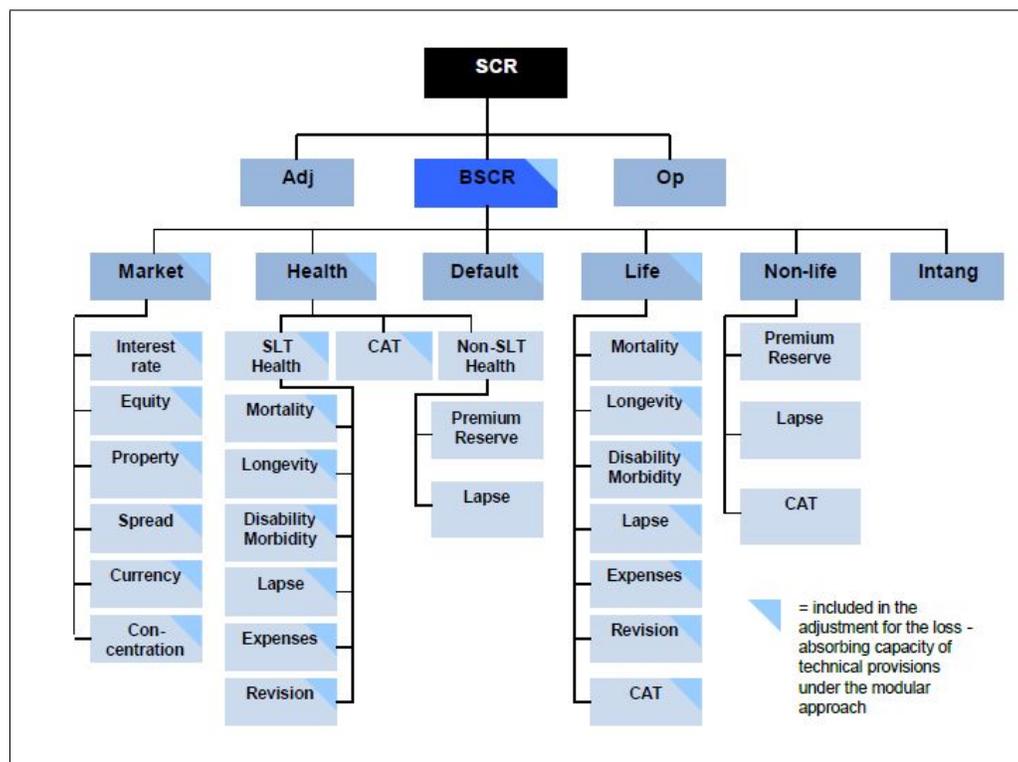
Solvencia II está basada en una estructura de tres pilares:

- El primer pilar incluye los **requerimientos cuantitativos** para medir el capital adecuado. Su objetivo es determinar el estado de la compañía en términos de solvencia dando los instrumentos y la información necesaria para calcular este capital de solvencia de acuerdo con los riesgos asumidos y un modelo estándar o interno. Además da instrucciones para cuantificar el valor de los activos y pasivos, el valor de las inversiones, las provisiones técnicas y el valor patrimonial. Este pilar incorpora el Capital de Solvencia Requerido (SCR) y el Capital de Solvencia Mínimo (MCR). El Capital de Solvencia Requerido es el nivel mínimo de capital necesario para que la empresa opere normalmente. Por debajo de este nivel, la compañía deberá discutir remedios con sus reguladores. El Capital de Solvencia Mínimo es el umbral a partir del cual a las compañías no se les permite funcionar; es decir, si una compañía tiene un capital por debajo del MCR, ésta no podrá hacer frente a sus obligaciones de pago. Un capital por debajo del MCR significa que el supervisor deberá tomar medidas especiales para garantizar la solvencia de la entidad.
- El segundo pilar se refiere a los **requerimientos cualitativos** y al proceso de supervisión. Habla sobre la gestión de riesgos y la supervisión de la normativa aplicable. El proceso de supervisión, los principios de los sistemas de gobierno, el control interno y la gestión de riesgos están dentro de este pilar. Intenta llevar a cabo un proceso de supervisión en el cual se incluye una evaluación de la gestión de la administración.
- El tercer pilar intenta mejorar la **transparencia** de la compañía. Habla sobre la necesidad de comunicación de la información de la compañía al órgano supervisor y a los mercados y, también, a quien quiera e incorpora mecanismos para garantizar su cumplimiento.

2.1.1. El Capital de Solvencia Requerido

El criterio de cálculo del SCR que indica las reglas para cualquier compañía se llama fórmula estándar. A diferencia de la normativa Solvencia I que consideraba que “todas las compañías son iguales” (CEA and Mercer Oliver Wyman, 2005), Solvencia II particulariza cada compañía en base a su volumen de negocio, el tipo de negocio que lleva a cabo y los riesgos a los que se enfrenta. Para calcular el SCR, Solvencia II utiliza el *Value at Risk (VaR)* con un nivel de confianza del 99.5%. El *VaR* es una medida de riesgo que indica la mayor pérdida probable,

dado un nivel de confianza y un horizonte temporal. La fórmula estándar incorpora los riesgos que pueden observarse en la Figura 1.



Fuente: EIOPA (2014)

Figura 1: Módulos y submódulos de Solvencia II

La normativa de Solvencia II también permite la posibilidad de incorporar un modelo interno que incluya todos los riesgos de la entidad en vez de utilizar la fórmula estándar. Este modelo interno puede ser parcial o completo y tiene que ser aprobado por el organismo regulatorio (en España, la Dirección General de Seguros y Fondos de Pensiones), el cual aceptará el modelo si incorpora correctamente el riesgo del negocio.

El hecho de escoger la fórmula estándar o el modelo interno depende de la decisión de la compañía aseguradora. Escoger la fórmula estándar engloba una menor complejidad, requiriendo menor tiempo para implementar la normativa y da una aproximación armonizada para medir y definir los riesgos a un nivel europeo a cambio de no reflejar el perfil de riesgo de la compañía correctamente. Esto significa que el SCR será superior a aquél SCR que reflejaría un modelo interno. Aplicar la misma metodología para todas las compañías, aunque ésta difiera entre las empresas en función de varios factores, hace a la fórmula estándar más conservadora, forzando a la compañía a mantener un mayor capital inmóvil del necesario y prohibiéndole obtener ganancias con él. Esta fórmula es adecuada para compañías que disponen de poca información y de poca experiencia en la modelización de riesgos.

El modelo interno se desarrolla dentro de cada compañía y calcula el SCR de acuerdo con la información de la que ésta dispone. Por este motivo, el modelo interno es más preciso que la fórmula estándar pero también más caro. Escoger bien los riesgos que una compañía debe

de hacer frente hace más fácil aplicar las técnicas de mitigación del riesgo, las cuales mejoran la solvencia de la empresa y permite tener un mayor capital disponible que aquél que refleja la fórmula estándar. Otra ventaja es que permite considerar las dependencias que existen entre la diferente tipología de riesgos además de permitir el uso de una medida de riesgo diferente del VaR , siempre que tenga el permiso del regulador, o de un horizonte temporal diferente del año que dicta la fórmula estándar.

2.2. Swiss Solvency Test

El *Swiss Solvency Test* (SST) es un modelo de riesgo para empresas de la industria aseguradora que operan en Suiza utilizado desde 2006 para grandes aseguradoras y desde 2008 para el resto de aseguradores. Fue desarrollado por la *Swiss Federal Office of Private Insurance* (FOPI) en cooperación con la industria aseguradora suiza y con colaboración de representantes académicos del campo asegurador.

Su objetivo es el de obtener la cantidad de riesgos que se incurre en la actividad aseguradora, medido mediante el *Target Capital* (TC), y su capacidad financiera para hacer frente a dichos riesgos, medido mediante el *Risk-Bearing Capital* (R-BC). Además, intenta proteger a los asegurados mediante el *Target Capital* (enfocado a los requerimientos cuantitativos) mientras mejora la transparencia de la industria aseguradora mediante el *SST Report* (enfocado en los requerimientos cualitativos). El R-BC ha de ser superior al TC.

Dado que en Europa existían planes para crear la normativa de Solvencia II, el SST está creado de modo que sea compatible con esta nueva normativa europea. El *Swiss Solvency Test* es un modelo basado en principios (modelo estocástico que incorpora escenarios de riesgo) el cual incluye diferentes modelos que capturan el riesgo de mercado, el riesgo de seguro y el riesgo de crédito y que utiliza escenarios de análisis predefinidos. Es un sistema basado en el riesgo y en principios sobre la base de un marco de valoración realista (Garayeta et al., 2014). Dado que mide el riesgo económico, el valor de los activos y de los pasivos debe de reflejar los valores de mercado. Por ello, tal y como apunta el FOPI (2004), la estimación es mejor, más reciente y más objetiva (Garayeta et al., 2014). La medida de riesgo utilizada por el *Swiss Solvency Test* es el *Expected Shortfall* (ES) en vez del VaR , al ser, la primera, una medida de riesgo más conservadora que la segunda.

$$ES_{\alpha}(X) = E[X|X \leq VaR_{\alpha}(X)]$$

El uso del *Expected Shortfall* es a causa de que es una medida de riesgo más estable que el VaR que permite recoger los valores extremos a la hora de estimar riesgos. Dado el comportamiento de los siniestros, se puede considerar que existen siniestros cuya cuantía es muy elevada pero con una probabilidad de ocurrencia muy pequeña que el VaR no recogería. Por lo que respecta a los riesgos medidos, tal y como indica el documento del *Swiss Solvency Test*, son:

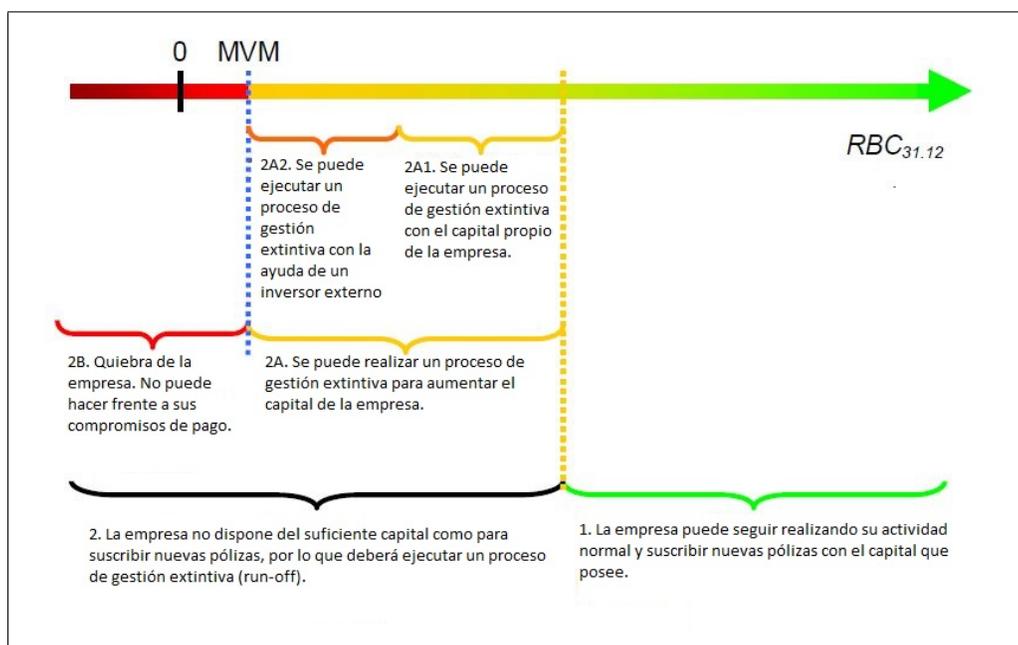
1. *Riesgo de mercado*. Riesgo de que el R-BC cambie a causa de cambios en factores económicos externos o influencias (por ejemplo, factores de riesgo).
2. *Riesgo técnico*. Riesgo de que el R-BC cambie a causa de la aleatoriedad de los riesgos asegurados y las incertidumbres en la estimación de los parámetros técnicos.

3. *Riesgo de crédito*. Riesgo de que el R-BC cambie debido a los impagos y a los cambios de calificación de las contrapartes. Este riesgo está contenido en bonos, préstamos, garantías, hipotecas, y las políticas de reaseguro y balances.

El riesgo operacional no se ha incluido aún pero se espera su implementación en un futuro. De la misma manera que Solvencia II, el SST escoge 1 año como el horizonte temporal en el cual se estiman los riesgos.

2.2.1. El *Risk-Bearing Capital*

Como se ha dicho anteriormente, el R-BC indica la capacidad de la empresa para afrontar los riesgos a los que se enfrenta. En la Figura 2 se puede observar el estado de la compañía en función del R-BC que posea.



