

# Fundamentos de primas y reservas de fianzas y seguros de caución

Enfoque de Solvencia II

Juliana Gudiño Antillón  
Pedro Aguilar Beltrán

Área de Seguro y Previsión Social

**Fundamentos de  
primas y reservas de fianzas  
y seguros de caución**

Enfoque de Solvencia II

Juliana Gudiño Antillón

Pedro Aguilar Beltrán

Fundación **MAPFRE**

Fundación MAPFRE no se hace responsable del contenido de esta obra, ni el hecho de publicarla implica conformidad o identificación con la opinión del autor o autores. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra solo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista en la ley.

© 2018, Fundación MAPFRE  
Paseo de Recoletos, 23  
28004 Madrid (España)

[www.fundacionmapfre.org](http://www.fundacionmapfre.org)

ISBN: 978-84-9844-709-5  
Depósito Legal: M-34430-2018  
Maquetación y producción editorial: Edipack Gráfico

## PRESENTACIÓN

Desde 1975 Fundación MAPFRE desarrolla actividades de interés general para la sociedad en distintos ámbitos profesionales y culturales, así como acciones destinadas a la mejora de las condiciones económicas y sociales de las personas y de los sectores menos favorecidos de la sociedad.

El área de Seguro y Previsión Social trabaja con el objetivo de promover y difundir el conocimiento y la cultura del seguro y la previsión social.

En cuanto a las actividades orientadas hacia la sociedad en general, creamos contenidos gratuitos y universales en materia de seguros que divulgamos a través de la página web Seguros y Pensiones para Todos. Organizamos actividades educativas y de sensibilización mediante cursos de formación para el profesorado, talleres para escolares y visitas gratuitas para grupos al Museo del Seguro. Asimismo, publicamos guías divulgativas para dar a conocer aspectos básicos del seguro.

Además de esta labor divulgativa, apoyamos la investigación mediante la publicación de informes sobre mercados aseguradores y otros temas de interés, la concesión de Ayudas para la investigación en Seguros y Previsión Social, la publicación de libros y cuadernos de temática aseguradora y la organización de jornadas y seminarios. Nuestro compromiso con el conocimiento se materializa en un centro de documentación especializado que da soporte a todas nuestras actividades y que está abierto al público en general.

Dentro de estas actividades se encuadra la publicación de esta obra titulada: *Fundamentos de primas y reservas de fianzas y seguros de caución. Enfoque de Solvencia II* que viene a desarrollar y adaptar al esquema regulatorio de Solvencia II, prácticas actuariales de estimación de primas, reservas y márgenes de solvencia para los seguros de fianzas y caución.

Todas nuestras actividades se encuentran disponibles y accesibles en internet, para usuarios de todo el mundo, de una manera rápida y eficaz, a través de nuestra página web: [www.fundacionmapfre.org](http://www.fundacionmapfre.org).

Fundación MAPFRE

**Juliana Gudiño Antillón** es doctora en Economía con licenciatura en Actuaría, maestría en Finanzas y maestría en Administración de Riesgos. Actualmente (2018) ejerce como docente e investigadora a tiempo completo en el Instituto Tecnológico Autónomo de México. Se ha especializado en investigación sobre fenómenos de pobreza y en aspectos técnicos de seguros, microseguros y fianzas. Ha ejercido profesionalmente en diversos proyectos de asesoramiento y consultoría de seguros y fianzas. Como docente ha impartido cátedra durante 17 años en materias de matemáticas actuariales, seguros, matemáticas financieras, estadística, cálculo estocástico, administración de portafolios de inversión y finanzas corporativas.

**Pedro Aguilar Beltrán** es actuario con maestría en Administración de Riesgos y cuenta con 26 años de experiencia profesional en el campo de seguros. Asimismo, cuenta con 27 años de experiencia como docente de la Universidad Nacional Autónoma de México, donde ha impartido curso de álgebra, cálculo diferencial, matemáticas actuariales, fianzas, seguridad social y Solvencia II. Actualmente (2018) es director general de Supervisión Actuarial en la Comisión Nacional de Seguros y Fianzas, organismo supervisor del Gobierno de México. Se ha especializado en temas de riesgos catastróficos, reservas de seguros y Solvencia II.

## PRÓLOGO

Las fianzas y los seguros de caución son instrumentos que garantizan la reparación del daño ante el incumplimiento de obligaciones que se derivan de compromisos establecidos en contratos comerciales, por lo que tienen implícito un alto riesgo sistémico, y pueden generar pérdidas catastróficas cuando ocurren fenómenos como las crisis económicas, que pueden producir un aumento extraordinario en el número de siniestros. Ese fue el caso de la crisis económica de México ocurrida en 1994, debido a la rápida e imprevista devaluación de su moneda, que derivó en que la mayor parte de las compañías afianzadoras enfrentaran pérdidas y dificultades financieras, que en varios casos originaron la quiebra. En el caso de México, la crisis fue la causa principal de la problemática que enfrentaron las compañías, sin embargo, hubo otro componente que influyó bastante, pero es menos conocido: el hecho de que las reservas y el capital de solvencia que tenían en ese momento las compañías de fianzas (no existían en ese momento los seguros de caución) eran inadecuados debido, en gran parte, a que se calculaban con metodologías empíricas que eran técnicamente deficientes y que no tomaban en cuenta de forma precisa las características de este tipo de riesgos, de manera que, ante la crisis, en varios casos, tanto las reservas como el capital de solvencia resultaron insuficientes.

La problemática de México hizo que el organismo regulador estableciera una serie de medidas orientadas a la adopción y aplicación obligatoria de procedimientos para el cálculo de primas, reservas y capital de solvencia, que tuvieran un mejor sustento técnico y estuvieran basados en estándares de práctica actuarial.

El caso de México ilustra claramente la importancia y trascendencia que tiene la utilización de métodos o procedimientos que sean técnicamente adecuados y eficientes para valorar el riesgo de estos tipos de instrumentos.

En este punto es importante resaltar que la literatura actuarial sobre técnicas relacionadas con primas, reservas y capital de solvencia se refiere en su mayor parte a los seguros tradicionales, en tanto que en materia de fianzas y seguros de caución es muy escasa o inexistente. Podría pensarse que la literatura tradicional de seguros

es aplicable, sin embargo, no es así, debido a que, aunque tienen algunos parecidos, también tienen algunas características que son muy distintas, por lo que se requiere de literatura que esté especialmente enfocada a la valoración de este tipo de riesgos.

Por lo anterior, ha resultado de interés realizar este trabajo de análisis e investigación que tiene como objeto el desarrollo y establecimiento de procedimientos actuariales aplicables de forma específica a la estimación de primas, reservas y margen de solvencia de fianzas y seguros de caución, tomando en cuenta sus características especiales. Asimismo, en ocasión a la adopción del esquema regulatorio de Solvencia II por parte de diversos países, se ha considerado de utilidad incorporar procedimientos bajo este enfoque.

Los procedimientos que se presentan en este trabajo fueron desarrollados completamente por los autores, con un sustento actuarial sólido, manteniendo en todo momento la justificación de los resultados mediante la deducción de los mismos a partir de las premisas básicas, basadas en las características esenciales del riesgo implícito en operaciones de fianzas y seguros de caución.

# ÍNDICE

<b>1. ANTECEDENTES, CONCEPTOS Y DEFINICIONES</b>	13
1.1. Introducción general	13
1.2. Antecedentes históricos de la fianza	14
1.3. Antecedentes del seguro de caución	16
1.4. Conceptos y definiciones	18
1.5. Garantías de recuperación o contragarantías	21
<b>2. FUNDAMENTOS ACTUARIALES DE LA PRIMA</b>	25
2.1. Introducción	25
2.2. Métodos empíricos de prima de riesgo	26
2.3. Métodos empíricos de la prima de tarifa	35
2.4. Método actuarial de primas de fianzas y de seguros de caución	37
2.4.1. Análisis del riesgo cubierto	38
2.4.2. Estimación del costo de las reclamaciones	40
2.4.3. El modelo básico de la prima de riesgo suponiendo recuperaciones	42
2.4.4. El modelo básico de prima de riesgo suponiendo pérdidas en recuperaciones	46
2.4.5. El modelo general de prima de riesgo	49
2.4.6. La prima de riesgo bajo un enfoque estocástico	53
2.4.7. La prima de riesgo bajo el enfoque de Solvencia II	55
2.4.8. La prima de tarifa	60
<b>3. RESERVAS TÉCNICAS EN EL CONTEXTO REGULATORIO</b>	65
3.1. La reserva de riesgos en curso en la regulación mexicana	65
3.2. La reserva de contingencia en la regulación mexicana	69
<b>4. MÉTODOS ACTUARIALES DE RESERVAS</b>	75
4.1. Método actuarial de la reserva de riesgos en curso	75
4.2. Método de reserva basado en devengamiento lineal	78
4.3. Metodología basada en el comportamiento histórico de las reclamaciones	82
4.4. Metodología basada en devengamiento no lineal	86



<b>5. RESERVAS BAJO EL ENFOQUE DE SOLVENCIA II</b>	93
5.1. El concepto de reserva bajo el enfoque de Solvencia II	93
5.2. Las metodologías de reserva bajo el enfoque de Solvencia II	95
5.2.1. Cálculo del BEL mediante métodos determinísticos	97
5.2.2. Cálculo del BEL basado en simulaciones	99
5.2.3. El margen de riesgo	110
5.2.4. El importe recuperable de reaseguro	112
<b>6. EL REQUERIMIENTO DE CAPITAL DE SOLVENCIA</b>	115
6.1. Los principios básicos de Solvencia II	115
6.2. Aspectos técnicos generales del requerimiento de capital de solvencia	120
6.3. Bases actuariales del requerimiento de capital de solvencia	123
6.4. El RCS bajo el enfoque de balance proyectado	130
6.5. La pérdida máxima probable (PML)	136
<b>Bibliografía</b>	139

*Agradecimientos a la Asociación Mexicana  
de la Cultura, A.C. por su apoyo.*

# 1. ANTECEDENTES, CONCEPTOS Y DEFINICIONES

## 1.1. INTRODUCCIÓN GENERAL

Las fianzas y los seguros de caución tienen algunas características semejantes a los seguros tradicionales, pero también tienen otras muy diferentes. Eso hace necesario que se desarrollen métodos de cálculo de primas, reservas y capital de solvencia especialmente aplicables a este tipo de riesgos. Existe poca literatura que aborde este tema en lo particular, por lo que el objeto principal de este libro es abordar los aspectos técnicos de primas, reservas y capital de solvencia de fianzas o de seguros de caución y desarrollar metodologías que sean apropiadas y especialmente aplicables a este tipo de instrumentos de garantía. La fianza y el seguro de caución guardan pocas diferencias, de hecho en algunos países lo que se conoce como seguro de caución, en otros se conoce como fianza, de manera que no existe una forma universal de diferenciar entre una fianza y un seguro de caución. En lo que corresponde a los aspectos técnicos actuariales de valoración del riesgo, no hay diferencia entre fianzas y seguros de caución, por lo que ambos pueden ser tratados técnicamente con el mismo enfoque y con los mismos modelos actuariales.