Fuente: Elaboración propia basado en FOPI (2006)

Figura 2: Efecto del R-BC en las empresas de seguros

Mientras el tramo 1 de la Figura 2 indica que existe suficiente R-BC para afrontar los riesgos de la empresa y que dicha empresa puede seguir suscribiendo nuevas pólizas, el tramo 2 indica que la entidad tiene poco capital disponible para asumir nuevas pólizas y que debe realizar las reformas necesarias para aumentar ese R-BC. El tramo 2 está dividido a su vez en el tramo 2A, en el cual la cartera está en proceso de gestión extintiva (ausencia total de nueva producción) pero los tomadores (*policyholders*) probablemente puedan recibir sus beneficios garantizados, y en el tramo 2B, en el cual la cartera no dispone del suficiente capital para hacer frente a los compromisos de pago con sus asegurados ni aunque un proveedor externo se haga cargo de su deuda (reaseguro). El tramo 2A está dividido en el tramo 2A1, donde el R-BC puede afrontar el proceso de gestión extintiva, y en el tramo 2A2, en el cual es posible para el asegurador transferir el riesgo a un proveedor externo de capital al ser el R-BC mayor que el margen de su

valor de mercado, por lo que algún inversor o entidad aseguradora estaría dispuesto a asumir sus activos y pasivos ya que podría obtener beneficio. Si el R-BC es positivo, el valor esperado de los pasivos es menor que el valor de los activos pero el riesgo de que los compromisos de pago puedan exceder dicho valor es alto. Por contra, si el R-BC es negativo, el valor esperado de los pasivos no está cubierto por los activos.

Los resultados del *Target Capital* se obtienen mediante agregación, que consiste en calcular la media ponderada de las distribuciones de probabilidad dada una situación normal de la empresa (modelo estándar) y dadas algunas situaciones especiales (escenarios). Por lo que respecta a los parámetros de los modelos, algunos de ellos están predefinidos por la administración (FOPI, 2004), a través de la experiencia de las empresas aseguradoras suizas reportada, mientras que otros se establecen por decisión de la empresa. El *Target Capital* es aquella cantidad que asegura que la empresa tiene suficientes activos para cubrir sus pasivos, lo cual asegura un cierto nivel de confianza. Posee dos componentes: el *risk margin*, el cual es la compensación que una empresa debe dar a otra aseguradora para transferirle a ella parte del riesgo, y el capital que la empresa necesitará en el ejercicio próximo (un año, que es el horizonte temporal predefinido), el cual es el R-BC que la compañía necesita hoy considerando el 100 % de los peores escenarios un año después. El R-BC debe de contener todos los tipos de capital que la compañía podría utilizar libremente en una situación comprometida (Luder, 2005). Por tanto, el *Target Capital* incorpora el R-BC y el margen de riesgo y el capital mínimo de solvencia (*Statutory Capital*) viene impuesto por ley. Comparando el *Risk-Bearing Capital* con el *Statutory Capital* se obtiene la situación de la empresa: Si el capital está por debajo del nivel mínimo considerado por ley, la compañía deberá cesar en su actividad y si está por encima de dicho nivel pero no llega al *Target Capital*, la empresa debe de plantear unas mejoras para alcanzarlo (Garayeta et al., 2014).

El *Swiss Solvency Test* pretende optimizar la transferencia de riesgo entre empresas para evitar que alguna de ellas soporte tanto riesgo como para hacer peligrar su solvencia (Garayeta et al., 2014).

2.3. El RBC de la NAIC (E.U.A.)

El *Risk-Based Capital* (RBC) es una iniciativa americana creada como un método de cuantificación de la cantidad mínima de capital necesaria para una empresa aseguradora a fin de poder hacer frente todas las operaciones que realiza dependiendo de su tamaño y perfil de riesgo. Es una iniciativa de la *National Association of Insurance Commissioners*¹, la cual es la entidad reguladora estadounidense (establece normas y da apoyo normativo).

Mediante esta iniciativa, la NAIC intenta proteger a los asegurados y aumentar el grado de información y el control sobre la solvencia del sistema mediante la creación de una red de seguridad uniforme entre los estados (Garayeta et al., 2014). El RBC establece el límite de riesgo que una entidad puede soportar sin que llegue a la bancarrota. Para ello, intenta establecer un cojín suficiente para proteger a la compañía de la insolvencia. Por este motivo, el RBC de la NAIC es únicamente un capital mínimo regulatorio; no todo el capital que una entidad aseguradora quisiera reservar a modo de garantizar sus objetivos de seguridad y competencia. Además, la NAIC diseñó el RBC como una de las herramientas que los reguladores pueden

¹<http://www.naic.org/>

utilizar legalmente para obtener el control de una entidad aseguradora. De esta manera, el RBC está formado por dos componentes: la fórmula que permite calcular el capital de solvencia necesario (*risk-based capital formula*), la cual establece un capital mínimo hipotético que la entidad debería de disponer a modo de evitar la insolvencia y la cual se compara con el nivel de capital de la compañía; y el marco normativo que permite a la entidad reguladora tomar el control de la entidad aseguradora con el fin de llevar a cabo las reformas necesarias para mejorar su solvencia.

2.3.1. Fórmula del *Risk-Based Capital*

La fórmula del *Risk-Based Capital* fue desarrollada como una herramienta adicional para ayudar a los reguladores en el análisis financiero de las compañías de seguros. Su propósito es establecer un requisito mínimo de capital basado en los tipos de riesgos a los que está expuesta una empresa. Esto significa que el requisito de capital mínimo es proporcional a la suma de los riesgos que una empresa tiene, siendo independiente de otras medidas como el coeficiente de solvencia (activos/pasivos). Además, la fórmula del RBC de la NAIC informa de la cantidad mínima de capital establecida mediante regulación que una empresa está obligada a mantener para evitar que sea regulada.

Para la medición de cada uno de los tipos de seguros primarios, el RBC desarrolla diferentes modelos: un modelo único para el ramo vida, otro para el ramo de propiedad/accidentes, otro para el ramo salud y un último para el ramo fraternal. Ello se debe a que el RBC pretende reflejar los cambios en los entornos económicos a los que se enfrenta la empresa. Por lo tanto, el RBC de la NAIC contempla una fórmula estándar que varía dependiendo de la línea de negocio que se va a aplicar y que utiliza los datos descritos en la regulación de los seguros. Además, utiliza una gran cantidad de datos estandarizados, lo que hace que los resultados sean fiables y fáciles de comprobar (Garayeta et al., 2014). Al igual que en Solvencia II, la empresa puede aplicar un modelo interno en lugar de la fórmula estándar.

La fórmula del ramo vida del RBC ha incorporado algunos modelos que están relacionados con el riesgo por tipo de interés. Pero, como dicen los reguladores de la Iniciativa de Modernización de Solvencia, el hecho de utilizar los modelos internos actualmente no añade beneficios suficientes para compensar los costes de su realización (Garayeta et al., 2014).

Los factores de riesgo para la fórmulas de RBC de la NAIC se centran en tres áreas principales: riesgo de activos, riesgo de suscripción y otros riesgos y el énfasis que pone en cada uno de estos riesgos varía de una fórmula a otra. La fórmula se centra en los riesgos materiales que son comunes para el tipo de seguro particular y no todos los riesgos se capturan necesariamente en ella. Como mecanismo de control, los reguladores tienen la autoridad y el mandato legal de tomar medidas preventivas y correctoras que estén diseñadas para corregir los problemas que presentan las entidades aseguradoras antes de que se dé insolvencia, minimizando así el número y el impacto adverso de las insolvencias, que varía en función de la deficiencia de capital indicado por el resultado que refleje el RBC. Además, existen cuatro niveles de acción que una empresa puede reflejar bajo la fórmula: acción de la compañía, acción de regulación, control autorizado y nivel de control obligatorio. Cada nivel del RBC requiere de alguna acción particular por parte del regulador, por parte de la empresa, o por parte de ambos.

Como se ha dicho anteriormente, el RBC de la NAIC establece un mecanismo de control de las entidades aseguradoras en el cual se avisa a aquellas entidades en las que se detecta

probabilidad de insolvencia (su capital reservado es inferior al necesario) para que establezcan reformas de corrección que aumente el nivel del capital de solvencia. Estas reformas dependerán del nivel de capital que tengan respecto al que indique el RBC.

3. Comparativa mediante Criterios

En el artículo “*An Economic Overview of Risk-Based Capital Requirements for the Property-Liability Insurance Industry*”, de [Cummins et al. \(1994\)](#) se proporcionaron unos criterios, los cuales el sistema *Risk Based Capital* de la NAIC estadounidense debía de satisfacer para minimizar el coste esperado de las insolvencias y para que pudiera ser considerado un sistema de capital basado en el riesgo bien diseñado. A su vez, [Holzmüller \(2009\)](#) utilizó estos criterios para analizar el sistema de Solvencia II, el *Swiss Solvency Test* y el RBC de la NAIC para encontrar el modo en que los satisfacían. A continuación se recogen los criterios de [Cummins et al. \(1994\)](#) y en las siguientes subsecciones se comparan dichos criterios según [Holzmüller \(2009\)](#) para los distintos modelos de solvencia.

- Criterio 1. *Conseguir los incentivos apropiados.* Este criterio significa que el modelo debe de proveer incentivos a fin de reducir el coste esperado de las insolvencias sin que distorsionen la competitividad de la entidad. Existe una relación inversa entre la solvencia de una compañía y su competitividad. Un mayor nivel de solvencia implica un mayor capital sin utilizar en las reservas de la compañía, lo cual significa que se necesitarán aplicar unas primas mayores, provocando una menor competitividad de la empresa y menos inversores. El modelo debe de establecer una relación adecuada entre estos dos conceptos para cada compañía.
- Criterio 2. *La fórmula debe de ser sensible al riesgo.* Esto significa que la fórmula del RBC debe de incluir todos los riesgos que más afectan a los aseguradores, siendo sensible a cómo afectan a cada compañía. Diferentes aseguradores pueden estar afectados por los mismos riesgos y sin embargo el grado de afectación puede ser diferente de una a otra compañía. La fórmula debería de captar esta diferencia.
- Criterio 3. *La fórmula debe de estar calibrada apropiadamente.* El modelo debe de estar definido considerando la manera que los diferentes riesgos explican las insolvencias que se han dado. Por ejemplo, si muchas de las insolvencias se han producido a causa de una tarificación inadecuada, la fórmula debe de capturar que puede existir un gran riesgo de insolvencia a causa de este concepto.
- Criterio 4. *Se ha de centrar en los mayores costes de insolvencia para la economía en global.* Dado que una quiebra en una gran aseguradora puede ser más perjudicial para el sistema económico que una quiebra de una empresa pequeña, el modelo debería garantizar una menor probabilidad de quiebra de las grandes empresas.
- Criterio 5. *Se ha de centrar en valores económicos.* En los modelos de solvencia, el capital requerido se calcula como la diferencia de la cantidad de dinero que una compañía posee para pagar sus gastos y pérdidas (activos) y la cantidad de dinero que la compañía

necesitará para el pago de todas sus pérdidas y gastos (pasivos). Contabilizar estas cantidades mediante un criterio contable puede llevar a que se den grandes diferencias entre el valor de los activos (o pasivos) contabilizados y su valor real, provocando la quiebra de la compañía a causa de pérdidas no contabilizadas.

- Criterio 6. *El sistema debe de desalentar el reporte de información errónea.* El modelo debe de estar diseñado de modo que la presentación de información errónea no sea posible o que, de serlo, se pueda detectar fácilmente.
- Criterio 7. *La fórmula ha de ser lo más simple posible.* La fórmula del RBC ha de ser compleja solamente en aquellos casos en los que mejore la precisión de la medición de riesgos y ser simple en los casos en que la complejidad es de cuestionable valor en mejorar esa precisión.

3.1. Criterio 1 (Incentivos apropiados)

Por una parte, tanto el modelo Solvencia II como el *Swiss Solvency Test* satisfacen este criterio con su fórmula estándar. En el caso de los modelos internos, se supone que también satisfarían el criterio dado que se necesita la autorización del regulador para su posible implementación, pero no existen suficientes pruebas para afirmar esta suposición.

En los dos modelos mayor exposición al riesgo implica mayores requerimientos de capital pero su cumplimiento no es perfecto. Para el modelo de Solvencia II, el riesgo de suscripción de las ramas no-vida y salud se calcula como el valor contable de las primas netas del año y para el modelo *Swiss Solvency Test*, el cálculo basado en factores de la solvencia mínima se determina como una multiplicación de un factor específico por las primas/siniestros (ramo no-vida) o por las provisiones matemáticas (ramo vida) (Holzmüller, 2009). Esto provoca que mayores primas impliquen mayor capital en vez de implicar que mayor exposición al riesgo implique mayor capital. Por otra parte, el RBC de la NAIC no satisface este criterio. Se puede observar en el cálculo del riesgo de suscripción para las aseguradoras del ramo no-vida que mayores primas y reservas implican mayor requerimiento de capital. Esto sucede a causa de la forma de estimar el RBC, en la cual se utiliza las primas y las reservas como un indicador de volumen.

3.2. Criterio 2 (Sensible al riesgo)

En este caso, los tres sistemas difieren en la cantidad de riesgos que incluyen y en el tratamiento que le dan. Los tres modelos incluyen los riesgos de mercado, crédito y suscripción pero la manera en que incluyen los riesgos catastrófico y operacional es diferente. Mientras Solvencia II incluye el riesgo operacional como otro riesgo más, el RBC de la NAIC lo incluye dentro del riesgo de empresa (*business risk*) y el *Swiss Solvency Test* no lo incluye todavía (está prevista su implementación). Además, el RBC de la NAIC no incluye el riesgo catastrófico; Solvencia II lo considera dentro del riesgo de suscripción y el *Swiss Solvency Test* lo incluye mediante escenarios predefinidos.

También, este criterio considera cómo los modelos calculan la forma en que afectan dichos riesgos a los aseguradores. Solvencia II y el *Swiss Solvency Test* son sensibles al riesgo y el capital de solvencia se calcula considerando el perfil de riesgo del negocio suscrito por el asegurador,

mientras que el RBC de la NAIC solo considera las cantidades y no el perfil de riesgo de dichas cantidades (Holzmüller, 2009).

3.3. Criterio 3 (Calibración apropiada)

En Holzmüller (2009) se analizan los modelos con este criterio en términos de dependencia entre las diferentes categorías de riesgo, el horizonte temporal y el nivel de confianza aplicado. Dado que el horizonte temporal de todos los modelos es un año y el nivel de confianza es similar entre Solvencia II y el *Swiss Solvency Test* mientras que el RBC de la NAIC no utiliza medida de riesgo para la determinación del capital de solvencia, solamente se analizará la dependencia.

El RBC de la NAIC supone que no todos los riesgos ocurrirán simultáneamente e incorpora algunas deducciones por diversificación. El problema es que también considera que los riesgos individuales son independientes, lo cual es una suposición no muy cercana a la realidad. Solvencia II contabiliza las dependencias entre riesgos mediante un coeficiente de correlación incluido en la fórmula de la raíz cuadrada utilizada para calcular el SCR. El *Swiss Solvency Test* incorpora esta dependencia en los modelos de riesgo estándar, los cuales se calculan buscando la distribución de probabilidad del capital de la aseguradora agregando las medias de las correlaciones asumidas entre los riesgos individuales (Holzmüller, 2009).

3.4. Criterio 4 (Centrar en mayores costes)

El RBC de la NAIC solo captura la cantidad de riesgo del asegurador pero no la calidad de dicho riesgo. Esto significa que mayores primas y reservas implica un mayor capital de solvencia pero no que mayores costes potenciales por insolvencia de la empresa impliquen un mayor capital de solvencia. Por ello, el RBC de la NAIC no cumple este criterio.

Solvencia II y el *Swiss Solvency Test* utilizan una medida de riesgo. Solvencia II utiliza el *Value at Risk* mientras que el *Swiss Solvency Test* utiliza el *Expected Shortfall*, el cual captura las mayores probabilidades de insolvencia (la severidad). Por esta razón, ambos modelos cumplen este criterio. Pero, dado que ambos modelos permiten a los aseguradores el incorporar un modelo interno, el cual normalmente conduce a un menor requerimiento de capital, dicho cumplimiento no es del todo completo aunque se refleje mejor el riesgo de la compañía que con la fórmula estándar.

3.5. Criterio 5 (Valores económicos)

Este criterio está satisfecho tanto por Solvencia II como por el *Swiss Solvency Test*, en los cuales el valor de los activos y pasivos debe representar el valor de mercado, siempre que sea posible. El RBC de la NAIC no realiza ningún supuesto del valor de los activos y pasivos.

3.6. Criterio 6 (Desalentar información errónea)

Como ya se ha mencionado, el hecho de que en el RBC de la NAIC cuanto mayor sea el volumen de primas y/o reservas mayor es el capital de solvencia que la entidad debe de reservar hace que el RBC de la NAIC no cumpla este criterio.

En el caso de Solvencia II, su estructura incluye el Pilar II (Pilar de información) en el cual se establecen criterios para el proceso de supervisión. Además, Solvencia II y el *Swiss Solvency Test* son dos modelos basados en principios y no tanto en leyes, donde se confía más en la responsabilidad individual que en reglas estrictas, por lo que estos dos modelos cumplen este criterio en un grado bajo (Holzmüller, 2009).

3.7. Criterio 7 (Fórmula simple)

En este caso, por lo que respecta al RBC de la NAIC, su fórmula es simple pero requiere de bastante información a la hora de calcular el capital de solvencia. Por tanto, se podría decir que cumple este requisito aunque solo parcialmente.

Por lo que respecta a Solvencia II, la complejidad a la hora de calcular el capital de solvencia es mayor que en el RBC de la NAIC, pero esta complejidad permite capturar mejor el riesgo, por lo que sí cumple este criterio. Sin embargo, Solvencia II incorpora los Pilares II y III y no se sabe aún si satisfarán también el criterio 7 (Holzmüller, 2009). Por último, el *Swiss Solvency Test* es, de los tres modelos, aquél que engloba una mayor complejidad pero dicha complejidad mejora la precisión de la medición del riesgo. Por tanto, sí que cumple este criterio. Se puede ver un resumen del grado de cumplimiento de los criterios en la Figura 3.

Criterios	RBC NAIC	Solvencia II	SST
1. Conseguir los incentivos apropiados.			
2. La fórmula debe de ser sensible al riesgo.			
3. La fórmula debe de estar calibrada apropiadamente.			
4. Se ha de centrar en los mayores costes de insolvencia para la economía en global.			
5. Se ha de centrar en valores económicos.			
6. El sistema debe de desalentar el reporte de información errónea.			
7. La fórmula ha de ser lo más simple posible.			

Leyenda: Criterio no satisfecho Criterio satisfecho completamente

Fuente: Elaboración propia basado en Holzmüller (2009)

Figura 3: Grado de cumplimiento con los criterios de Cummins et al. (1994)

4. Riesgo de suscripción no-vida

En esta sección se presenta el cálculo del capital de solvencia para el riesgo de suscripción en una compañía del ramo no-vida con cada uno de los tres modelos estudiados.

4.1. El SCR en Solvencia II

El artículo 114 del Reglamento Delegado (UE) 2015/35 de la Comisión de 10 de octubre de 2014 por el que se completa la Directiva 2009/138/CE dice que el capital requerido para el riesgo de suscripción no-vida ha de ser igual a

$$SCR_{no-vida} = \sqrt{\sum_{i,j} CorrNL_{(i,j)} \cdot SCR_i \cdot SCR_j} \quad (1)$$

donde $CorrNL_{(i,j)}$ es el parámetro de correlación para el riesgo de suscripción no-vida para los submódulos i y j y SCR_i y SCR_j denotan el capital requerido para el submódulo de riesgo i y j respectivamente. Dado que se va a considerar que solo existe el riesgo de primas y reservas, la fórmula se transforma en

$$SCR_{no-vida} = \sqrt{SCR_{nv_prim_res}^2} \quad (2)$$

En el [CEIOPS \(2010\)](#) se considera el riesgo de primas como “el riesgo de que las provisiones de primas sean insuficientes para compensar los siniestros o de que necesiten ser incrementadas” y el riesgo de reservas como “el riesgo de que las provisiones técnicas establecidas en base a pérdidas anteriores sean insuficientes para cubrir los siniestros futuros”. Por su parte, el Artículo 115 del Reglamento Delegado define

$$SCR_{nv_prim_res} = 3 \cdot \sigma_{nv} \cdot V_{nv} \quad (3)$$

donde σ_{nv} es la desviación estándar para el riesgo de prima y reserva del seguro distinto del de vida y V_{nv} es la medida de volumen del riesgo de prima y de reserva del seguro distinto del de vida. Por tanto, el primer paso es estimar σ_{nv} y V_{nv} .

4.1.1. Determinación de la medida de volumen

La medida de volumen del riesgo de prima y de reserva del seguro distinto del de vida se determina mediante la suma de las medidas de volumen para los riesgos de prima y de reserva de los segmentos en los que opera la compañía: $V_{nv} = \sum V_s$. Este volumen se calcula como

$$V_s = (V_{prim,s} + V_{res,s}) \cdot (0,75 + 0,25 \cdot DIV_s) \quad (4)$$

donde $V_{prim,s}$ denota la medida de volumen para el riesgo de prima del segmento s , $V_{res,s}$ es la medida de volumen para el riesgo de reserva del segmento s y DIV_s el factor de diversificación geográfica del segmento s (por defecto es 1). Para cada segmento particular s , la media de volumen del riesgo de prima se encuentra como

$$V_{prim,s} = \text{máx} [P_s; P_{(last,s)}] + FP_{(existing,s)} + FP_{(future,s)} \quad (5)$$

donde P_s denota una estimación de las primas de la empresa aseguradora o reaseguradora en el segmento s que se devengarán durante los próximos 12 meses (primas netas, después de la deducción de las primas por contratos de reaseguro), $P_{(last,s)}$ son las primas de la empresa aseguradora o reaseguradora en el segmento s devengadas durante los últimos 12 meses, $FP_{(existing,s)}$

es el valor presente esperado de las primas de la empresa aseguradora o reaseguradora en el segmento s que se devengarán después de los próximos 12 meses con respecto a los contratos existentes, y $FP_{(future,s)}$ indica el valor actual esperado de las primas de la empresa aseguradora o reaseguradora en el segmento s que se devengarán por contratos cuya fecha de reconocimiento inicial se sitúa dentro de los próximos 12 meses, una vez excluidos las primas que se devengarán durante los 12 meses después de la fecha de reconocimiento inicial. El máx $[P_s; P_{(last,s)}]$ se puede transformar en P_s , cambiando la fórmula (5) en

$$V_{prim,s} = P_s + FP_{(existing,s)} + FP_{(future,s)}$$

si el negocio cumple los siguientes requisitos:

1. Que el órgano de administración, dirección o supervisión de la empresa de seguros o reaseguros haya decidido que sus primas devengadas en el segmento s durante los doce meses siguientes no serán superiores a P_s .
2. Que la empresa de seguros o reaseguros haya establecido mecanismos de control eficaces para garantizar que se cumplan los límites sobre las primas devengadas a los que se refiere el punto anterior.
3. Que la empresa de seguros o reaseguros haya informado a su autoridad de supervisión sobre la decisión a que se refiere el punto 1 y los motivos de la misma.

El $V_{res,s}$ se determina como la mejor estimación de las provisiones para siniestros pendientes del segmento s , después de deducir los importes recuperables de los contratos de reaseguro y entidades con cometido especial. La medida de volumen no puede ser negativa. El factor de diversificación geográfica de un segmento particular ha de ser calculado de acuerdo con el Anexo III del Reglamento Delegado o ser considerado como 1 (defecto). En el ejemplo que se desarrollará en la Subsección 5.1 se considerará que el factor de diversificación es 1.

4.1.2. Determinación de la desviación estándar

En el Art. 117 del Reglamento Delegado se recoge la desviación estándar como

$$\sigma_{nv} = \frac{1}{V_{nv}} \cdot \sqrt{\sum_{s,t} CorrS_{(s,t)} \cdot \sigma_s \cdot V_s \cdot \sigma_t \cdot V_t} \quad (6)$$

donde V_{nv} es la medida de volumen para el riesgo de prima y de reserva del seguro distinto del de vida, $CorrS_{(s,t)}$ indica el parámetro de correlación para el riesgo de prima y de reserva del seguro distinto del de vida para los segmentos s y t , σ_s y σ_t son las desviaciones estándar del riesgo de prima y de reserva del seguro distinto del de vida para los segmentos s y t respectivamente y V_s y V_t son las medidas de volumen del riesgo de prima y de reserva para los segmentos s y t , respectivamente. Al mismo tiempo, la desviación estándar para el riesgo de prima y de reserva de un segmento particular s se determina mediante la siguiente fórmula

$$\sigma_s = \frac{\sqrt{\sigma_{(prim,s)}^2 \cdot V_{(prim,s)}^2 + \sigma_{(prim,s)} \cdot V_{(prim,s)} \cdot \sigma_{(res,s)} \cdot V_{(res,s)} + \sigma_{(res,s)}^2 \cdot V_{(res,s)}^2}}{V_{(prim,s)} + V_{(res,s)}} \quad (7)$$

donde $\sigma_{(prim,s)}$ es la desviación estándar del riesgo de prima del seguro distinto del de vida para un segmento s , $\sigma_{(res,s)}$ es la desviación estándar del riesgo de reserva del seguro distinto del de vida para el segmento s y $V_{(prim,s)}$ es la medida de volumen del riesgo de prima del seguro distinto del de vida para el segmento s y $V_{(res,s)}$ es la medida de volumen del riesgo de reserva del seguro distinto del de vida para el segmento. Las desviaciones se determinan en el Reglamento Delegado (UE) 2015/35 y las medidas de volumen son las presentadas anteriormente en la Subsección 4.1.1.

De acuerdo con el Reglamento Delegado, la compañía analizada en el ejemplo práctico de la Subsección 5.1 se supone que opera en el segmento 1 (Seguro y reaseguro proporcional de responsabilidad civil de vehículos automóviles), obligaciones de seguro que cubren todas las responsabilidades derivadas de la utilización de vehículos terrestres automóviles (comprendida la responsabilidad del transportista), por lo que $\sigma_{(prim,s)} = 10\% \cdot 80\% = 8\%$ y $\sigma_{(res,s)} = 9\%$.

4.2. El R-BC del SST

El *Swiss Solvency Test* presenta diferentes modelos propios para los riesgos de vida, no-vida, salud, mercado y crédito. Esta tesis de máster solo se centrará en el modelo propio para el caso de una empresa que actúe en el ramo no-vida.