Al mismo tiempo se da la circunstancia de que en años recientes (2016), a nivel mundial se han producido cambios importantes en la regulación de seguros, tendentes a la adopción del esquema regulatorio denominado *Solvencia II*, lo cual ha tenido efectos también en las operaciones de fianzas y de seguros de caución. Este cambio es muy relevante ya que plantea nuevas formas de calcular las reservas y el capital de solvencia, por lo que en este texto se exponen también algunos procedimientos técnicos para calcular reservas y capital de solvencia de operaciones de fianzas y seguros de caución, bajo el enfoque de Solvencia II.

Ya que el objeto principal de este libro es exponer los aspectos técnicos relacionados con primas, reservas y capital de solvencia de las fianzas y los seguros de caución, no se abunda en cuestiones de antecedentes históricos y aspectos jurídicos. El lector podría profundizar sobre esos aspectos en Barres (1996) y en Hoyos (2012).

## 1.2. ANTECEDENTES HISTÓRICOS DE LA FIANZA

De acuerdo a Molina Bello (1994), la fianza se originó como resultado de la necesidad natural que tiene el ser humano de poder garantizar sus derechos ante acciones y obligaciones de terceros que puedan afectarle económicamente, por ello, la fianza ha estado presente y ha evolucionado a medida que se desarrollaron dentro de las sociedades humanas las actividades económicas y comerciales.

En el derecho romano se encuentra un contrato trascendental de esa época llamado "Stipulatio" (fianza estipulatoria), que es un contrato verbal de garantía. Se consideraba un contrato accesorio de garantía que requería de una obligación válida principal para existir. La fianza estipulatoria se definía como "un contrato mediante el cual una persona (fiador) se obliga a cumplir en el caso de que otra persona (fiado), sujeto pasivo de una obligación garantizada por la fianza, no cumpla". Como puede verse, este concepto de fianza fue muy avanzado para su época y es parecido a lo que actualmente existe en varias partes del mundo.

Aunque el concepto de fianza es muy antiguo, la operación de fianzas como una actividad lucrativa es mucho más reciente. De forma paralela al desarrollo de la banca tradicional se desarrollaron las actividades de fianzas, siendo en Inglaterra, a mediados del siglo XVII, donde se constituyó la primera empresa que expidió fianzas a título oneroso, iniciándose así la época de la fianza mercantil.

Por su parte, en América Latina, las actividades de fianza mercantil se iniciaron en 1872, con la aseguradora "The Guarantee Capital of North America", que expidió las primeras fianzas de fidelidad. Desde entonces, las fianzas se han desarrollado en forma conjunta con los seguros, por lo que en muchos países las operaciones de fianzas se realizan como parte de las operaciones de seguros, lo que propicia que dicho desarrollo se vea influido de manera importante por el desarrollo de las actividades de seguros.

En México, los orígenes de la fianza se encuentran en las culturas prehispánicas. La fianza era conocida y operada por los aztecas como una forma de garantizar el pago de una deuda personal, la cual era hereditaria y se tenía que pagar en vida con servicios como esclavo del acreedor. En 1505 este sistema fue abolido por el rey Nezahualpilli de Texcoco y México Tenochtitlan siguió su ejemplo.

En la época del México independiente, la fianza siguió evolucionando y se iniciaron los primeros proyectos para expedir leyes que la regularan. En 1870 se expidió el Código Civil, que entró en vigor el 1 de marzo de 1871, donde se estableció que la fianza tenía el carácter de contrato y que podía otorgarse a título oneroso. Posteriormente, debido a los cambios políticos y sociales por los que atravesaba el país, dicho código fue abrogado por el Código Civil de 1884.

No fue hasta el término de la Revolución mexicana cuando se introdujeron varias modificaciones en el contrato de fianza, a través del Código Civil del Distrito Federal en Materia Común y para toda la República en Materia Federal, expedido el 30 de agosto de 1928, publicado en el *Diario Oficial de la Federación* el 1 de septiembre de 1932 y que entró en vigor el 1 de octubre del mismo año, el cual sigue vigente a la fecha con sus respectivas reformas.

En México, hasta antes de 1895 no se tienen antecedentes acerca de empresas que se dedicaran a ser fiadores a título oneroso, por lo que los particulares recurrían a parientes o amigos que sirvieran como fiadores a título gratuito.

El decreto del 3 de junio de 1895 autorizó al Ejecutivo de la Unión otorgar concesiones a compañías que se dedicaran a practicar operaciones de caución para el manejo de funcionarios y empleados públicos. Este decreto fijó las bases sobre las que se celebrarían dichos contratos, y por esta razón no se autorizó en esa fecha el funcionamiento de compañía alguna.

El 19 de junio de 1895 se firmó el primer contrato de concesión entre el Gobierno Federal y los señores Guillermo Obregón y Zan L. Tidball para establecer la primera compañía de fianzas como sucursal de la "American Surety Company of New York".

En este contrato se consignaron algunas disposiciones de interés: eximía de responsabilidades a las compañías fiadoras cuando un empleado sufriera pérdidas por causas imputables a terceros, siempre que así lo decidieran y sentenciaran las autoridades competentes.

El 24 de mayo de 1910 se expidió en México la Ley sobre las Compañías de Fianzas, y se reformó en 1925 y 1942. En 2016 dicha ley fue abrogada y fue sustituida por la Ley de Instituciones de Seguros y Fianzas.

### 1.3. ANTECEDENTES DEL SEGURO DE CAUCIÓN

Hay autores que ubican el origen del seguro de caución, como contrato para garantizar el cumplimiento de obligaciones, en el seguro de fidelidad de empleados en Gran Bretaña durante el siglo XIX (Embid Irujo, 1986).

Por su parte, según lo refiere Carlos Hoyos (2012), fue el profesor austríaco Von Liebig quien instituyó sus bases, al entender que la forma del seguro de crédito era la más adecuada para evaluar el riesgo, y consideró por primera vez la posibilidad de suscripción de este seguro por cuenta propia. El esquema propuesto por Von Liebig consistía en que el asegurador extendía al deudor un título de garantía, que este a su vez entregaba al acreedor asegurado, en garantía del cumplimiento de la obligación. Este esquema es equivalente al actual, pudiéndose considerar al “documento de garantía” como el precedente del “documento aval”, que conjuntamente con la póliza extienden las compañías de seguro.

El mismo Carlos Hoyos refiere que, en su sentido actual, la mayoría de la doctrina sitúa el reconocimiento legislativo del seguro de caución en el Código de Comercio italiano de 1882. Un acreedor puede asegurar la solvencia de su deudor: el asegurador tendría el beneficio de discusión, salvo que se establezca lo contrario. A pesar de ello, este precepto no contribuyó grandemente a la construcción dogmática del seguro de crédito, hasta el punto de que no fue recogido en los códigos posteriores.

Asimismo, refiere Carlos Hoyos que, posiblemente, fue en Bélgica donde este seguro tuvo su primer reconocimiento legislativo. En concreto, en la Ley Belga de Contrato de Seguro de 1874 en la que se declaraba, en el artículo 6.º: “Un créancier peut faire assurer la solvabilité de son débiteur; l'assureur pourra se prévaloir du bénéfice de discussion, sauf convention contraire” (“Un acreedor prefiere asegurarse de la solvencia de su deudor; el asegurador podrá hacer valer el beneficio de discusión salvo que existiera pacto en contra”), con lo que se admitía la posibilidad de la práctica de los seguros de crédito.

Por su parte, según lo referido en la recopilación realizada por Sabina Díaz (2009), el seguro de caución se origina con el desarrollo de la banca y el crédito y el auge de los valores mobiliarios ocurrido en el siglo XIX. Un entorno en el que los particulares constituían garantías para asegurar el cumplimiento de sus obligaciones con el depósito de

fuertes sumas de dinero, lo cual era negativo en el giro del negocio, ya que el capital quedaba inmovilizado, por lo que se fueron admitiendo otras formas de garantía, tales como títulos de crédito públicos y bonos nacionales, fianzas bancarias y más adelante se admitió la constitución de derechos reales como hipotecas y prendas, sin embargo todas estas formas de garantía importaban costos altos y comprometían el crédito bancario al no poder recurrir a estas entidades a solicitar préstamos con destino al giro del negocio. Es por ello que el advenimiento del seguro de caución resultó una opción beneficiosa, sobre todo, por su menor costo. El seguro de caución se dio en primer término respecto a contrataciones con el Estado y después se extendió a contrataciones entre particulares, asumiendo diferentes variantes.