En el *Swiss Solvency Test*, el *Risk-Bearing Capital* (R-BC) se define como el capital económico disponible de un asegurador que puede utilizarse como depósito para sobrevivir a todos los obstáculos y aleatoriedades con los que se puede enfrentar en su trayectoria anual en el entorno empresarial (Luder, 2005). Esto significa que el R-BC es aquél capital que un asegurador debe haber guardado para usarlo en caso de que se vea abocado a una crisis de solvencia en la que incurriera en siniestros excepcionales. Por esta razón, el R-BC² en un momento temporal t se puede definir como la diferencia entre el valor de los activos y el valor de los pasivos:

$$RBC(t) = A(t) - L(t) \quad (8)$$

El FOPI (2006) incorpora las normas para valorar dichos activos y pasivos. Como el objetivo del SST es medir el riesgo económico, el valor de los activos y pasivos ha de contabilizarse mediante una valoración económica para poder reflejar dicho riesgo económico. Mientras el valor de los activos es el mismo en todas las líneas de negocio y debe de reflejar el valor actual de mercado (excepto aquellos valores que difícilmente se intercambian, los cuales necesitarían una guía aparte), el valor de los pasivos difiere dependiendo de si el asegurador es del ramo de vida o de no-vida.

Como se ha mencionado anteriormente, el objetivo del FOPI (2006) es comparar el *Risk-Bearing Capital* con el *Target Capital* para determinar la solvencia de una entidad. El *Target Capital* se encuentra buscando el *expected shortfall* de la diferencia entre el R-BC al final del año actualizado a principio del año, $RBC(1)$, y el R-BC al principio del año, $RBC(0)$:

$$TC_\alpha = -ES_\alpha \left[\frac{RBC(1)}{1 + r_1^{(0)}} - RBC(0) \right] + \frac{MvM(1)}{1 + r_1^{(0)}} \quad (9)$$

²Aunque se ha denominado el *Risk-Bearing Capital* por R-BC para diferenciarlo con el *Risk Based Capital* de la NAIC (RBC), en las fórmulas que se presentan en esta Subsección 4.2 se ha dejado la misma nomenclatura habitual de RBC que utiliza el *Swiss Solvency Test* en sus fórmulas.

siendo r_1^0 el tipo de interés libre de riesgo del año en curso y MvM el *market value margin*. De la misma manera que en FOPI (2006), este trabajo se centrará en el primer sumando de la expresión anterior, (9), obviando el segundo. Teniendo en cuenta la expresión (8), la diferencia en (9) se puede reescribir como,

$$\frac{RBC(1)}{1 + r_1^{(0)}} - RBC(0) = \left(\frac{A(1)}{1 + r_1^{(0)}} - A(0) \right) - \left(\frac{L(1)}{1 + r_1^{(0)}} - L(0) \right). \quad (10)$$

El modelo para los aseguradores del ramo no-vida que presenta el SST se basa en el principio *Accident year principle*, el cual asume que todos los siniestros se agrupan por la fecha en la que ocurrieron, además de asumir ciertos principios que se recogen en el Apéndice A1.

4.2.1. Valoración de los pasivos

Para el cálculo del R-BC, el asegurador debe estimar todos los pagos que ocurrirán en el futuro, lo cual implica que debe definir un patrón de pagos para esos siniestros cuyo pago se devengará en más de un año. El valor de las provisiones y pasivos se compone de:

1. La mejor estimación del valor monetario descontado de los valores esperados de aquellos pagos futuros a causa de siniestros pasados que no se han devengado aún. Esta estimación debe de ser fidedigna a las expectativas e incluir toda la información disponible en el momento de la observación.
2. Provisiones por gastos futuros relacionados con los siniestros mencionados en el punto anterior (*ULAE provisions*).
3. Las reservas por primas aún no devengadas.
4. La mejor estimación descontada del valor de las provisiones y siniestros adicionales que no son sensibles al riesgo.

Por su parte, el valor de la mejor estimación de las provisiones descontadas se determina como la suma de las mejores estimaciones de los pagos futuros, descontadas al momento de observación mediante los ratios de descuento libres de riesgo, de cada línea de negocio. Estos pagos futuros se calculan vía un patrón de pagos de la mejor estimación de las reservas no descontadas. Así, la mejor estimación de las provisiones descontadas en el momento t_0 es:

$$\sum_{k \geq 1} V_k^{(0)} \cdot \beta_{k-1} \cdot R_{PY}^{(0)} \quad (11)$$

donde $R_{PY}^{(0)}$ son las provisiones por siniestro requeridas no descontadas en el momento t_0 por los siniestros observados; β_{k-1} es el patrón de pagos para cada línea de negocio, el cual se determina dependiendo de la empresa; y $V_k^{(0)}$ es el ratio de descuento libre de riesgo.

El SST sugiere patrones de pagos estándar para la mayoría de líneas de negocio que son independientes del año de ocurrencia pero también permite que, alternativamente, la compañía pueda calcular dicho patrón mediante una guía proporcionada por la *Swiss Association of Actuaries* (SAA). Por lo que respecta a los pasivos, en FOPI (2006), su cálculo se divide en dos

grupos: siniestros ocurridos en años anteriores (*previous year claims*) y siniestros que sucederán dentro del año en curso (*current year claims*) y, a su vez, los siniestros que sucederán dentro del año en curso se dividen en siniestros cuya cuantía es “pequeña” (*small claims or normal claims*) y siniestros cuya cuantía es “grande” (*large claims or major claims*). En FOPI (2006) se calculan las *current year claims* y las *previous year claims* a partir de la expresión (10) de forma separada para luego juntarlas a la hora de calcular el *Target Capital*.

4.2.2. Provisiones por siniestros ocurridos en años anteriores (*previous year claims*)

El *Swiss Solvency Test* toma la hipótesis de que las provisiones se definen como “el mejor estimador para el valor esperado de la suma de los pagos futuros” (Luder, 2005). Siguiendo esa línea, las *previous year claims* son esas provisiones que se hicieron a causa de siniestros ocurridos pero en los que aún quedan pagos pendientes por la compañía en el año actual.

Estas provisiones se utilizan como estimador de los pagos futuros esperados. Esto representa un doble riesgo: por una parte existe el riesgo de que el valor del estimador de los pagos futuros cambie a lo largo del tiempo (riesgo de tipo de interés) y por otra parte existe el riesgo de que exista una diferencia entre el estimador y el valor esperado de los siniestros futuros (riesgo a causa de cambios en el importe nominal de las provisiones). Reescribiendo la ecuación (11), la mejor estimación de las provisiones descontadas en el momento t_0 es

$$L_{PY}^0 = \sum_{i=0} V_{i+1}^{(0)} \cdot \beta_i \cdot R_{PY}^{(0)} = d_{PY}^{(0)} \cdot R_{PY}^{(0)} \quad (12)$$

La acumulación de información a lo largo del año permite corregir la mejor estimación de los pagos futuros mediante el factor C_{PY} por lo que, los pagos futuros (provisiones) al final del año en curso serán las provisiones en el momento t_0 , menos la mejor estimación descontada en el momento t_1 ,

$$L_{PY}^{(1)} = \sum_{i=1} V_i^{(1)} \cdot \beta_i \cdot C_{PY} \cdot R_{PY}^{(0)} = D_{PY}^{(1)} C_{PY} \cdot R_{PY}^{(0)}$$

y menos los pagos realizados al final del año, $\beta_i \cdot C_{PY} R_{PY}^{(0)}$. Por tanto, el *Target Capital*, considerando únicamente las provisiones por siniestros ocurridos en años anteriores, será:

$$\frac{RBC(1)}{1 + r_1^{(0)}} - RBC(0) = -\frac{\beta_i \cdot C_{PY} R_{PY}^{(0)} + \sum_{i=1} V_i^{(1)} \cdot \beta_i \cdot C_{PY} \cdot R_{PY}^{(0)}}{1 + r_1^{(0)}} + d_{PY}^{(0)} \cdot R_{PY}^{(0)} \quad (13)$$

Haciendo algunos cambios, la ecuación (13) se transforma en

$$\frac{RBC(1)}{1 + r_1^{(0)}} - RBC(0) = -\frac{D_{PY}^{(1)} - E[D_{PY}^{(1)}]}{1 + r_1^{(0)}} R_{PY}^{(0)} - \left(\frac{E[D_{PY}^{(1)}]}{1 + r_1^{(0)}} C_{PY} - d_{PY}^{(0)} \right) R_{PY}^{(0)} \quad (14)$$

donde el primer término describe el riesgo de tipo de interés y el segundo término describe el riesgo de cambio en el importe nominal de las provisiones.

4.2.3. Provisiones por siniestros ocurridos en el año en curso (*current year claims*)

Para el cálculo de los siniestros ocurridos en el año en curso, el documento del SST ignora las provisiones por siniestros de años anteriores y asume que las primas devengadas P y los costes administrativos K se pagan a principio del año, generando un retorno estocástico R_I . Además, tanto el cálculo del valor de los pasivos como el cálculo del valor de los activos requiere del valor de los siniestros ocurridos en el año en curso. Dado que no se tiene en cuenta los siniestros de años pasados, la empresa utilizará un patrón de pagos α para los siniestros que ocurran en el año en curso. Así, el valor de los activos será

$$A(1) = (A(0) + (P - upr) - K)(1 + R_I) - \alpha_0 S_{CY} \quad (15)$$

donde $\alpha_0 \cdot S_{CY}$ es el pago al final del año en curso de los siniestros que ocurran en el año en curso y upr son las reservas por transferencia de primas disponibles a principio del año; y los pasivos se calculan como

$$L(1) = (V_1^{(1)}\alpha_1 + V_2^{(1)}\alpha_2 + \dots + V_n^{(1)}\alpha_n) \cdot S_{CY} \quad (16)$$

donde n es aquel año en que la empresa espera realizar el último pago por los siniestros ocurridos en el año en curso, $V_1^{(1)}, V_2^{(1)}, V_n^{(1)}$ son los ratios de descuento estocásticos al final del año en curso (momento 1) de cada año hasta n y α_1, α_2 y α_n son la proporción que se pagará de los siniestros ocurridos en el año en curso en cada año (patrón de pagos). Insertando estas definiciones en la ecuación (10) y linealizando el producto $D_{PY}^{(1)} \cdot C_{PY}$,

$$\begin{aligned} \frac{RBC(1)}{1 + r_1^{(0)}} &- RBC(0) \\ &= \frac{1}{1 + r_1^{(0)}} \left((R_I - E[R_I]) \cdot (A(0) - upr + P - K) - (D_{CY}^{(1)} - E[D_{CY}^{(1)}]) \cdot E[S_{CY}] \right. \\ &+ (E[R_I] - r_1^{(0)})(A(0) - upr + P - K) + r_1^{(0)} \cdot (P - K) \\ &+ (P - K) - E[D_{CY}^{(1)}] \cdot E[S_{CY}] \\ &\left. - E[D_{CY}^{(1)}](S_{CY} - E[S_{CY}]) \right) \end{aligned}$$

donde la parte roja es el riesgo financiero y el riesgo de ALM, la parte azul es el retorno de capital esperado de los activos, la parte verde es el resultado técnico esperado y la parte magenta es el riesgo técnico. A diferencia de las provisiones por siniestros ocurridos en años anteriores, en este caso el riesgo radica en la estimación correcta de la provisión. La pérdida anual incurrida se puede calcular como $S_{CY} = \sum_{j=1}^N Y_j$ donde Y_j son los eventos de pérdidas individuales.

Dado que en el ramo del seguro no-vida Y_j son aleatorios y su distribución tiende a tener una cola pesada, el SST hace una distinción entre pérdidas normales (*normal claims*, S_{CY}^{NC}) y pérdidas grandes (*major claims*, S_{CY}^{MC}) ya que no existe ninguna función de distribución que razonablemente pueda describir ambas a la vez. Este umbral lo escoge la empresa libremente y puede ser de 1 MCHF a 5 MCHF (millones de francos suizos). Así,

$$S_{CY} = S_{CY}^{NC} + S_{CY}^{MC} \quad (17)$$

El SST asume que las pérdidas normales son independientes de las pérdidas grandes, implicando que la agregación de las dos tipologías de siniestros en S_{CY} resulte de la suma de las dos distribuciones.

a) Las pérdidas normales (*normal claims*)

En general, la independencia mutua entre las cuantías individuales de los siniestros Y_j^{NC} no puede asumirse al existir unas características de riesgo subyacentes (Θ). Sin embargo, el gasto por siniestros anual se compone de los siniestros individuales por línea de negocio y el SST lo representa con su valor esperado (esperanza) y su varianza, sin hacer ninguna suposición de qué distribución siguen.

El valor esperado para todo el gasto por siniestros normales se determina como la suma del valor esperado por línea de negocio:

$$E(S_{CY}^{NC}) = \sum_{i=1}^{12} E(S_{CY,i}^{NC}) \quad (18)$$

La varianza del total de gastos por pérdidas normales se calcula como la suma de las varianzas y covarianzas de todas las líneas de negocio, las cuales proporciona el documento del SST:

$$VAR(S_{CY}^{NC}) = \sum_{i=1}^{12} (VK_i E(S_{CY,i}^{NC}))^2 + \sum_{i,j;i \neq j} \rho_{i,j} (VK_i \cdot E(S_{CY,i}^{NC})) \cdot (VK_j \cdot E(S_{CY,j}^{NC})) \quad (19)$$

donde VK_i es el coeficiente por línea de negocio definido como $VK_i = \frac{\sigma(S_{CY,i}^{NC})}{E(S_{CY,i}^{NC})}$ y el cual lo proporciona el documento del *Swiss Solvency Test*.