Refiere también que en esa misma época los aseguradores adquirieron fuerza y surgieron las grandes compañías y que si bien el seguro subsidiario (antecedente inmediato del seguro de crédito) se desarrolló en un periodo en que los aseguradores eran comerciantes individuales no dotados de una estructura jurídica fuerte, no desaparece en esta época, sino que sería realizado por compañías especializadas. Es en este contexto cuando surgieron los seguros de crédito en su forma moderna y el seguro de caución aparece ligado al seguro de crédito, como una subespecie de este.

Los primeros teóricos de la materia deben ubicarse en esta época, específicamente en 1766. Es en ese año cuando los profesores Wurm y J.G. Büsch realizaron la primera teoría y el primer intento de construir una organización que cubriera los peligros del crédito. Estos autores propusieron al Gobierno prusiano la constitución de un organismo monopolizado para la cobertura de las quiebras (seguro de crédito *strictu sensu*) y de los malos pagadores (seguro de caución). Dicha compañía tenía que ser estatal y cubriría el 50 % del riesgo de los créditos en los seguros que, con carácter obligatorio, deberían realizar todos los comerciantes.

En relación específicamente con el seguro de caución, según refiere Carlos Hoyos, la primera póliza fue emitida en 1831 por el Banco Adriático de Assicurazione en Trieste. La cobertura que otorgaba el asegurador entraba en funcionamiento cuando el asegurado demostraba (por medio del protesto) que no se había realizado el pago por el deudor, pago que entonces debía ser efectuado por el asegurador en el momento de la notificación. Era irrelevante la insolvencia del deudor, por lo que puede sostenerse que se estaba en presencia de un seguro de caución, no de crédito.

En Francia o Italia el asegurador pagaba la indemnización al momento en que se producía el incumplimiento del deudor, mientras que en Inglaterra la indemnización solo se pagaba si se declaraba la insolvencia del deudor.

Algunos autores comenzaron a distinguir el seguro de crédito y el de caución, teniendo en cuenta las personas del contratante y del beneficiario. Así, cuando el que contrataba era el deudor en beneficio del acreedor, se realizaba un seguro de caución. Si contrataba el propio acreedor, el seguro debía ser considerado de crédito.

En México, el seguro de caución no fue reconocido ya que históricamente se consideró que dicho seguro correspondía a lo mismo que una fianza, sin embargo, en la Ley de Instituciones de Seguros y Fianzas adoptada en 2015, aparece por primera vez el reconocimiento explícito del seguro de caución, enmarcado en un esquema regulatorio que le da algunas características especiales que lo diferencian de la fianza. Dicha caracterización en su mayor parte se refiere a la forma en que debe operar el seguro de caución en cuanto a la inmediatez que debe tener el pago de las reclamaciones [primer requerimiento].

#### **1.4. CONCEPTOS Y DEFINICIONES**

La palabra fianza proviene del verbo latino *fidere*, que significa creer o tener fe; un significado que tiene sentido, pues dar una fianza significa creer o tener fe en el que hace la promesa de cumplimiento a su obligación. En términos generales, una fianza es una operación que consiste en garantizar el cumplimiento de una obligación o reparar el daño ocasionado por el incumplimiento de dicha obligación.

*Fianza o seguro de caución:* es un contrato mediante el que una institución aseguradora<sup>1</sup> se compromete a título oneroso, mediante la expedición de una póliza y cobro de una prima, al resarcimiento del daño económico que se produzca por el incumplimiento de las obligaciones contraídas por personas físicas o morales llamadas deudores,

---

<sup>1</sup> En algunos casos la compañía que da la fianza se le llama afianzadora.



ante otras personas físicas o morales llamadas acreedores, en caso de que aquellas (deudores) no cumplieren las obligaciones formalmente establecidas en un contrato privado realizado entre ambas personas.

En la operación de fianzas o de seguros de caución intervienen básicamente cuatro entidades: el fiador, que es la compañía aseguradora o afianzadora; el contratante (llamado también asegurado, fiado o afianzado); el obligado solidario; y el beneficiario (véase Figura 1.1). En complemento y eventualmente, interviene una entidad adicional que es una reaseguradora (reafianzadora), cuando el monto de la fianza otorgada es superior a la capacidad de retención de la afianzadora directa.

A continuación se presentan definiciones de los elementos que intervienen en una operación de fianzas o seguros de caución que se utilizarán en este libro:

1. *Documento fuente.* Es el documento (contrato privado) que define la obligación entre la persona (física o moral) llamada deudor y la persona (física o moral) llamada acreedor. Dicho documento puede derivarse de operaciones como: licitación, bases de sorteos, contratos de obra, contratos mercantiles, pedidos, contratos de prestación de servicios, recursos de inconformidad, recurso de revocación, amparo, resolución judicial, auto de formal prisión, contrato de compraventa, contrato de distribución mercantil, contrato de arrendamiento, entre los más conocidos.
2. *Obligación principal.* Es la obligación que se define en el documento fuente entre el deudor y el acreedor.
3. *Contrato.* Es el contrato de fianza o seguros de caución que establece formalmente las relaciones del fiado y de sus obligados solidarios con la afianzadora.
4. *Póliza.* Documento en el que se hace constar los términos y alcances de la garantía de cumplimiento que la aseguradora o afianzadora otorga al acreedor.
5. *Acreedor o beneficiario.* Es la persona física o moral a quien se otorga la fianza o seguros de caución. Dicha persona siempre será el acreedor en la relación contractual de la obligación principal.

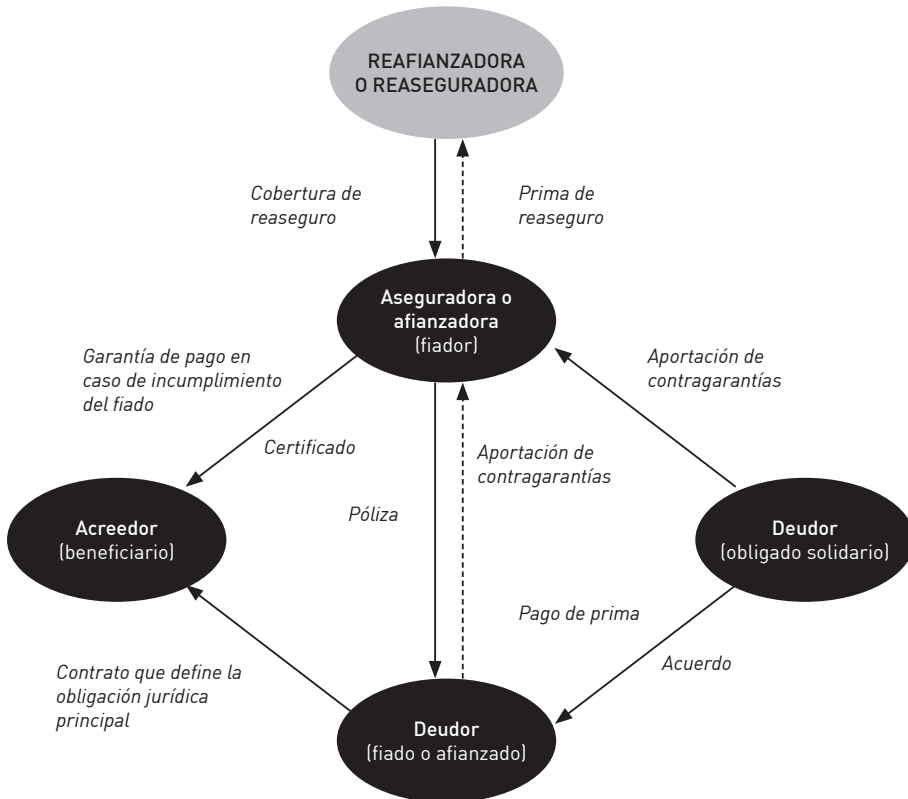
6. *Afianzado o asegurado*. Es la persona física o moral a nombre de quien se emite la póliza, y constituye el deudor principal en la relación contractual de la obligación principal.
7. *Aseguradora, afianzadora o fiador*. Es la persona moral (compañía de seguros o fianzas), autorizada para responder a título oneroso por el fiado, en caso de que este incumpla, y cuando se cumplan las condiciones establecidas en el contrato para que se dé la reclamación.
8. *Obligado solidario*. Es la persona física o moral que se responsabiliza a cumplir la obligación contraída por el fiado ante la afianzadora, en caso de que este último no cumpla.
9. *Suma asegurada (monto afianzado)*. Es el límite de responsabilidad que tiene la aseguradora o afianzadora, en caso de que se produzca la reclamación.
10. *Garantía de recuperación o contragarantía*. Son bienes (o promesas) que la Institución de Fianzas le pide al contratante comprometer a su favor, al momento de suscribir una fianza o seguros de caución, con la finalidad de recuperar el costo de las reclamaciones que dicha institución debe pagar si se produce la reclamación de la fianza, en caso de que dicho contratante incumpla<sup>2</sup>.
11. *Reaseguradora o reafianzadora*. Es la compañía que se compromete, mediante el pago de una prima por parte de la afianzadora o aseguradora directa, a tomar a su cargo parte del riesgo asumido directamente por la afianzadora o aseguradora.

En la página siguiente se presenta de forma esquemática los elementos que intervienen en la operación de fianza o seguros de caución y la manera en que se interrelacionan.

---

<sup>2</sup> Es importante aclarar que para algunos tipos de fianzas no se necesitan garantías de recuperación.

Figura 1.1



### 1.5. GARANTÍAS DE RECUPERACIÓN O CONTRAGARANTÍAS

Las compañías pueden o deben<sup>3</sup> solicitar a los contratantes contragarantías de recuperación que consisten en bienes del contratante o deudor solidario que quedan comprometidos a favor de la aseguradora o afianzadora, y que podría adjudicarse en caso de que se produzca el pago de una reclamación, pudiendo de esta manera resarcirse total o parcialmente los pagos que haya realizado.