Dado que se ha asumido la existencia de cierta incertidumbre (Θ), la varianza total de los gastos por siniestros por línea de negocio i $(VK_i E(S_{CY,i}^{NC}))^2$, la cual se puede definir como $VAR(S_{CY,i}^{NS})$ se transforma en:

$$VAR(S_{CY,i}^i) = VAR(E[S_{CY,i}^{NC}|\Theta_i]) + E[VAR(S_{CY,i}^{NC}|\Theta_i)] \quad (20)$$

donde el primer término representa el riesgo de parámetro, el cual se puede definir como la variación de los parámetros del modelo a lo largo de diferentes años y a causa de circunstancias externas, y el segundo término representa el riesgo aleatorio, el cual es la varianza estocástica promedia a lo largo de un seguido de años (Luder, 2005).

También, asumiendo que, para una Θ_i dada, el número de siniestros en la línea de negocio i se distribuye como una Poisson con parámetro λ igual a la media de la cuantía de los siniestros, el coeficiente de variación de $S_{CY,i}^{NC}$ es

$$VK_i^2 = VK_{p,i}^2 + \frac{1}{\lambda_i} (VK^2(Y_{i,j}) + 1) \quad (21)$$

donde el primer sumando recoge la contribución del riesgo de parámetro y el segundo sumando representa la contribución del riesgo aleatorio y donde $VK^2(Y_{i,j})$ es el coeficiente de variación de las cuantías de los siniestros individuales por línea de negocio. El riesgo de parámetro y el riesgo aleatorio están parametrizados en el documento del *Swiss Solvency Test* para la línea de

negocio de *Motor Vehicle Liability* es 3.50% y, asumiendo que el umbral utilizado para separar las pérdidas normales de las pérdidas grandes es 1 MCHF, 7, respectivamente.

b) Las pérdidas grandes (*major claims*)

El *Swiss Solvency Test* define las pérdidas grandes como:

- Un siniestro individual cuya cuantía es superior que el umbral de separación de pérdidas grandes y pérdidas normales que la compañía haya escogido.
- La suma de los siniestros provocados por el mismo evento (*cumulated claims*).

El modelo del SST para las *major claims* modeliza de forma diferente estos siniestros dependiendo de la línea de negocio en la que opere la compañía. En la línea de negocio *Motor Vehicle Liability*, los *major events* se modelizan como siniestro individual. La pérdida incurrida anual se modeliza por separado para cada línea de negocio del tipo de evento i usando una distribución de Poisson compuesta con una distribución de Pareto para la cuantía de los siniestros individuales.

$$S_{CY,i}^{MC} = \sum_{j=1}^{N_i^{MC}} Y_{i,j}^{MC} \quad (22)$$

donde N_i^{MC} representa el número de siniestros de la línea de negocio i y se distribuye como una Poisson con valor esperado λ_i^{MC} , la cual es la media de la cuantía de los *major claims*. Además, los siniestros individuales brutos, $Y_{i,j}^{MC}$ se asume que son independientes entre ellos, que son idénticos dentro de la línea de negocio i y que se distribuyen como una Pareto:

$$F_{Y_{i,j}^{MC}} = \begin{cases} 0 & \text{if } y < \beta \\ 1 - (\frac{y}{\beta})^{-\alpha_i} & \text{if } y \geq \beta \end{cases}$$

donde β es el menor siniestro considerado en el modelo de pérdidas grandes. El parámetro β lo ha de escoger cada asegurador y puede ser 1 MCHF o 5 MCHF. El peso de la cola de la distribución de Pareto viene determinado por el parámetro α . Su valor lo proporciona el documento del SST y varía en función de la β escogida por la compañía y por la línea de negocio. En el ejemplo desarrollado en esta tesis de máster, $\alpha_i = 2, 5$. También, el SST permite truncar la distribución de Pareto a un valor determinado y fija límites para esta truncación, los cuales varían dependiendo de la línea de negocio. Por ejemplo, para la línea de negocio de *Motor Vehicle Liability*, no existe ningún punto de truncamiento; es ilimitado.

4.2.4. El Target Capital

Añadiendo la expresión de las provisiones por siniestros en el año en curso y de las provisiones por siniestros ocurridos en años anteriores y realizando ciertos supuestos y aproximaciones, la

diferencia del $RBC(0)$ y el $RBC(1)$ se determina como

$$\begin{aligned}
\frac{RBC(1)}{1 + r_1^{(0)}} - RBC(0) &\approx \frac{R_I - E[R_I]}{1 + r_1^{(0)}} (A(0) + (P - upr) - K) \\
&- \left(\frac{D_{CY}^{(1)}}{1 + r_1^{(0)}} - d_{CY}^{(0)} \right) \cdot E[S_{CY}] \\
&- \left(\frac{D_{PY}^{(1)}}{1 + r_1^{(0)}} - d_{PY}^{(0)} \right) \cdot R_{PY}^{(0)} \\
&+ \frac{E[R_I] - r_1^{(0)}}{1 + r_1^{(0)}} \cdot (A(0) + (P - upr) - K) \\
&+ P - K - d_{CY}^{(0)} \cdot E[S_{CY}] - d_{CY}^{(0)} \cdot (S_{CY} - E[S_{CY}]) \\
&- d_{PY}^{(0)} \cdot (C_{PY} - 1) R_{PY}^{(0)}
\end{aligned}$$

A esta cuantía se le aplica el ES y se obtiene el *Target Capital*.

4.3. El RBC de la NAIC

El RBC se calcula multiplicando una serie de ratios por varias cantidades del estado de resultados y de varios balances, después de aplicar un ajuste por covarianza.

Los componentes de la fórmula del RBC son diferentes dependiendo del segmento de la industria en el que la empresa actúe. Para los aseguradores de propiedad/accidentes (aquellos aseguradores que actúan en un ramo equivalente a los “aseguradores de no-vida” en Solvencia II/*Swiss Solvency Test*), la fórmula incluye los siguientes factores de riesgo:

- R_0 - Riesgo de activos para inversiones en filiales de aseguradoras (*Assets risk for investments in subsidiary insurance companies*).
- R_1 - Riesgo por activos de inversión de renta fija (*Asset risk for fixed income investment*).
- R_2 - Riesgo por activos de inversiones de capital (*Asset risk for equity investments*).
- R_3 - Riesgo por activos, crédito (*Asset risk, credit*).
- R_4 - Riesgo de suscripción relativo a reservas (*Underwriting risk relating to reserves*).
- R_5 - Riesgo de suscripción relativo a primas netas (*Underwriting risk relating to net written premiums*).

Así, todos los riesgos se incorporan en la siguiente ecuación para obtener el *Risk-Based Capital*:

$$RBC = R_0 + \sqrt{R_1^2 + R_2^2 + R_3^2 + R_4^2 + R_5^2}. \quad (23)$$

Dado que lo que se pretende en esta tesis de máster es comparar el cálculo del riesgo de suscripción en los diferentes modelos, solo se indicará el cálculo de los riesgos R_4 y R_5 , para equipararlo al riesgo de prima y de reserva de Solvencia II y al SST. El riesgo de suscripción representa la mayor parte del *Risk-Based Capital* para la mayoría de las aseguradoras de propiedad y accidentes.

4.3.1. Riesgo por reservas

El riesgo de reservas se calcula multiplicando una serie de RBC factores a las reservas brutas por cada una de las 19 líneas de negocio consideradas. A estos factores se les ha descontado los ingresos de inversión y se puede ajustar con la propia experiencia relativa de cada empresa en particular.

Para el cálculo del RBC por riesgo de reserva, el modelo RBC de la NAIC incorpora lo que denomina *líneas*. Son 15:

- *Línea 1. Industry Average Development.* Es un factor calculado por la NAIC con la experiencia de la pérdida media y del desarrollo de las reservas por gastos de protección y contención reportado por las empresas durante los últimos nueve años.
- *Línea 2. Desarrollo de la compañía (Company Development).* Es el ratio de la suma del desarrollo de las pérdidas incurridas y de los gastos por protección y contención de los costes de accidentes anteriores medidos en el año en curso y la suma de las evaluaciones iniciales de estas pérdidas incurridas y de los gastos de protección y contención. El valor máximo solo puede ser 400 %.
- *Línea 3. Company Development to Industry Average Development Factor.* Ratio entre la Línea 1 y la Línea 2. Si la compañía está obligada a utilizar la experiencia media de la industria, el ratio es 1.
- *Línea 4. Industry Loss & Expense Unpaid.* Estos factores los proporciona la NAIC y varían en función de la línea de negocio.
- *Línea 5. Company RBC percent.* Se calcula con la siguiente expresión:

$$50 \% \cdot \text{Línea 4} \cdot \text{Línea 3} + 50 \% \cdot \text{Línea 4}.$$

- *Línea 6. Loss and Expense Unpaid.* Es la pérdida neta y los gastos por pérdidas ajustadas no pagados por línea de negocio. Está medida en miles de dólares (000s).
- *Línea 7. Otros descuentos netos contra pérdidas y gastos no pagados (Other Discount Amounts Netted Against Loss + Expense Unpaid).* Si las reservas se calculan brutas de cualquier descuento no tabular (entendido como cualquier tipo de descuento no predefinido), la compañía ha de contabilizar estas cantidades descontadas en esta línea. Está medida en miles de dólares (000s).
- *Línea 8. Adjustment for Investment Income.* Es un ratio calculado por la NAIC. En el caso de los pasivos de los aseguradores que operan en la línea de negocio *Private Passenger Auto Liability*, el patrón de pagos se determina utilizando la metodología *Interest Rate Swaps type methodology*.

- *Línea 9. Base Loss and Expense Risk Based Capital.* Son las reservas de capital necesarias una vez reconocido el valor temporal del dinero de las reservas no descontadas.
- *Línea 10. Percent Loss Sensitive Direct Loss & Expense Reserves.* Es un porcentaje de descuento para la Línea 9 determinado por la NAIC. Para el negocio directo sensible a la pérdida, el porcentaje es el 30 %. El máximo descuento es del 100 %.
- *Línea 11. Percent Loss Sensitive Assumed Reserves.* Otro porcentaje de descuento de la Línea 9 determinado por la NAIC. Para el negocio directo sensible a la pérdida el porcentaje es 15 %. El máximo descuento es del 100 %. Se aplica en compañías de reaseguro.
- *Línea 12. Loss Sensitive Discount for Loss & Expense Reserves.* Se define como el descuento total para el negocio sensible a la pérdida. Si la Línea 10 o la Línea 11 son negativas, este descuento es del 0 %. Si no, se calcula como

$$\text{Línea 9} \cdot 30 \% \cdot \text{Línea 10} + \text{Línea 9} \cdot 15 \% \cdot \text{Línea 11}.$$

Está medida en miles de dólares (000s).

- *Línea 13. Loss and Expense RBC After Discounts.* Es la ecuación (medida en miles de dólares)

$$\text{Línea 9} - \text{Línea 12}.$$

- *Línea 14. Loss Concentration Factor.* Se trata de un descuento aplicado para introducir los beneficios de la diversificación del negocio. Para su cálculo, las reservas de la mayor línea de negocio de la compañía se divide entre el total de reservas de la compañía, se multiplica por 30 % y se suma a 0,7. Si el asegurador solo opera en una línea de negocio, el ratio de dicha línea es 1, haciendo que el ratio de la Línea 14 sea también 1, lo cual significa que no existe diversificación.
- *Línea 15. Total Net Loss and Expenses RBC.* Se calcula multiplicando la cuantía de la Línea 13 y la cuantía de la Línea 14. Esta cantidad resultante se ha de multiplicar por 1000 para obtener el resultado en dólares.

En la Tabla 2 del Apéndice A2 se provee los factores del RBC para el riesgo de reservas para la línea de negocio *private passenger auto liability*.

4.3.2. Riesgo por primas emitidas

En este caso, el riesgo por primas emitidas se calcula aplicando un número de factores a las primas netas del año en curso por cada línea de negocio. La metodología para el cálculo del riesgo por primas emitidas (R_5) es prácticamente la misma que la utilizada en el cálculo del riesgo por reservas. De la misma manera que en este riesgo, el RBC de la NAIC incorpora 15 líneas:

- *Línea 1. Industry Average Loss and Expense Ratio.* Es un factor calculados por la NAIC en base a la experiencia histórica de las compañías que le han reportado información y que es distinto para cada la línea de negocio.