<sup>3</sup> En algunos países es obligatorio solicitar contragarantías y en otros no.

En algunos países con economías más desarrolladas el tema de las contragarantías puede no jugar un papel muy importante, sin embargo, en ciertos países donde existe mayor falta de certeza jurídica sobre el adecuado comportamiento de los obligados, la contragarantía juega un papel fundamental para evitar prácticas insanas de parte de los contratantes, que pongan en riesgo de pérdida a las aseguradoras. En estos países las contragarantías juegan el papel de darle a la operación interés asegurable, ya que de no existir las contragarantías, el contratante podría no verse interesado en cumplir con su obligación, sabiendo que es la aseguradora la que debe pagar el daño producido por su incumplimiento; sin embargo, la existencia de las contragarantías desincentivan esta posible conducta por parte del contratante ya que sabe que, en caso de incumplimiento, él perdería sus bienes dejados en contragarantía.

Algunos de los principales tipos de contragarantías son los siguientes:

- I. Prenda, hipoteca o fideicomiso
- II. Obligación solidaria
- III. Contrafianza
- IV. Afectación en garantía

En algunos casos, se admite no recabar la contragarantía de recuperación respectiva, cuando la institución considera que el fiado o sus obligados solidarios son ampliamente solventes y tienen suficiente capacidad de pago.

Las garantías de recuperación mencionadas anteriormente se pueden dividir en:

1. Garantías personales
2. Garantías reales

### **Garantías personales**

Este tipo de garantías consiste en que una o más personas se obliguen al mismo tiempo que el deudor principal a garantizar el cumplimiento de la obligación.

Dentro de este tipo de garantías se encuentran:

1. *Obligación solidaria*: consiste en la obligación que una tercera persona moral o física, diferente del fiado, asume ante la institución afianzadora, solidarizándose con el fiado en la misma medida y términos de la obligación de este último; es decir, se obliga a reembolsar a la afianzadora las cantidades que pague en caso de reclamación, sus intereses y otros conceptos que se pacten, así como los honorarios y gastos que se causen con motivo de la recuperación de garantías, comprometiendo para ello su patrimonio.

Pueden constituirse dos o más obligados solidarios dependiendo del monto y riesgo de la fianza. En este caso, no se trata de diversas obligaciones sino de una sola, cuyo cumplimiento puede exigirse a todos los obligados solidarios o a cualquiera de ellos.

2. *Contrafianza (doble fianza)*: cuando una empresa extranjera debe garantizar el cumplimiento de una obligación en territorio de un país x, solicita a una empresa afianzadora o de seguros extranjera (normalmente de su país de origen) la expedición de una fianza que garantice a una institución de fianzas del país x el pago que esta tuviera que realizar en caso de reclamación.

## **Garantías reales**

La seguridad la otorgan ciertos bienes del deudor, cuyo valor se encuentra específicamente afectado para el pago de determinada deuda. Son garantías reales los contratos de:

1. *Prenda*: es un contrato por medio del cual el deudor afecta un bien enajenable con el derecho real<sup>4</sup> de prenda, para garantizar al acreedor el cumplimiento de una obligación y su preferencia en el pago.

Puede consistir en dinero en efectivo, depósitos, préstamos y créditos en instituciones de crédito, en valores emitidos o garantizados por el Gobierno Federal o por instituciones

---

<sup>4</sup> Derecho real es aquel que se constituye sobre un bien mueble determinado y enajenable, que se entrega al titular para garantizar el cumplimiento de una obligación. Concede el derecho de persecución contra terceros; y en caso de incumplimiento de la obligación garantizada, concede el derecho de enajenación y preferencia para el pago, según el grado legal de prelación.

de crédito, también sobre valores aprobados como objeto de inversión, además podrá constituirse sobre otros bienes valuados por una institución de crédito o corredor.

2. *Hipoteca*: es el contrato por medio del cual el deudor o un tercero concede a un acreedor el derecho a realizar el valor de un determinado bien enajenable, sin entregarle la posesión del mismo, para garantizar con su producto el cumplimiento de una obligación y su preferencia en el pago.

La garantía que consista en hipoteca deberá constituirse sobre bienes valuados por una institución de crédito o sobre la unidad completa de una empresa industrial, caso en el que se comprenderán todos los elementos materiales, muebles o inmuebles afectos a la explotación, considerados en su conjunto, incluyendo los derechos de crédito a favor de la empresa.

3. *Fideicomiso*: es un contrato por medio del cual una persona llamada "fideicomitente" destina ciertos bienes a un fin lícito determinado, encomendando la realización de ese fin a una institución fiduciaria, en beneficio del fideicomitente mismo o de un tercero que se conoce como "fideicomisario".
4. *Afectación en garantía*: la institución de fianza o de seguros de caución podrá afectar en garantía bienes inmuebles propiedad del contratante o del obligado solidario.

### **Otras formas de recuperación**

La recuperación no solo puede darse mediante contragarantías, sino que existen otros mecanismos de recuperación como el que se establece en algunas leyes en donde se le da derecho a la compañía aseguradora a recuperar del contratante aquello que haya pagado. En estos casos, sin necesidad de que existan contragarantías, la aseguradora puede tener recuperaciones de lo pagado, debido al derecho que le otorga directamente la legislación.

Cuando solo se tiene un derecho de recuperación sin la existencia de contragarantías, resulta fundamental que en el proceso de suscripción se haga un análisis y valoración cuidadosa de la situación financiera del contratante, ya que la recuperación del pago que, en su caso, tenga que hacer la aseguradora o afianzadora dependerá de dicha situación.

## 2. FUNDAMENTOS ACTUARIALES DE LA PRIMA

### 2.1. INTRODUCCIÓN

Las primas de fianzas o de seguros de caución frecuentemente son calculadas con las técnicas de cálculo de las primas de los seguros generales o patrimoniales, sin embargo esa forma de cálculo resulta, desde un punto de vista técnico, incorrecto ya que, en fianzas y seguros de caución, el riesgo tiene características muy particulares que deben ser consideradas y valoradas técnicamente de manera diferente a la forma en que se hace con los otros tipos de seguros. Junto a esto, casi no existen lineamientos específicos respecto de la forma en que se deben calcular las primas de este tipo de seguros, dejando esta cuestión a libertad de la labor actuarial, sin embargo, la literatura actuarial es muy escasa en este tema y no da un tratamiento especial a la forma en que deben calcularse las primas de este tipo de contratos de seguro.

Adicionalmente, algunas veces se plantea que las primas de fianzas o seguros de caución no tienen costo de riesgo y se reducen a un mero costo administrativo, ya que si hay una buena suscripción, entonces las reclamaciones serán muy poco probables. Dicha idea puede ser correcta en los casos en que se puedan aplicar las técnicas y condiciones de suscripción adecuadas y que los clientes sean solventes, pero eso no siempre se cumple ya que existen mercados donde las fianzas y los seguros de caución se suscriben asumiendo un alto riesgo de reclamaciones. En esos casos, las contragarantías o la solvencia de los contratantes resulta un elemento relevante que puede hacer mucha diferencia al momento de la suscripción, por lo que la manera de calcular la prima, en esos casos, es diferente a la forma en que tradicionalmente se calculan las primas de los seguros de daños o patrimoniales.

Por otra parte, en los últimos años se han dado cambios importantes en los esquemas regulatorios que han elevado los estándares de fundamentación técnica de cálculos de primas y reservas, por lo que existe la obligación de aplicar procedimientos actuariales para la determinación de primas, incluyendo las de fianzas y seguros de caución. Más recientemente, la adopción del esquema regulatorio de Solvencia II ha

generado la necesidad de tener una tecnificación y medición más precisa de los riesgos asegurados.

Por estas razones, en el presente capítulo se presentan, por una parte, los métodos empíricos, y por la otra, los métodos actuariales para el cálculo de primas de fianza y seguros de caución, que han sido desarrollados considerando de manera precisa los diversos elementos que intervienen en la operación y que influyen en la valoración del riesgo, desde un plano absoluto, sin hacer supuestos idealizados de una suscripción bajo condiciones de bajo riesgo. Asimismo, las metodologías de primas planteadas toman en cuenta e incorporan los elementos técnicos del nuevo esquema regulatorio de Solvencia II.

## 2.2. MÉTODOS EMPÍRICOS DE PRIMA DE RIESGO

Las compañías que realizan operaciones de fianzas o seguros de caución frecuentemente realizan el cálculo de sus primas de riesgo en forma empírica, basándose en el monto de las reclamaciones recibidas y pagadas, utilizando para ello la información de las reclamaciones pagadas y de los montos afianzados o asegurados que han tenido a lo largo de sus últimos años de operación.

Una forma frecuente de calcular la prima consiste en construir, para cada tipo de fianza o seguro de caución  $i$ , un índice de reclamaciones pagadas ( $\omega_i$ ) que representa el valor relativo que han tenido dichas reclamaciones respecto de los montos asegurados:

$$\omega_i = \frac{\text{Monto Total de Reclamaciones}_i}{\text{Montos Total Asegurado}_i} = \frac{MRT_i}{MAT_i}$$

Con este índice, conocido a veces como “cuota”, la prima de riesgo para una determinada póliza  $i$  se calcula como el producto del índice de reclamaciones  $\omega_i$  por la suma asegurada o monto afianzado ( $SA_i$ ):

$$PR_i = \omega_i * SA_i$$



Para calcular el valor del índice  $\omega_i$  es necesario tener la información del monto de las reclamaciones provenientes de los contratos suscritos en un determinado año, y de los montos afianzados o asegurados de los contratos que fueron suscritos en ese año.

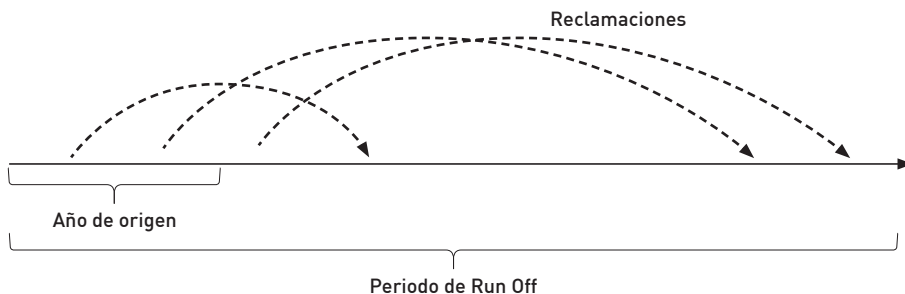
Las reclamaciones se extienden a lo largo de varios años, por lo que es necesario identificarlas y consolidarlas de manera que se tenga el efecto total de las reclamaciones provenientes de los riesgos suscritos en un determinado año.

El índice de reclamaciones así calculado, en el ámbito actuarial, se considera un índice de "siniestralidad última" y representa el costo de las reclamaciones expresado en términos de los montos afianzados.

Para ilustrar lo anterior, supongamos que en un determinado año calendario, al cual llamaremos año de origen, se han suscrito un cierto número de contratos de fianzas del mismo tipo. Supondremos que durante el año de origen se aseguraron  $N$  riesgos, con un monto asegurado o monto afianzado total que denotaremos  $MAT$ .

Supondremos que las reclamaciones son pagadas a lo largo de  $m$  años futuros (periodo de Run Off), como se muestra en la Figura 2.1.

**Figura 2.1**



Una vez que se ha identificado el monto de las reclamaciones pagadas ( $RP_t$ ), se calcula el índice de reclamaciones como la suma de dichas reclamaciones, dividida entre el monto afianzado de las pólizas emitidas que les dieron origen. Si el periodo

de desarrollo de las reclamaciones es de años, entonces el índice de reclamaciones ( $\omega_t$ ) se calcula como:

$$\omega_t = \frac{RP_t + RP_{t+1} + RP_{t+2} + \dots + RP_{t+m}}{MAT_t} = \frac{MRT_t}{MAT_t}$$

### Ejemplo 2.1

Supongamos que para un determinado tipo de contratos de fianzas o seguros de caución suscritos en 1997, con un monto afianzado total de 22.000.000,00 \$, se han presentado reclamaciones durante un periodo de Run Off de cinco años, como se indica en la tabla siguiente:

Año	Reclamaciones pagadas
1997	200.000
1998	50.000
1999	30.000
2000	10.000
2001	5.000
<b>Total</b>	<b>295.000</b>

Con estos datos, el índice de reclamaciones que resulta es de 0,013409, es decir:

$$\omega_{1997} = \frac{295.000}{22.000.000} = 0,0134091 = 1,34 \%$$

Con este resultado las primas de riesgos se calcularían con una cuota del 1,34 % de la suma asegurada.

Si lo que se tiene son varios años de experiencia, en la práctica, para construir el índice de reclamaciones pagadas, es necesario medir el efecto total de las reclamaciones pagadas, en relación con los montos afianzados expuestos de cada uno de los años que le dieron origen. En tales casos, para realizar un cálculo correcto del índice de reclamaciones con una estadística de una determinada compañía, es necesario organizar

las reclamaciones por año de origen y año de desarrollo como se muestra en la Tabla 2.1, donde  $S_{i,j}$  se refiere al monto del siniestro (reclamación) proveniente de pólizas suscritas en el año  $i$  y que se paga en el año  $j$ .

Tabla 2.1

Año de origen	Monto afianzado o asegurado suscrito	Año de desarrollo $j$				
		0	1	2	...	$m - 1$
1	$MA_1$	$S_{1,0}$	$S_{1,1}$	$S_{1,2}$	...	$S_{1,m-1}$
2	$MA_2$	$S_{2,0}$	$S_{2,1}$	$S_{2,2}$	...	$S_{2,m-1}$
3	$MA_3$	$S_{3,0}$	$S_{3,1}$	$S_{3,2}$	...	$S_{3,m-1}$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
$m - 1$	$MA_{m-1}$	$S_{m-1,0}$	$S_{m-1,1}$	$S_{m-1,2}$	...	$S_{m-1,m-1}$
$m$	$MA_m$	$S_{m,0}$	$S_{m,1}$	$S_{m,2}$	...	$S_{m,m-1}$

### Ejemplo 2.2

Supongamos que se tiene la estadística de reclamaciones de los últimos siete años de una compañía. Normalmente las reclamaciones se presentarán por año calendario como se muestra en la tabla siguiente:

Año de origen	Monto de reclamaciones del año
1998	320.629
1999	427.099
2000	1.094.511
2001	1.163.745
2002	817.125
2003	1.024.533*
2004	1.339.836
<b>Total</b>	<b>6.187.479</b>

\* Nótese que este total corresponde a la suma de los montos en diagonal sombreados en la matriz.

Si se clasifican las reclamaciones de cada uno de los años calendario en que se presentaron, identificando el año de origen del cual provienen<sup>5</sup> y el año de desarrollo en el que se pagaron, entonces obtendremos una estadística de reclamaciones organizada en forma matricial, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 2.2

Año de origen	<i>i</i>	Monto afianzado o asegurado suscrito	Año de desarrollo de las reclamaciones ( <i>j</i> )						Total de reclamac.
			0	1	2	3	4	5	
1998	1	100.285.725	220.629	100.286	50.143	10.029	4.011	1.003	386.100
1999	2	127.875.651	191.813	140.663	102.301	38.363	1.279	1.279	475.697
2000	3	151.852.663	303.705	136.667	113.889	12.148	4.556		570.966
2001	4	198.541.278	714.749	168.760	121.110	3.971			1.008.590
2002	5	210.524.568	442.102	252.629	44.210				738.941
2003	6	205.278.625	636.364	225.806					862.170
2004	7	207.845.963	1.060.014						1.060.014

Los montos indicados en las celdas sombreadas corresponden a reclamaciones recibidas en un mismo año.

Una vez clasificadas las reclamaciones en esta forma, lo que se hace es estimar el valor porcentual de las reclamaciones ( $F_{i,j}$ ), dividiendo el monto de las mismas entre los montos afianzados asegurados de los contratos suscritos en el año del cual provienen. Cada una de las celdas se puede traducir a factores porcentuales del monto afianzado suscrito. El factor  $F_{i,j}$  es el resultado de dividir el monto del siniestro recibido en el año  $j$  proveniente de pólizas suscritas en el año  $i$ , entre el monto suscrito en el año  $i$ , es decir:

$$F_{i,j} = \frac{S_{i,j}}{MA_i}$$

<sup>5</sup> Nótese que los totales de reclamaciones de cada año corresponden a los señalados en las diagonales de la matriz como se muestra en el caso del monto del año 2003 marcado con sombra.

Con tales factores se genera una matriz de factores:

Tabla 2.3

Año de origen $i$	Monto asegurado	Año de desarrollo de las reclamaciones ( $j$ )					
		0	1	2	...	$n - 1$	$n$
1	$MA_1$	$F_{1,0}$	$F_{1,1}$	$F_{1,2}$	...	$F_{1,n-1}$	$F_{1,n}$
2	$MA_2$	$F_{2,0}$	$F_{2,1}$	$F_{2,2}$	...	$F_{2,n-1}$	
3	$MA_3$	$F_{3,0}$	$F_{3,1}$	$F_{3,2}$	...		
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$			
$m - 1$	$MA_{m-1}$	$F_{m-1,0}$	$F_{m-1,1}$				
$m$	$MA_m$	$F_{m,0}$					

Retomando el Ejemplo 2.2, los factores obtenidos son:

Tabla 2.4

Año calendario	$i$	Monto asegurado	Año de desarrollo ( $j$ )					
			0	1	2	3	4	5
1998	1	100.285.725	0,0022	0,00100	0,00050	0,00010	0,00004	0,000010
1999	2	127.875.651	0,0015	0,00110	0,00080	0,00030	0,00001	0,000010
2000	3	151.852.663	0,0020	0,00090	0,00075	0,00008	0,00003	
2001	4	198.541.278	0,0036	0,00085	0,00061	0,00002		
2002	5	210.524.568	0,0021	0,00120	0,00021			
2003	6	205.278.625	0,0031	0,00110				
2004	7	207.845.963	0,0051					
<b>Total</b>		<b>Promedios</b>	<b>0,002800</b>	<b>0,001025</b>	<b>0,000574</b>	<b>0,000125</b>	<b>0,000027</b>	<b>0,000010</b>
		<b>Desviación</b>	<b>0,001238</b>	<b>0,000133</b>	<b>0,000235</b>	<b>0,000122</b>	<b>0,000015</b>	<b>0,000000</b>
		<b>Media+2Desv</b>	<b>0,005277</b>	<b>0,001291</b>	<b>0,001044</b>	<b>0,000368</b>	<b>0,000057</b>	<b>0,000010</b>

Dado que los factores de cada columna corresponden al efecto de los siniestros pagados en un mismo año de desarrollo, se puede calcular, a partir de estos, un solo factor que represente el efecto de las reclamaciones pagadas en el año de desarrollo  $j$ . Dicho factor

puede calcularse como el promedio de los factores de cada columna y, si se quiere, se pueden recargar con márgenes de seguridad mediante el valor de la desviación estándar de dichos promedios.