- *Línea 2. Company Average Loss and Expense Ratio.* La NAIC la define como la media simple del ratio de pérdidas anuales en los años considerados (accident years) y del ratio de gastos. Para su cálculo, el número de años utilizados varía en función de la línea de negocio, aunque en 2009, se utilizan los últimos 10 años para todas las líneas de negocio. Si el *loss and expense ratio* de algún años considerado es cero o negativo o si las primas netas devengadas en cualquier año considerado es cero o negativo, se asume que la compañía no tiene la suficiente experiencia para calcular este ratio, por lo que la Línea 2 = Línea 1.
- *Línea 3. Company to Industry Ratio.* Ratio entre la Línea 1 y la Línea 2. Si la compañía está obligada a utilizar la experiencia media de la industria, el ratio es 1.
- *Línea 4. Industry Loss & Expense Ratio.* Estos factores los provee la NAIC y varían en función de la línea de negocio.
- *Línea 5. Company RBC Loss & Expense Ratio.* Se calcula como

$$50\% \cdot \text{Línea 4} \cdot \text{Línea 3} + 50\% \cdot \text{Línea 4}.$$

- *Línea 6. Company Underwriting Expense Ratio.* Es el ratio de otros gastos incurridos por suscripción sobre el total de primas netas suscritas en el año en curso. El ratio varía entre $[0, 400]\%$. Si el ratio es negativo, la Línea 6 será cero.
- *Línea 7. Adjustment for Investment Income.* Es un factor de descuento calculado por la NAIC de la misma manera que la Línea 8 del Riesgo de Reservas.
- *Línea 8. Net Written Premium.* Son las primas netas suscritas en el año en curso. Está medida en miles de dólares (000s).
- *Línea 9. Base Written Premium Risk Based Capital.* Se calcula como (en miles de dólares)

$$\text{máx}[0, \text{Línea 8} \cdot (\text{Línea 5} \cdot \text{Línea 7} + \text{Línea 6} - 1)].$$

- *Línea 10. Percent Loss Sensitive Direct Net Written Premiums.* Es un descuento del 30% para la Línea 9 permitido para el negocio directo sensible a la pérdida.
- *Línea 11. Percent Loss Sensitive Assumed Net Written Premiums.* Es otro descuento del 15% para la Línea 9 permitido para el negocio directo sensible a la pérdida. Se aplica en compañías de reaseguro.
- *Línea 12. Loss Sensitive Discount for Net Written Premiums.* Es el descuento total del negocio directo sensible a la pérdida y que se calcula como

$$\text{Línea 9} \cdot \text{Línea 10} \cdot 30\% + \text{Línea 9} \cdot \text{Línea 11} \cdot 15\%.$$

La Línea 10 y la Línea 11 se mueven entre $[0, 100]\%$ y si el ratio es negativo, se asume que es cero. Está medida en miles de dólares (000s).

- *Línea 13. Net Written Premiums RBC After Discounts.* Es la resta Línea 12 – Línea 9. Está medida en miles de dólares (000s).

- *Línea 14. Premium Concentration Factor.* Es un descuento aplicado por el spread del negocio a la Línea 13. Para su cálculo, las primas netas suscritas en la mayor línea de negocio de la empresa se divide entre el total de las primas netas suscritas de la compañía, se multiplica por 30 % y se le añade 0.7. Si el asegurador solo opera en una línea de negocio, el ratio de dicha línea es 1, haciendo que el ratio de la Línea 14 sea también 1, lo cual significa que no existe *spread*.
- *Línea 15. Total Net Written Premium RBC.* Se calcula multiplicando la cuantía de la Línea 13 y la cuantía de la Línea 14. Esta cantidad resultante se ha de multiplicar por 1000 para obtener el resultado en dólares.

En la Tabla 3 del Apéndice A2 se provee los factores del RBC para el riesgo de primas netas emitidas para la línea de negocio *private passenger auto liability*. Además, en el Apéndice A3 también se explica la metodología de cálculo que utiliza la NAIC para crear dichas tablas y estimar los riesgos R_4 y R_5 .

5. Comparación

Una vez analizados todos los modelos y definido cómo capturan el riesgo de suscripción de un asegurador del ramo no-vida que opera en la línea de negocio de automóviles, en esta última Sección se realizará una pequeña comparación del modo en que los modelos calculan el capital de solvencia. Además, se realizará un ejemplo numérico para reforzar este análisis.

5.1. Ejemplo teórico

Antes de hacer ninguna comparativa, existen ciertos puntos que deben de ser considerados.

- La fórmula estándar de Solvencia II indica que el capital de solvencia para un asegurador del ramo no-vida se calcula mediante la agregación de los riesgos de suscripción, caída y catastrófico. Dado que el riesgo catastrófico es difícil de calcular sin tener información de la empresa, ha sido imposible incluirlo. El riesgo de caída tampoco se ha incluido por el mismo motivo.
- En el *Swiss Solvency Test*, el riesgo catastrófico se calcula mediante escenarios. Dado que su cálculo es tedioso y es difícil de resumir todos los escenarios tampoco se ha incluido.
- En el RBC de la NAIC, el *Risk-Based Capital* para un asegurador del ramo no-vida se calcula mediante diferentes riesgos (del R_0 al R_5). En un intento de hacer lo más similar posible el ejemplo para los tres modelos, los riesgos de primas (R_4) y reservas (R_5) han sido los dos únicos riesgos considerados.

Una vez establecidos estos puntos, se puede observar que la fórmula estándar del modelo de Solvencia II es la metodología más sencilla y barata para calcular el capital de solvencia de los tres modelos. Solo requiere el cálculo de las primas y provisiones que los aseguradores disponen a causa de su actividad, por lo que no requiere de utilizar más tiempo o dinero en hacer otros cálculos. El RBC de la NAIC también requiere esas dos cantidades pero además necesita la

información de las primas de los últimos 10 años y otra información de la industria (la cual provee la NAIC), razones por la que se piensa que es más difícil y caro calcular el capital de solvencia mediante esta metodología que mediante Solvencia II. Por lo que respecta al *Swiss Solvency Test*, la necesidad de establecer suposiciones de la distribución de los siniestros y su elaborada fórmula hacen que sea difícil su implementación.

La forma de agregar los riesgos y la suposición de dependencia también difiere entre los modelos. Mientras Solvencia II incorpora un factor de correlación en la fórmula de agregación y el *Swiss Solvency Test* agrega los riesgos haciendo que todos los siniestros sigan una distribución única, el RBC de la NAIC considera que no existe ninguna dependencia (ver Sección 3). Otra diferencia entre los modelos es que Solvencia II y el *Swiss Solvency Test* suponen que los activos se contabilizan mediante valor de mercado mientras que el RBC de la NAIC no realiza ninguna suposición de cómo se han de contabilizar. También, el modo de entender el riesgo de una empresa es diferente. El *Swiss Solvency Test* y Solvencia II apuestan por una imagen dinámica, calculando el riesgo a lo largo del año mientras que el RBC de la NAIC realiza una visión estática del riesgo, reflejando el riesgo que un asegurador tiene en ese momento temporal. Se podría decir que el RBC de la NAIC es un modelo más contable y que Solvencia II y el *Swiss Solvency Test* son modelos más técnicos. Además, Solvencia II y el *Swiss Solvency Test* aplican una medida de riesgo (*VaR* y *ES*, respectivamente) a una cierta variable aleatoria a la hora de encontrar el capital de solvencia, a diferencia del RBC de la NAIC, el cual indica un capital de solvencia cierto al utilizar una serie de ratios y cantidades ciertas para su cálculo.

En la Tabla 1, se resumen las distintas características de los modelos estudiados en este trabajo para facilitar la comparación entre ellos.

Tabla 1: Características de los distintos modelos (resumen)

	Solvencia II	SST	RBC NAIC
Enfoque	Basado en Principios y escenarios	Basado en Principios y escenarios	Basado en Reglas
Ramos Incorporados	Vida, No-Vida, Salud	Vida, No-Vida, Salud	Vida, No-Vida, Salud
Riesgos Analizados	Suscripción, Mercado, Crédito, Catastrófico, Operacional	Suscripción, Mercado, Crédito, Catastrófico (Escenarios)	Suscripción, Mercado, Crédito, Operacional (negocio)
Medida de Riesgo Utilizada	Value at Risk al 99,5%	Expected Shortfall al 99,5%	Ninguna
Incorpora dependencia entre riesgo y Diversificación	Sí	Sí	Solo Diversificación
Valoración Activos	Valor de mercado	Valor de mercado	Criterios contables
Imagen	Dinámica	Dinámica	Estática
Necesidad de información riesgo suscripción	Provisiones y Reservas	Provisiones, Reservas y siniestros	Provisiones, Reservas e información de años anteriores y de la industria para el cálculo de varios ratios

Fuente: Elaboración propia

5.2. Ejemplo numérico

Dado que el modelo que incorpora el *Swiss Solvency Test* para el cálculo del riesgo de un asegurador del ramo no-vida requiere de la contabilización de los siniestros ocurridos y no se dispone de suficiente información, en este último subapartado se realizará el cálculo del riesgo de suscripción mediante la metodología que incorpora el modelo de Solvencia II y el modelo RBC de la NAIC.

Se ha utilizado la cuenta técnica no vida de la empresa SegurCaixa S.A. como base para la cantidad de provisiones y primas, la cual se puede observar en el Apéndice A4. Para facilitar los cálculos se ha considerado que esta entidad aseguradora:

- Es una entidad aseguradora que solamente opera en el ramo no-vida/*Property and Casualty*.
- Su única actividad la realiza en la línea de negocio “Seguro por responsabilidad civil de automóviles” (no actúa en otra línea de negocio).
- No es una entidad sensible a las pérdidas (NAIC).
- Su volumen de primas son los que refleja el Epígrafe I de la Figura 6 de la cuenta técnica utilizada como base, siendo un total de 67.493.611,4 €.
- Dado que la cuenta técnica no refleja el valor de las provisiones, se ha considerado que la cantidad “Variación de la provisión para prestaciones” es un 85 % del total provisionado y a partir de aquí se ha calculado las provisiones totales, es decir

$$\frac{19.323.497,66 - 26.400,43}{0,85} = 22.422.936,74\text{€}.$$

- No dispone de suficiente información propia para el cálculo de estimadores. Todo aquello que pueda venir predefinido por los modelos se utilizará como dato. Además, en el caso del RBC de la NAIC, al no disponer de información, Línea 2= Línea 1, por lo que Línea 3 = 1 tanto para el riesgo R_4 como para el riesgo R_5 .
- No dispone de inversiones, activos de renta fija o variable ni ningún otro activo que pueda generar ingresos.

Los datos necesarios para el cálculo de los riesgos extraídos de la Figura 6 son:

Provisión para prestaciones	22.422.936,74 €
Primas emitidas netas de reaseguro	67.493.611,4 €
<i>Company to industry ratio</i> (Línea 3 RBC NAIC)	1
<i>Industry Loss & Expense Ratio R4</i> (Línea 4 RBC NAIC R4)	0,199
<i>Industry Loss & Expense Ratio R5</i> (Línea 4 RBC NAIC R5)	0,983
<i>Adjustment for investment income R4</i> (Línea 8 RBC NAIC R4)	0,927
<i>Adjustment for investment income R5</i> (Línea 7 RBC NAIC R5)	0,921

5.2.1. Metodología Solvencia II

Como se definió anteriormente, para el cálculo del SCR se necesita determinar la medida de volumen y la desviación estándar. Para el cálculo de la medida de volumen del riesgo de prima y reserva del segmento s , si se considera que el factor de diversificación geográfica es 1, de la ecuación (4) se obtiene:

$$\begin{aligned} V_s &= (V_{prim,s} + V_{res,s}) \cdot 1, \\ V_s &= (67.493.611,4 + 22.422.936,74), \\ V_s &= 89.916.548,14 = V_{nv} \end{aligned}$$

Por su parte, la desviación estándar será

$$\sigma_{nv} = \frac{1}{89.916.548,14} \cdot \sqrt{\sigma_s^2 \cdot V_s^2}.$$

Siendo,

$$\begin{aligned} \sigma_s &= \frac{\sqrt{8\% \cdot 67.493.611,4^2 + 8\% \cdot 67.493.611,4 \cdot 9\% \cdot 22.422.936,74 + 9\% \cdot 22.422.936,74^2}}{67.493.611,4 + 22.422.936,74} \\ \sigma_s &= 0,07387. \end{aligned}$$

Por tanto,

$$\sigma_{nv} = \frac{1}{89.916.548,14} \sqrt{0,07387^2 \cdot 89.916.548,14^2} = 0,07387.$$

$$SCR_{nv-prim-res} = 3 \cdot 0,07387 \cdot 89.916.548,14 = 19.927.674,71$$

por lo que

$$SCR_{no-vida} = \sqrt{19.927.674,71^2} = 19.927.674,71\text{€}.$$

5.2.2. RBC NAIC

Para calcular el RBC primero se han de calcular los riesgos $R4$ y $R5$. Se debe de tener en cuenta que la empresa escogida no es sensible a la pérdida para facilitar los cálculos, además de suponer que no cuenta con la experiencia suficiente. Se ha utilizado el artículo de [Feldblum \(1996\)](#) a modo de guía para la realización de estos cálculos.