Por lo tanto, el factor de reclamaciones pagadas en el año de desarrollo  $j$  se puede estimar como el promedio de los factores de reclamaciones pagadas en el año de desarrollo  $j$ , provenientes de cada uno de los años de origen  $i$ , es decir:

$$\bar{F}_j = \frac{\sum_{i=1}^{m-j} F_{i,j}}{m-j}$$

Siguiendo el ejemplo, el índice de reclamaciones correspondiente a la siniestralidad final se calcula como la suma de los factores promedio de reclamaciones pagadas de cada año.

$$\omega = \sum_{j=1}^n \bar{F}_j = 0,004561$$

Año de origen	Monto afianzado suscrito	Año de desarrollo						
		0	1	2	3	4	5	6
1998	100.285.725	0,0022000	0,0010000	0,0005000	0,0001000	0,0000400	0,0000100	
1999	127.875.651	0,0015000	0,0011000	0,0008000	0,0003000	0,0000100	0,0000100	
2000	151.852.663	0,0020000	0,0009000	0,0007500	0,0000800	0,0000300		
2001	198.541.278	0,0036000	0,0008500	0,0006100	0,0000200			
2002	210.524.568	0,0021000	0,0012000	0,0002100				
2003	205.278.625	0,0031000	0,0011000					
2004	207.845.963	0,0051000						
2005	220.563.258							Suma
<b>Total</b>	<b>Promedios</b>	0,002800	0,001025	0,000574	0,000125	0,000027	0,00001	<b>0,004561</b>
	<b>Desviación</b>	0,001238	0,000133	0,000235	0,000122	0,000015	0	<b>0,001743</b>
	<b>Media+2Desv</b>	0,005277	0,001291	0,001044	0,000368	0,000057	0,00001	<b>0,008047</b>

Esta forma de calcular el índice es apropiada cuando se cuenta con varios años de reclamaciones, pero se tienen periodos de desarrollo incompleto de las mismas.

Algunos métodos como el método Bornhuetter-Ferguson, Chain Ladder, Expected Loss Ratio, etc.<sup>6</sup>, pueden ayudar a realizar el cálculo del índice de reclamaciones pagadas esperadas, cuando se tienen efectos de reclamaciones diferidas en el tiempo.

Si se tiene estadística de reclamaciones con periodos de desarrollo completos, identificada por años de origen, entonces en lugar de un solo índice, se tienen varios, por lo que se puede formar una estadística de índices y a partir de ella construir un valor estimado del índice que puede incorporar márgenes de seguridad. Suponiendo que se tienen  $n$  índices, entonces se puede calcular la media de dichos índices como:

$$\bar{\omega} = \frac{\omega_1 + \omega_2 + \omega_3 + \dots + \omega_n}{n} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \omega_i$$

De la misma manera se puede calcular la varianza y la desviación estándar, con la finalidad de calcular un índice que considere ciertos márgenes de seguridad según la fórmula siguiente:

$$\hat{\omega} = \bar{\omega} + k * \sigma$$

### Ejemplo 2.3

Dato	Índice $\omega_i$	Dato	Índice $\omega_i$
1	0,0020	11	0,0022
2	0,0018	12	0,0019
3	0,0025	13	0,0010
4	0,0030	14	0,0007
5	0,0041	15	0,0035
6	0,0018	16	0,0022
7	0,0010	17	0,0025
8	0,0031	18	0,0019
9	0,0050	19	0,0020
10	0,0025	20	0,0027

<sup>6</sup> Véase: Robert L. Brown-Leon R. Gottlieb, "Introduction to Ratemaking and loss Reserving for Property and Casualty Insurance", Waterloo Ontario, 1993; I. B. Jossack, J. H. Pollard, B. Zehnirith, "Introductory Statistics with Aplications in General Insurance", Cambridge University Press (1983), Inglaterra.

Los resultados obtenidos de esa estadística de índices son:

<b>Media</b>	0,0023700
<b>Varianza</b>	0,0000011
<b>Desviación</b>	0,0010322

Al tomar en cuenta la recuperación de contragarantías, es posible calcular de manera más precisa la prima, ya que debe corresponder al valor esperado del costo de financiamiento del pago de reclamaciones que se produce, desde el momento en que se pagan tales reclamaciones, hasta el momento en que se recuperan las garantías asociadas a las mismas.

Calcular las primas tan solo con el índice de reclamaciones pagadas es incorrecto. No sería extraño, por ejemplo, que existiera un tipo de fianza o seguro de caución en el que la mayor parte de las pólizas generen reclamaciones, situación que no impediría que el negocio fuera atractivo con tal de que existan contragarantías de buena calidad, lo cual garantizaría que la afianzadora no tuviese pérdidas, aun cuando conozca que habrá un alto volumen de reclamaciones. Sin embargo, si la prima se calculara tan solo aplicando el índice de reclamaciones pagadas, se llegaría a la situación absurda de que el monto de la prima sería casi igual al monto afianzado, lo cual claramente sería erróneo.

En estos casos, lo correcto, desde un punto de vista actuarial, es que las primas netas se determinen tomando en cuenta las expectativas de recuperación de lo pagado, de hecho, este aspecto constituye un elemento fundamental en el cálculo de las primas netas de fianzas o de seguros de caución.

En el siguiente capítulo se presentan procedimientos actuariales que toman en cuenta el efecto de la recuperación de contragarantías en el cálculo de primas.



### 2.3. MÉTODOS EMPÍRICOS DE LA PRIMA DE TARIFA

La prima de tarifa relativa a un riesgo cubierto en un contrato de fianzas o de seguros de caución corresponde al costo esperado de las obligaciones asumidas, formado por el costo de financiamiento de las reclamaciones, los gastos de administración, costos de adquisición y margen de utilidad (costo de capital). Asimismo, deben incluirse los costos de gestión jurídica de recuperación de las garantías.

En la práctica, lo que se aplica es la fórmula típica de primas que consiste en expresar los costos como un porcentaje de la prima de tarifa misma, lo que actuarialmente se logra mediante la siguiente fórmula:

$$PT = \frac{PR}{1 - \%GAdm - \%GAdq - \%Mut}$$

*PT*: prima de tarifa, *PR*: prima de riesgo, *%GAdm*: porcentaje de gastos de administración, *%GAdq*: porcentaje de gastos de adquisición, *%Mut*: porcentaje de margen de utilidad.

Como puede observarse, la prima de tarifa se debe calcular como la prima de riesgo más los recargos para gastos de administración, adquisición y margen de utilidad, en términos de la misma prima de tarifa. Dicha fórmula es de práctica común en el ámbito actuarial y surge como consecuencia natural de plantearse la siguiente ecuación de valor:

$$PT = PN + \alpha * PT + \beta * PT + \mu * PT$$

Esta fórmula muestra cómo un porcentaje ( $\alpha$ ) de la prima de tarifa es destinado a gastos de administración, otro porcentaje ( $\beta$ ) debe destinarse al costo de adquisición (comisiones, publicidad, etc.) y, finalmente, un porcentaje  $\mu$  corresponde a la utilidad que debe tener la institución por la operación que realiza. En consecuencia, esta fórmula tiene la restricción de que:

$$0 \leq \alpha + \beta + \mu < 1$$

Ante un esquema de valores fijos de los parámetros  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\mu$ , esta fórmula actuarial funciona de manera adecuada cuando el valor del monto afianzado o asegurado es relativamente grande, en un valor tal como para que se cubran los costos mínimos que implica la operación.

Supongamos por ejemplo que una fianza tiene como prima base un factor de 0,005 (cuota) por cada peso de monto afianzado, y que los recargos fijos que aplica la compañía son del 20 % para gastos de adquisición, 10 % para gastos de administración y 5 % para margen de utilidad. Si se utiliza esta cuota, para una fianza con suma asegurada de 100.000,00 \$, el valor de la prima base sería de  $(0,005) \times 100.000 = 500,00$  \$, de manera que la prima de tarifa resulta de 769,23 \$, en tanto que el costo de adquisición sería de 153,84 \$ y el gasto de administración sería de 76,92 \$. Tratándose de una operación a valores reales, resulta absurdo el monto de costos de adquisición, ya que significaría pagarle al agente un monto tan pequeño que no tendría ningún interés en realizar el negocio, por otra parte el monto que resulta de gastos de administración es tan pequeño que tal vez no corresponda siquiera al valor del papel.

El problema en este caso se debe a que el monto afianzado es muy pequeño de modo que los recargos porcentuales para esos montos no son adecuados. En estos casos resulta conveniente que la institución adopte una fórmula de costos fijos y no porcentuales, de manera que estos costos fijos cubran los costos mínimos de la operación.

En estos casos, lo que se recomienda es que se establezca un monto mínimo de tarifa, de manera que cuando la fórmula dé como resultado un monto inferior a ese monto mínimo, entonces se aplique el mínimo.

De esta manera si el costo mínimo de adquisición por la transacción fuera de 2.000,00 \$ para gastos de adquisición, 1.000,00 \$ gastos de administración y 500,00 \$ para margen de utilidad, se tendría que el monto de la tarifa, de acuerdo con la fórmula de montos fijos, sería de 4.000,00 \$.

En pólizas que podrían tener varios años de vigencia, se debe establecer el valor total de los gastos de administración desde el inicio de la vigencia del contrato<sup>7</sup>.

---

<sup>7</sup> Se supone que las primas de fianzas deben ser cobradas en forma de primas únicas ya que la fianza no puede ser cancelada en caso de que al plantearse un esquema anual de gastos, estos no pudieran ser pagados por el contratante.

En este sentido, si el monto anual expresado como una cantidad constante fuera  $GA$  entonces el valor esperado de gastos calculado como un pago único  $GU$  sería:

$$GU = \sum_{t=0}^{n-1} v^t * GA * f_r(t)$$

$$v^t = \frac{1}{(1+i)^t}$$

Donde  $f_r(t)$  es la probabilidad de persistencia de la póliza,  $i$  corresponde a la tasa de rendimiento real.