El Riesgo R_4 se determina como

$$\begin{aligned} \text{Riesgo por reservas} &= \text{Reservas} \cdot [(1 + \text{Company RBC \%}) \\ &\cdot (\text{factor de descuento}) - 1] \\ &= 22.733.526,66 \cdot [(1 + 1 \cdot \text{Company RBC \%} \cdot 0,927) - 1]. \end{aligned}$$

A su vez,

$$\begin{aligned} \text{Company RBC \%} &= 50\% \cdot \text{Línea 4} \cdot \text{Línea 3} + 50\% \cdot \text{Línea 4} \\ &= 0,5 \cdot 0,199 \cdot 1 + 0,5 \cdot 0,199 = 0,199. \end{aligned}$$

Por tanto,

$$\text{Riesgo por reservas} = 22.733.526,66 \cdot [(1 + 1 \cdot 0,199 \cdot 0,927) - 1] = 4.193.721,86\text{€}.$$

Así,

$$\begin{aligned} R_4 &= [70\% + 30\% \cdot \text{Loss Concentration Ratio}] \cdot \text{Riesgo por reservas} \\ &= 1 \cdot 4.193.721,86 = 4.193.721,86\text{€}. \end{aligned}$$

El Riesgo R_5 se determina como

$$\begin{aligned} \text{Riesgo por primas netas emitidas} &= \text{Primas emitidas} \cdot [(\text{Industry Loss \& LAE Ratio} \\ &\quad \cdot \text{factor de descuento}) \\ &\quad + \text{Ratio de gastos} - 1] \\ &= 67.493.611,4 \cdot [(1 \cdot \text{Industry Loss \& LAE Ratio} \cdot 0,921) \\ &\quad + 0,25 - 1]. \end{aligned}$$

Por otra parte,

$$\begin{aligned} \text{Industry Loss \& LAE Ratio} &= 50\% \cdot \text{Línea 4} \cdot \text{Línea 3} + 50\% \cdot \text{Línea 4} \\ &= 0,5 \cdot 0,983 \cdot 1 + 0,5 \cdot 0,983 = 0,983. \end{aligned}$$

De esta manera,

$$\begin{aligned} \text{Riesgo por primas netas emitidas} &= 67.493.611,4 \cdot [(1 \cdot 0,983 \cdot 0,921) + 0,25 - 1] \\ &= 10.484.660,08\text{€}. \end{aligned}$$

Agregando riesgos,

$$RBC = \sqrt{R_4^2 + R_5^2} = \sqrt{4.193.721,86^2 + 10.484.660,08^2} = 11.292.271,69\text{€}$$

5.2.3. Comparativa

Como se puede observar, el capital de solvencia presentado por el RBC de la NAIC es inferior al presentado por Solvencia II.

Esto puede deberse a que Solvencia II es un modelo que contabiliza mejor la exposición al riesgo de una empresa que el RBC de la NAIC. El hecho de que para el cálculo del riesgo de suscripción en el modelo de Solvencia II solo incorpore el riesgo por primas y reservas mientras que en el RBC del NAIC incorpora, internamente, otros riesgos no ha hecho que el capital de solvencia sea más elevado en el segundo que en el primero. Este resultado tiene coherencia con lo explicado en la Sección 3, donde se determinaba que los modelos Solvencia II y *Swiss Solvency Test* eran modelos más conservadores que el RBC de la NAIC.

6. Conclusiones y futuras líneas de investigación

En esta tesis de máster se han presentado tres de los modelos de solvencia asegurador más importantes, la normativa europea Solvencia II, el modelo suizo *Swiss Solvency Test* y la normativa americana RBC de la NAIC.

En una primera parte se han definido estos modelos con la intención de presentarlos y establecer unas bases para la comprensión de la comparativa posterior. Después se han utilizado los criterios de [Cummins et al. \(1994\)](#) para comparar los modelos, llegando a la conclusión de que Solvencia II y el *Swiss Solvency Test* cumplen en mayor medida dichos requerimientos que el RBC de la NAIC, aunque no cumplen perfectamente todos.

También se ha visto que la metodología utilizada por el modelo Solvencia II es la más fácilmente aplicable y más barata, tanto en términos monetarios como en tiempo, en el caso del cálculo del capital de solvencia necesario por el riesgo de suscripción, mientras que el modelo *Swiss Solvency Test* es el más conservador al tener en cuenta también los siniestros para el cálculo del capital de solvencia. Estas conclusiones, pero, se han hecho teniendo en cuenta unas hipótesis, por lo que no se asegura que se puedan afirmar en todos los casos.

También se ha realizado un ejemplo numérico en el que se ha podido comprobar el cálculo del riesgo de suscripción en una empresa hipotética mediante las metodologías del RBC de la NAIC y de Solvencia II, llegando a la conclusión que, en dicha empresa, Solvencia II indica que la empresa ha de disponer de un mayor capital de solvencia que el que determina el RBC de la NAIC.

Queda pendiente el recrear el cálculo del riesgo de una empresa aseguradora del ramo no-vida mediante los tres modelos a fin de realizar una comparación numérica mucho más cercana a la realidad y que incorpore todos los riesgos que en esta tesis de máster no se han considerado por falta de datos.

Referencias

- Actuarial Outpost, 2015. *Risk Based Capital Requirements*.
(<http://www.actuarialoutpost.com>) [Consultado el 15/05/2015].
- CEA and Mercer Oliver Wyman, 2005. *Solvency Assessment Models Compared*. Research report produced by CEA and Mercer Oliver Wyman in cooperation with all European Insurance Markets.
- CEIOPS, 2010. *QIS5 Technical Specifications*. European Commission Internal Market and Services DG Financial Institutions Insurance and pensions, 1–330.
(<https://eiopa.europa.eu/publications/qis>) [Consultado el 20/02/2015].
- Comisión Europea, 2015. *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, 1–797.
(<http://www.boe.es/doue/2015/012/L00001-00797.pdf>) [Consultado el 20/02/2015].

- Cummins, J., Harrington, S., Niehaus, G., 1994. An economic overview of risk-based capital requirements for the property-liability insurance industry. *Journal of Insurance Regulation* 11, 427–449.
- EIOPA, 2014. *Technical Specification for the Preparatory Phase (Part I)* EIOPA-14/209, 1–363.
(<https://eiopa.europa.eu/regulation-supervision/insurance/solvency-ii/solvency-ii-technical-specifications>) [Consultado el 15/05/2015].
- Feldblum, S., 1996. NAIC Property/Casualty Insurance Company Risk-Based Capital Requirements, in: *Proceedings of the Casualty Actuarial Society*, pp. 297–418.
- FOPI, 2004. *White Paper of the Swiss Solvency Test*.
(<https://www.finma.ch/FinmaArchiv/bpv/e/themen/00506/00552/index.html?lang=en>) [Consultado el 02/03/2015].
- FOPI, 2006. *Technical document on the Swiss Solvency Test*.
(<https://www.finma.ch/en/supervision/insurers/cross-sectoral-tools/swiss-solvency-test-sst/>) [Consultado el 20/02/2015].
- Garayeta, A., de la Peña, I., Iturricastillo, I., 2014. Tres sistemas y un objetivo. Solvencia. *Anales del Instituto de Actuarios Españoles* 20, 33–52.
- Holzmüller, I., 2009. The United States RBC Standards, Solvency II and the Swiss Solvency Test: A comparative assessment. *The Geneva Papers*, 56–77.
- Luder, T., 2005. Swiss Solvency Test in Non-life insurance. *36 th. ASTIN Colloquium 2005*, 1–16.
- NAIC, 2009. *Risk-Based Capital Property and Casualty Forecasting and Instructions*. National Association of Insurance Commissioners.
- Parlamento Europeo y Consejo de la Unión Europea, 2009. *Directiva 2009/138/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de noviembre de 2009*. Diario Oficial de la Unión Europea L 335, 1–155.
(<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:335:0001:0155:ES:PDF>) [Consultado el 28/04/2015].

A. Apéndices

A1. Hipótesis del *Swiss Solvency Test*

Para el modelo estándar que el SST incorpora para una entidad aseguradora que actúe en el ramo no-vida se realizan varias hipótesis básicas:

1. El riesgo radica en la incertidumbre

- de las inversiones y de la curva de tipos de interés futura que afecta al valor de los activos y de los pasivos.
 - de los gastos por siniestro de los nuevos siniestros que se produzcan en el año en curso.
 - en el importe de las provisiones para siniestros.
2. Se puede considerar determinista
- las primas cobradas en el año en curso
 - los costes operacionales y administrativos
 - el patrón de pagos, tanto para los siniestros que ocurran en el año en curso $(\alpha_k)_{k \geq 0}$ como para los siniestros ocurridos en años anteriores $(\beta_k)_{k \geq 0}$
3. La aleatoriedad de los tipos de interés futuros depende de variables técnicas como la cuantía de los siniestros como las provisiones por siniestros.
4. Las provisiones se determinan según la mejor estimación. La esperanza del factor de corrección estocástico para provisiones por siniestros ocurridos en años anteriores es 1, $E[C_{PY}] = 1$.
5. Las primas se cobran a principio de año, así como los costes se pagan a principio del año. Los pagos por siniestros se realizan a final del año y no se tiene en cuenta aquel negocio que aflore después del año en curso.
6. Los costes se diferencian de acuerdo a
- Costes relacionados con la tramitación de los siniestros. A su vez, se dividen en:
 - Gastos no relacionados directamente con la tramitación de un siniestro como, por ejemplo, el salario de los empleados de la empresa (*ULAE*).
 - Gastos relacionados directamente con la tramitación de un siniestro como, por ejemplo, gastos por abogados externos (*ALAE*).
 - Gastos operacionales y administrativos.
7. Las provisiones por *ALAE* y *ULAE* futuras a causa de siniestros ocurridos en años anteriores deben de ser consideradas separadamente. Si las *ALAE* están consideradas dentro de las provisiones por siniestros, solo se considerarán las provisiones por *ULAE* separadamente.

A2. Riesgo de reserva y de primas emitidas del RBC de la NAIC

Tabla 2: Factores del RBC para el riesgo de reservas. Línea de negocio *Private Passenger Auto Liability*

	SCH P LINE OF BUSINESS	PPA
(1)	INDUSTRY AVERAGE DEVELOPMENT	0.998
(2)	COMPANY DEVELOPMENT	0.000
(3)	(2)/(1)	0.000
(4)	INDUSTRY LOSS & EXPENSE RBC %	0.199
(5)	COMPANY RBC % (4)*(3)*.5+(4)*.5	0.000
(6)	LOSS +EXPENSE UNPAID SCH. P PART 1 (in 000s)	0
(7)	OTHER DISCOUNT AMOUNT NOT INCLUDED IN LOSS+EXPENSE UNPAID IN SCH. P PART 1 (in 000s)	0
(8)	ADJUSTMENT FOR INVESTMENT INCOME	0.927
(9)	CASE LOSS+EXPENSE RESERVE RISK-BASED CAPITAL (000s) MAX {0,[(5)+1]*(8)-1}*[(6)+(7)]} zero if Line [(6)+(7)] is negative	0
(10)	% DIRECT LOSS SENS	0.0%
(11)	% ASSUMED LOSS SENS	0.0%
(12)	LOSS SENSITIVE DISCOUNT (in 000s)	0
(13)	LOSS+EXPENSE RBC AFTER DSCT (in 000s) L(09) - L(12)	0
(14)	LOSS CONCEN FACTOR	
(15)	NET LOSS+EXPENSE RBC x 1000 (converted to whole dollars)	

Fuente: NAIC (2009)

Tabla 3: Factores del RBC para el riesgo de primas netas emitidas. Línea de negocio *Private Passenger Auto Liability*

	SCH P LINE OF BUSINESS	PPA
(1)	INDUSTRY AVERAGE LOSS & EXPENSE RATIO	0.821
(2)	COMPANY AVERAGE LOSS & EXPENSE RATIO	0.000
(3)	(2)/(1)	0.000
(4)	INDUSTRY LOSS & EXPENSE RATIO	0.983
(5)	COMPANY RBC LOSS & EXPENSE RATIO (3)*(4)*0.5+(4)*0.5	0.000
(6)	COMPANY UNDERWRITING EXPENSE RATIO	0.000
(7)	ADJUSTMENT FOR INVESTMENT INCOME	0.921
(8)	C/Y NET WRITTEN PREMIUM (in 000s)	0
(9)	BASE WRITTEN PREMIUM RISK-BASED CAPITAL (in 000s) MAX {0,(8)*[(5)*(7)+(6)-1]} zero if Line (8) is negative	0
(10)	% DIRECT LOSS SENS WP	0.0%
(11)	% ASSUMED LOSS SENS WP	0.0%
(12)	LOSS SENSITIVE DSCT - WP (in 000s)	0
(13)	NWP RBC AFTER DSCT (in 000s)	0
(14)	PREMIUM CONCENTRATION FACTOR	
(15)	NET WRITTEN PREMIUM RBC x 1000 (converted to whole dollars)	

Fuente: NAIC (2009)

A3. Los riesgos R_4 y R_5 del RBC de la NAIC

A3.1. El riesgo por provisiones R_4

<p>Step 1: Calculate the average loss development by company and line of business</p> $\text{Company Average Development} = \frac{\text{current incurred losses} - \text{initial incurred losses}}{\text{initial incurred losses}}$ <p>where current incurred losses = Σ incurred losses in the last column of Schedule P excluding the latest year & the prior row and initial incurred losses = Σ incurred losses in the last diagonal of Schedule P excluding the latest year & the prior row</p> <p>Step 2: Calculate the Initial Reserving Risk Charge by Line of Business ↓Discount Factor = adjustment for investment income factor</p> $\left(\begin{array}{c} \text{Reserving} \\ \text{Risk Charge} \end{array} \right) = \left(\begin{array}{c} \text{Reported} \\ \text{Reserves} \end{array} \right) \times \left[\left(1 + (\text{Adjustment}) \times \left(\begin{array}{c} \text{Industry Worst} \\ \text{Case Scenario} \end{array} \right) \right) \times \left(\begin{array}{c} \text{Discount} \\ \text{Factor} \end{array} \right) - 1 \right] \text{ Adjustment} = \frac{\left(\begin{array}{c} \text{industry} \\ \text{avg devt} \end{array} \right) + \left(\begin{array}{c} \text{company} \\ \text{avg devt} \end{array} \right)}{2 \times \left(\begin{array}{c} \text{industry} \\ \text{avg devt} \end{array} \right)}$ <p>Step 3: If there is loss-sensitive (WC) business, then you also need to calculate and apply an Offset Factor</p> $\left(\begin{array}{c} \text{Offset} \\ \text{Factor} \end{array} \right) = 1.00 - 30\% \times \frac{\text{Reserves for Retro Rated WC Business}}{\text{Total WC Reserves}} \quad \text{Final RBC Charge} = \left(\begin{array}{c} \text{Offset} \\ \text{Factor} \end{array} \right) \times \left(\begin{array}{c} \text{Reserving} \\ \text{Risk Charge} \end{array} \right)$ <p>Step 4: Calculate the Loss Concentration Ratio and Sum the Reserving Risk Charges for all Lines of Business</p> $\text{LCR} = \frac{\text{Unpaid Losses and LAE for the largest line}}{\text{Unpaid Losses and LAE for ALL lines}} \quad R_4 = [70\% + 30\% \times \text{LCR}] \times [\Sigma \text{ Reserving Risk Charges}]$ <p>Step 5: Calculate the Excessive Growth Charge and add to R_4 when calculating the RBC requirement</p> $\left(\begin{array}{c} \text{Growth} \\ \text{Charge} \end{array} \right) = \left(\begin{array}{c} \text{Excessive} \\ \text{growth rate} \end{array} \right) \times 45\% \times \left(\begin{array}{c} \text{Unpaid Loss} \\ \text{and LAE} \end{array} \right)$