Si lo que se quiere es estimar un gasto nivelado anual a partir del gasto único, este puede ser calculado como:

$$GA = \frac{GU}{\sum_{t=0}^{n-1} v^t * f_r(t)}$$

## 2.4. MÉTODO ACTUARIAL DE PRIMAS DE FIANZAS Y DE SEGUROS DE CAUCIÓN

El planteamiento de un modelo teórico de cálculo de primas de fianzas o seguros de caución tiene como objeto establecer las bases de valoración del riesgo y costos involucrados en un contrato de fianzas o de seguros de caución, de manera justificada y apegándose a las técnicas correctas de valoración. En ese sentido, a continuación se exponen los planteamientos y razonamientos que sirven de base para establecer una fórmula actuarialmente sólida, para la estimación de primas de fianzas y seguros de caución.

Como se señaló anteriormente, en una operación de fianzas o de seguros de caución, la prima de riesgo debe estar compuesta por el costo de financiamiento del pago de las reclamaciones, desde el momento en que se realizan dichos pagos, hasta el momento en que se recuperan las garantías aportadas por los afianzados, más el costo de aquella parte de las reclamaciones que no podrán recuperarse de las contragarantías.

Si se acepta que existe siempre el riesgo de no recuperar algunas de las contragarantías aportadas por los fiados o que la cantidad recuperada pueda ser inferior al monto reclamado, entonces en la prima debe incorporarse la valoración del costo esperado de las reclamaciones que no tendrán recuperación de garantías.

No obstante, en una situación donde el riesgo de suscripción ha sido reducido de manera que no haya expectativas relevantes de pérdidas derivadas de tal situación, la prima de riesgo de una fianza dependerá en su mayor parte del costo financiero asociado a la operación, en forma muy semejante a una operación crediticia.

#### **2.4.1. Análisis del riesgo cubierto**

En un estado ideal donde la compañía pueda recuperar todas las reclamaciones previamente pagadas, la prima de riesgo debe ser equivalente al costo financiero esperado. Se dice que es “costo financiero” porque equivale al rendimiento de los recursos invertidos en el financiamiento del pago de las reclamaciones y se dice que es “esperado” porque el monto de las reclamaciones a financiar corresponde a un valor esperado. En conclusión, la prima de riesgo corresponde a un costo financiero basado en un valor esperado por lo que el término correcto es “costo de financiamiento esperado”.

Para comprender lo que es el costo de financiamiento esperado de una operación de fianza, suponga idealmente que existiera un determinado tipo de fianza en el que se conoce que, en forma posterior al contrato, se producirá una reclamación de 10.000.000,00 \$. Asimismo, supongamos además que esa fianza tiene un tipo de garantía que con seguridad le permitirá recuperar el monto un año después de haber pagado la reclamación. De esta manera, la compañía deberá ocupar recursos por 10.000.000,00 \$, durante un año, para realizar la operación. Suponiendo que ese mismo monto hubiese podido ser invertido a una tasa libre de riesgo del 5 %, entonces el inversionista hubiese tenido un rendimiento de 500.000,00 \$. Claramente, la prima de riesgo que se cobre por la operación de fianza señalada debería ser cuando menos el mismo rendimiento que el inversionista hubiese podido obtener de una inversión libre de riesgo, ya que de lo contrario la operación no sería rentable<sup>8</sup>.

Hay que tener en cuenta que las tasas de rendimiento y los índices inflacionarios son variables, por lo cual la tasa de rendimiento que se puede esperar a futuro solo puede

---

<sup>8</sup> Nótese que los 10.000.000 \$ que fueron pagados por reclamaciones son recuperados un año después, por lo que no sería correcto establecer que la prima de riesgo corresponde al monto estimado de las reclamaciones pagadas.

ser estimada a partir de los diversos escenarios y expectativas macroeconómicas del lugar donde se realice la transacción. Por eso, si la inversión de recursos debe hacerse para el pago de reclamaciones, cobrando un costo por ello, dicho costo debería corresponder al rendimiento esperado por el inversionista en el mejor de los escenarios, incluso incorporando el lucro que se espere de la operación. De esta manera, en una operación de fianzas o de seguros de caución donde no haya expectativas de pérdidas por suscripción, la prima de riesgo debe ser equivalente al valor presente de los rendimientos que se quiere obtener del capital invertido en el financiamiento del pago de las reclamaciones, desde el momento en que se produce la reclamación, hasta el momento en que se recupera lo pagado mediante las contragarantías.

En este supuesto de que lo pagado se puede recuperar totalmente de las contragarantías, las primas de riesgo de fianzas o de seguros de caución pueden ser determinadas estimando el costo de financiamiento del pago de las reclamaciones, sin embargo, en la realidad lo que ocurre es que una parte de las reclamaciones pagadas no puede ser recuperada, por lo que este aspecto debe ser incluido en la valoración de la prima.

Adicionalmente al costo del riesgo cubierto, la prima debe considerar todos los demás costos asociados a la operación como son los que se indican a continuación:

1. *Costo de administración:* son los costos propios de las operaciones administrativas de la compañía afianzadora.
2. *Costo de adquisición:* son los costos asociados al pago de comisiones, bonos y gastos de publicidad y gastos de investigación.
3. *Costo de reaseguro o reafianzamiento:* corresponde al costo que tiene la protección contratada por la compañía con los reaseguradores, en el caso de contratos de coberturas con excesos de pérdida.
4. *Costo de capital regulatorio:* es el costo que corresponde al rendimiento del capital que debe emplear la compañía afianzadora para cubrir el requerimiento de capital establecido por la regulación, de acuerdo con el tipo de garantía aportado por el fiado en el contrato de fianza.

## 2.4.2. Estimación del costo de las reclamaciones

Como se explicó anteriormente, en una operación de fianzas o de seguros de caución, en forma semejante a lo que ocurre en una operación crediticia, la institución afianzadora debe pagar al beneficiario de un contrato de fianza el monto del daño causado por el contratante. Dicho pago implica para la institución afianzadora un desembolso temporal de recursos, hasta que logra recuperar esos recursos al realizar las contragarantías que el fiado habría aportado en el momento de contratar la fianza.

Supongamos que una afianzadora paga una reclamación de monto  $MR$  y que dicho monto lo recupera un año después. Si el capital invertido en el pago de la reclamación hubiese sido invertido en instrumentos financieros con tasa de rendimiento fijo, entonces la compañía podría haber obtenido por la inversión rendimientos a una determinada tasa  $r$ .

Claramente se observa que la compañía incurre en un costo al financiar el pago de la reclamación y dicho costo debe ser equivalente, como mínimo, al rendimiento que se hubiese podido obtener de haber invertido esos recursos en otras opciones. La tasa de costo de financiamiento  $r$  debe ser al menos la que corresponda al valor esperado de la inflación, durante el periodo de financiamiento de las reclamaciones. Esto asegura que el capital invertido se mantenga al menos a valor constante. No obstante, si consideramos que existe un costo de oportunidad de dicho capital, entonces la tasa de costo de financiamiento debe ser aquella que sea congruente con el rendimiento que ha tenido el mercado de seguros y de fianzas sobre el capital invertido.

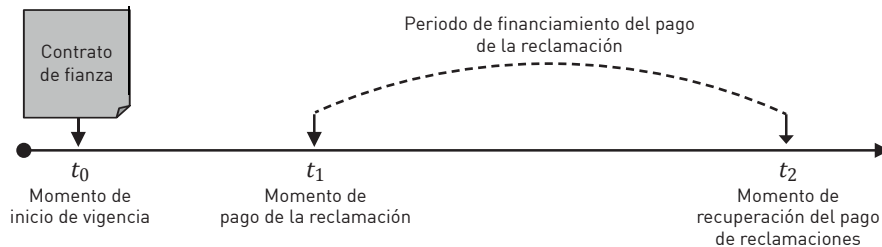
Técnicamente, el costo de financiamiento proyectado al final de un periodo de financiamiento de  $T$  años  $CFP$ , correspondiente a un monto de reclamaciones  $MR$  y a una tasa de financiamiento  $r$ , sería de:

$$CFP = MR * [(1 + r)^T - 1]$$

Para hacer una valoración más exacta del costo de financiamiento es necesario hacer las siguientes consideraciones:

El costo de financiamiento se materializará al final del periodo de financiamiento, es decir en el momento  $t_2$ , después del inicio de vigencia de la fianza en el momento  $t_0$  y posterior al pago de la reclamación en el momento  $t_1$  (véase Figura 2.2).

Figura 2.2



Si se le cobrara al fiado el costo de financiamiento de la operación a valor actual  $CF$ , reconociendo que lo cobrado junto con los rendimientos generados por dicho cobro debe ser equivalente a los rendimientos de la inversión de capital durante el periodo de financiamiento de las reclamaciones, entonces:

$$CF * (1 + i)^{t_2} = MR * [(1 + r)^{t_2 - t_1} - 1]$$

De donde se obtiene que el costo de financiamiento, puesto a valor del momento en que se realiza la transacción (valor actual), debe calcularse como:

$$CF = \frac{MR * [(1 + r)^{t_2 - t_1} - 1]}{(1 + i)^{t_2}}$$

La tasa de descuento  $i$  debe basarse en la tasa a la que la institución afianzadora puede invertir los recursos provenientes de las primas pagadas por el asegurado. Esta tasa de descuento no tiene que coincidir necesariamente con la tasa de financiamiento  $r$ , ya que esta corresponde al costo de oportunidad del capital que los inversionistas quieren tener, en tanto que la tasa de descuento  $i$  corresponde a la tasa de rendimientos que la institución afianzadora pueda lograr de acuerdo con sus estrategias

de inversión y al régimen de inversión a que se encuentren sujetas por efectos de la regulación. De manera que la tasa de costo de financiamiento debería ser siempre mayor o igual a la tasa de descuento.

Con relación a este concepto, más adelante se hará el planteamiento de la forma en que se puede calcular la prima de riesgo.