Fuente: [Actuarial Outpost \(2015\)](#)

Figura 4: R_4 - Pasos para el cálculo del riesgo de reserva

En este cuadro se puede observar el cálculo del riesgo por reservas mediante la metodología del RBC de la NAIC. En primer lugar se ha de calcular el *Company Development* (Línea 2), el cual se calcula como el porcentaje de variación de las pérdidas actuales respecto a las pérdidas iniciales,

$$\text{Línea 2} = \frac{\text{Pérdidas}_{\text{actuales}} - \text{Pérdidas}_{\text{iniciales}}}{\text{Pérdidas}_{\text{iniciales}}}$$

Con este factor se calcula el *Company Development to Industry Average Development Factor* (Línea 3), dividiendo la Línea 2 entre la Línea 1,

$$\text{Línea 3} = \frac{\text{Línea 2}}{\text{Línea 1}}$$

Una vez obtenido este factor, se calcula el *Case Loss and expense RBC* (Línea 9) mediante

$$\text{Línea 9} = \text{Reservas} \cdot [(1 + \text{adjustment} \cdot \text{Línea 4}) \cdot \text{Línea 8} - 1] \cdot [\text{Línea 6} + \text{Línea 7}].$$

Donde la Línea 8 es un ratio determinado por la NAIC,

$$\text{adjustment} = \frac{1 + \text{Línea 3}}{2}$$

y

$$\text{Reservas} = \text{Línea 6} + \text{Línea 7}.$$

El paso siguiente es calcular los factores de descuento (Línea 12),

$$\text{Línea 12} = \text{Línea 9} \cdot 30\% \cdot \text{Línea 10}$$

y aplicarlos al RBC (Línea 13),

$$\text{Línea 13} = \text{Línea 9} - \text{Línea 12} = \text{Línea 9} - (\text{Línea 9} \cdot 30\% \cdot \text{Línea 10}) = \text{Línea 9} \cdot (1 - 30\% \cdot \text{Línea 10}).$$

Por último, se calcula el *Loss Concern Factor* (línea 14) como

$$\text{Línea 14} = \frac{\text{Reservas}_{mln}}{\text{Reservas}_{totales}} \cdot 30\% + 70\%.$$

Donde Reservas_{mln} son las reservas de la mayor línea de negocio de la compañía; y se le añade al RBC (Línea 15)

$$R_4 = \text{Línea 15} = \text{Línea 14} \cdot \text{Línea 13}.$$

Este resultado es el *Total net Loss and Expense RBC*.

A3.2. El riesgo por primas emitidas R_5

Step 1: Calculate the Initial Written Premium Risk Charge by Line of Business	
$\left(\frac{\text{WP}}{\text{Charge}} \right) = \left(\frac{\text{Written}}{\text{Premium}} \right) \times \left[\left(\text{Adjustment} \right) \times \left(\frac{\text{Industry}}{\text{Worst Case LR}} \right) \times \left(\frac{\text{Discount}}{\text{Factor}} \right) + \left(\frac{\text{Expense}}{\text{Ratio}} \right) - 1 \right] \text{Adj} = \left[1 + \left(\frac{10\text{-yr company avg LR}}{10\text{-yr industry avg LR}} \right) \right] \div 2$	
Step 2: If there is loss-sensitive (WC) business, then you also need to calculate and apply an Offset Factor	
$\left(\frac{\text{Offset}}{\text{Factor}} \right) = 1.00 - 30\% \times \frac{\text{WP for Retro Rated WC Business}}{\text{Total WC Premium}}$	$\text{Final RBC Charge} = \left(\frac{\text{Offset}}{\text{Factor}} \right) \times \left(\frac{\text{Written}}{\text{Prem Charge}} \right)$
Step 3: Calculate the WP Concentration Factor and Sum the Reserving Risk Charges for all LOBs	
$\text{WPCF} = \frac{\text{WP for the largest line}}{\text{WP for ALL lines}}$	$R_3 = [70\% + 30\% \times \text{WPCF}] \times [\Sigma \text{WP Risk Charges}]$
Step 4: Calculate the Excessive Growth Charge and add to R_3 when calculating the RBC requirement	
$\left(\frac{\text{Growth}}{\text{Charge}} \right) = \left(\frac{\text{Excessive}}{\text{growth rate}} \right) \times 22.5\% \times \left(\frac{\text{Net}}{\text{WP}} \right)$	<p>Expense Ratio – should be from the company's AS for all lines</p> <p>If the company doesn't have the necessary experience to calculate an avg LR, then adj = 1</p>

Fuente: [Actuarial Outpost \(2015\)](#)

Figura 5: R_5 - Pasos para el cálculo del riesgo por primas emitidas

En este cuadro se observa el cálculo del riesgo por primas emitidas mediante la metodología del RBC de la NAIC. El primer paso es calcular el *Company Average Loss and Expense Ratio* (Línea 2) mediante

$$\text{Línea 2} = \frac{\text{Ratio}_{\text{pérdidas}} + \text{Ratio}_{\text{gastos}}}{2}.$$

Donde $\text{Ratio}_{\text{pérdidas}}$ es el ratio de pérdidas anuales de la compañía en los años considerados y $\text{Ratio}_{\text{gastos}}$ es el ratio de gastos de la compañía en los años considerados, y se calcula el *Company to Industry Ratio* (Línea 3) dividiendo la Línea 2 por la Línea 1,

$$\text{Línea 3} = \frac{\text{Línea 2}}{\text{Línea 1}}.$$

Una vez obtenido esta Línea 3, mediante la Línea 4 informada por la NAIC se calcula el RBC bruto (Línea 5)

$$\text{Línea 5} = 0.5 \cdot \text{Línea 4} \cdot \text{Línea 3} + 0.5 \cdot \text{Línea 4},$$

la cual, haciendo varios cambios, se transforma en

$$\text{Línea 5} = \left(\left[1 + \left(\frac{LR_{\text{Compañía}}}{LR_{\text{Industria}}} \right) \right] : 2 \right) \cdot \text{Línea 4}.$$

Y se incorpora en la fórmula para el cálculo del *Base Written Premium RBC* (Línea 9) mediante

$$\text{Línea 9} = \text{Línea 8} \cdot [(\text{Línea 5} \cdot \text{Línea 7}) + \text{Línea 6} - 1].$$

La Línea 7 viene determinada por la NAIC y la Línea 6 se calcula como la proporción de otros gastos por suscripción respecto al total de primas netas del año en curso.

Como en el riesgo R_4 , si la entidad es sensible a la pérdida se calculan los factores de descuento que se aplica a la Línea 9 (Línea 13)

$$\text{Línea 13} = \text{Línea 9} \cdot (1 - 30\% \cdot \text{Línea 10}).$$

Por último, se calcula el *Premium Concentration Factor* (línea 14) como

$$\text{Línea 14} = \frac{\text{Primas}_{mln}}{\text{Primas}_{totales}} \cdot 30\% + 70\%$$

Donde Primas_{mln} son las primas netas de la mayor línea de negocio de la compañía; y se le añade al RBC (Línea 15),

$$R_5 = \text{Línea 15} = \text{Línea 14} \cdot \text{Línea 13}.$$

Este resultado es el *Total Net Written Premium RBC*.

A4. Datos de la compañía aseguradora

I. Primas Imputadas al Ejercicio, Netas de Reaseguro .	
1. Primas devengadas	
1.1. Seguro directo:	76.181.386,72 €
1.2. Reaseguro aceptado:	0,00 €
1.3. Variación de la corrección por deterioro de las primas pendientes de cobro (+ ó -):	-124.088,70 €
2. Primas del reaseguro cedido (-) :	949.544,08 €
3. Variación de la provisión para primas no consumidas y para riesgos en curso(+ ó -)	
3.1. Seguro directo:	-7.614.142,54 €
3.2. Reaseguro aceptado:	0,00 €
4. Variación de la provisión para primas no consumidas, reaseguro cedido (+ ó -) :	0,00 €
TOTAL PRIMAS IMPUTADAS NETAS DE REASEGURO :	67.493.611,40 €
II. Ingresos del inmovilizado material y de las inversiones .	
1. Ingresos procedentes de las inversiones inmobiliarias :	0,00 €
2. Ingresos procedentes de inversiones financieras :	3.610.246,20 €
3. Aplicaciones de correcciones de valor por deterioro del inmovilizado material y de las inversiones	
3.1. Del inmovilizado material y de las inversiones inmobiliarias:	0,00 €
3.2. De inversiones financieras:	0,00 €
4. Beneficios en realización del inmovilizado material y de las inversiones	
4.1. Del inmovilizado material y de las inversiones inmobiliarias:	0,00 €
4.2. De inversiones financieras:	503.260,99 €
TOTAL INGRESOS DEL INMOVILIZADO MATERIAL Y DE LAS INVERSIONES :	4.113.507,19 €
III. Otros Ingresos Técnicos :	
	0,00 €
IV. Siniestralidad del Ejercicio, Neta de Reaseguro	
1. Prestaciones y gastos pagados	
1.1. Seguro directo:	49.056.676,82 €
1.2. Reaseguro aceptado:	0,00 €
1.3. Reaseguro cedido (-):	0,00 €
2. Variación de la provisión para prestaciones (+ ó -)	
2.1. Seguro directo:	19.323.497,66 €
2.2. Reaseguro aceptado:	
2.3. Reaseguro cedido (-):	264.001,43 €
3. Gastos imputables a prestaciones :	2.665.881,63 €
TOTAL SINIESTRALIDAD NETA DE REASEGURO :	70.782.054,68 €
V. Variación de otras Provisiones Técnicas, Netas de Reaseguro (+ ó -) :	
	0,00 €
VI . Participación en Beneficios y Extornos	
1. Prestaciones y gastos por participación en beneficios y extornos. :	0,00 €
2. Variación de la provisión para participación en beneficios y extornos (+ ó -) :	0,00 €
TOTAL PARTICIPACIÓN EN BENEFICIOS Y EXTORNOS :	0,00 €
VII. Gastos de Explotación Netos	
1. Gastos de adquisición :	14.486.449,99 €
2. Gastos de administración :	530.920,83 €
3. Comisiones y participaciones en el reaseguro cedido y retrocedido (-) :	0,00 €
TOTAL GASTOS DE EXPLOTACIÓN NETOS :	15.017.370,82 €
VIII. Otros Gastos Técnicos (+ ó -)	
1. Variación del deterioro por insolvencias (+ ó -) :	0,00 €
2. Variación del deterioro del inmovilizado (+ ó -) :	0,00 €
3. Variación de prestaciones por convenios de liquidación de siniestros (+ ó -) :	-480.653,38 €
4. Otros :	832.056,88 €
TOTAL OTROS GASTOS TÉCNICOS :	351.403,50 €
IX . Gastos del inmovilizado material y de las inversiones	
1. Gastos de gestión de las inversiones	
1.1. Gastos del inmovilizado material y de las inversiones inmobiliarias:	0,00 €
1.2. Gastos de inversiones y cuentas financieras:	702.517,71 €
2. Correcciones de valor del inmovilizado material y de las inversiones	
2.1. Amortización del inmovilizado material y de las inversiones inmobiliarias:	0,00 €
2.2. Deterioro del inmovilizado material y de las inversiones inmobiliarias:	0,00 €
2.3. Deterioro de inversiones financieras:	0,00 €
3. Pérdidas procedentes del inmovilizado material y de las inversiones	
3.1. Del inmovilizado material y de las inversiones inmobiliarias:	0,00 €
3.2. De las inversiones financieras:	93.538,99 €
TOTAL GASTOS DEL INMOVILIZADO MATERIAL Y DE LAS INVERSIONES :	796.056,70 €
RESULTADO DE LA CUENTA TÉCNICA DEL SEGURO NO VIDA (I+II+III-IV-V-VI-VII-VIII-IX):	-15.339.767,11 €

Fuente: <http://pedro.com.es/>

Figura 6: Cuenta técnica no vida de SegurCaixa Adeslas S.A., 2011