### **2.4.3. El modelo básico de la prima de riesgo suponiendo recuperaciones**

En esta sección se hace el planteamiento y desarrollo de un modelo actuarial básico que consiste en una serie de supuestos que simplifican de manera importante el modelo de prima de riesgo, por lo que se le llama "modelo básico". Aunque es un modelo simplificado, tiene valor didáctico ya que permite ilustrar de manera sencilla el problema y dejar sentadas las bases para el planteamiento de modelos un poco más complejos.

En este modelo básico se supondrá que el momento en que se producen las reclamaciones es fijo en el tiempo. Bajo el supuesto adoptado, a una serie de pólizas suscritas en un determinado año corresponderá un conjunto de reclamaciones que se efectuarán en algún año posterior al de la suscripción realizada. Claramente, esto no sucede así en la práctica, ya que en realidad las reclamaciones probablemente se presentarán durante varios años en el futuro, dependiendo del tipo de fianzas o seguros de caución suscritos y de su periodo de vigencia, sin embargo, como ya se explicó, es una forma didáctica de iniciar el desarrollo de modelos actuariales más complejos.

Al adoptar este supuesto y considerando que la prima de riesgo está definida como el costo de financiamiento del pago de las reclamaciones, desde el momento en que se realiza el pago hasta el momento en que se recuperan las garantías aportadas por el fiado, entonces dicha prima corresponde al valor presente actuarial de las obligaciones futuras que puede tener la compañía, neto de los costos de administración y adquisición, así como de la recuperación de garantías.

Antes de comenzar con el desarrollo del modelo actuarial, es necesario definir algunos momentos que son determinantes en el ciclo de operación de una fianza o de un seguro de caución, desde donde empieza a tener vigencia hasta el momento en que se produce la reclamación y recuperación de garantías.



- Momento de inicio de la vigencia de la fianza,  $t_0 = 0$ : se refiere al momento en que inicia la vigencia de una fianza, con independencia del momento en que esta se emita. Este momento es importante, en el ámbito técnico, ya que es el punto de referencia para calcular el valor presente de ingresos y egresos por concepto de reclamaciones y recuperación de garantías. A menudo nos referiremos a este momento como “el año de suscripción”.
- Momento de pago  $t_1$  es el momento en que se paga la reclamación recibida<sup>9</sup>.
- Momento de recuperación del pago  $t_2$  es cuando la afianzadora recupera el monto pagado, mediante la realización de las garantías correspondientes u otros mecanismos legales.

Como podrá observarse, los momentos en que se dan cada uno de los eventos tienen la propiedad de que:

$$t_0 \leq t_1 \leq t_2$$

Si se recupera en forma total el monto pagado de las reclamaciones, entonces el costo de financiamiento correspondiente a un determinado monto de reclamaciones  $MR$  sería:

$$CF = MR * \frac{[(1 + r)^T - 1]}{(1 + i)^{t_2}}$$

Donde

$$T = t_2 - t_1$$

Si asumimos que las reclamaciones son de carácter contingente, entonces el monto de las reclamaciones será un valor que debe ser estimado mediante técnicas actuariales, considerando la probabilidad de que ocurran dichas reclamaciones y la severidad de las mismas.

---

<sup>9</sup> En el esquema regulatorio mexicano la obligación se reconoce en resultados hasta que se paga, por lo que este supuesto podría referirse al momento en que se recibe la reclamación en el caso de otros esquemas regulatorios en que las reclamaciones deban reflejarse en resultados al cuando se conocen, con independencia de cuando se paguen.

Supongamos que para un determinado tipo de fianza o seguro de caución se cuenta con experiencia estadística que permite calcular la probabilidad de ocurrencia de ese tipo de reclamaciones, que denotaremos como  $P_t(r)$ , entonces se puede determinar el número esperado de reclamaciones  $\widehat{nr}_t$  que ocurrirán en un momento posterior  $t$  al año de inicio de vigencia de la fianza. En efecto, si suponemos que las reclamaciones se producirán en un momento  $t$  con una probabilidad  $P_t(r)$ , entonces el número esperado de reclamaciones será igual al número de unidades expuestas al riesgo  $N$ , por la probabilidad de que se produzcan dichas reclamaciones.

$$\widehat{nr}_t = N * P_t(r)$$

Si todas las reclamaciones fueran por el monto afianzado total ( $MA$ ), sería posible, en una cartera con homogeneidad de montos afianzados, estimar el costo de financiamiento  $CG_t$  de una cartera total, como un valor esperado:

$$CG_t = MA * N * P_{t_1}(r) * \frac{[(1+r)^T - 1]}{(1+i)^{t_2}}$$

Si en lugar de toda una cartera, se quisiera calcular el costo por cada peso de monto afianzado, entonces obtendríamos "la cuota" o factor de prima de riesgo que sería:

$$C_t = P_{t_1}(r) * \frac{[(1+r)^T - 1]}{(1+i)^{t_2}}$$

En este caso se supuso que el monto de las reclamaciones era el 100 % de los montos afianzados de las unidades siniestradas, sin embargo, en la realidad no se reclamará el 100 % del monto afianzado sino una parte de este. Por eso es necesario introducir en la fórmula el concepto de índice de severidad de las reclamaciones, que se refiere al valor estimado del monto de la reclamación medido en términos de los montos afianzados expuestos.

La severidad de las reclamaciones en el momento  $t$ , que denotaremos como  $S_{t_1}$ , queda definida como el porcentaje que representa el monto de las reclamaciones, respecto de los montos afianzados expuestos, correspondientes a dichas reclamaciones. En este sentido, la severidad no puede ser un número superior al 100 %, ya que lo máximo que puede reclamar un fiado es el monto afianzado establecido en la póliza.

Si se cuenta con un estimador del índice de severidad de las reclamaciones, se puede calcular el costo de financiamiento de las reclamaciones, en función de cada peso de monto afianzado (cuota), como:

$$C_t = P_{t_1}(r) * S_{t_1} * \frac{[(1+r)^T - 1]}{(1+i)^{t_2}}$$

El producto formado por  $P_n(r) * S_n$  puede ser sustituido por el índice obtenido de la división del monto de las reclamaciones entre el monto afianzado de la colectividad conocido como "índice de reclamaciones", por lo que la fórmula puede aplicarse con el índice de reclamaciones en lugar de la frecuencia y la severidad, es decir:

$$C_t = \omega_{t_1} * \frac{[(1+r)^T - 1]}{(1+i)^{t_2}}$$

Regularmente es más fácil contar con este índice que con la frecuencia y la severidad de las reclamaciones, por lo que resulta de utilidad tenerlo en cuenta.

Como se explicó anteriormente, bajo la hipótesis de que los montos pagados por concepto de reclamaciones se recuperan en forma total, es decir al 100 %, entonces la prima de riesgo correspondería al costo de financiamiento de las reclamaciones, por lo tanto:

$$PR = C_t = P_{t_1}(r) * S_{t_1} * \frac{[(1+r)^T - 1]}{(1+i)^{t_2}}$$

O bien

$$PR = \omega_{t_1} * \frac{[(1+r)^T - 1]}{(1+i)^{t_2}}$$

Esta es la fórmula de prima de riesgo más simple que se puede aplicar, donde se debe hacer una estimación de los parámetros  $T$ ,  $t_1$  y  $t_2$ . Dichos parámetros dependerán del tipo de obligación que se garantiza y de la calidad de las contragarantías que se puedan tener, o de la calidad crediticia del contratante.

#### 2.4.4. El modelo básico de prima de riesgo suponiendo pérdidas en recuperaciones

En la sección anterior se planteó la hipótesis de que el monto de recuperación de las garantías es igual al monto de las reclamaciones. Sin embargo, en la realidad existe la posibilidad de que el monto de lo recuperado sea inferior al monto de las reclamaciones pagadas, produciéndose una pérdida para la compañía. Este aspecto debe ser tomado en cuenta en la fórmula de la prima de riesgo.

Para plantear una fórmula de prima de riesgo, haremos la suposición de que una parte del monto pagado no se recupera, por lo que supondremos que es posible medir esa pérdida en términos del monto de reclamaciones pagadas, a dicho valor le llamaremos  $\varepsilon$ , y representa el porcentaje de las reclamaciones estimadas que no podrán recuperarse y que se traducirá en pérdidas.

Por tanto, al costo de financiamiento se le sumará un nuevo costo que corresponde a las pérdidas por falta de recuperación de lo pagado. Dichas pérdidas pueden ser estimadas mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Pérdidas} = \frac{P_{t_1}(r) * S_{t_1}}{(1+i)^{t_1}} * \varepsilon = P_{t_1}(r) * S_{t_1} * v^{t_1} * \varepsilon = \omega_{t_1} * v^{t_1} * \varepsilon$$

De esta manera, la prima de riesgo de pólizas de fianza, en las que se considere que existe probabilidad de pérdida en la recuperación de los pagos, se puede calcular como:

$$PR = P_{t_1}(r) * S_{t_1} * v^{t_1} \left[ \frac{[(1+r)^T - 1]}{(1+i)^T} * (1 - \varepsilon) + \varepsilon \right]$$

De donde se concluye que la fórmula de prima de riesgo, donde se estima que una parte  $\varepsilon$  de las reclamaciones pagadas no podrán recuperarse, queda dada por:

$$PR = P_{t_1}(r) * S_{t_1} * v^{t_1} \left[ \frac{[(1+r)^T - 1]}{(1+i)^T} * (1 - \varepsilon) + \varepsilon \right] \quad (2.4.1)$$

$$PR = \omega_{t_1} * v^{t_1} \left[ \frac{[(1+r)^T - 1]}{(1+i)^T} * (1 - \varepsilon) + \varepsilon \right] \quad (2.4.2)$$

Es importante analizar las propiedades de la fórmula (2.4.1). A continuación se presenta un ejemplo del comportamiento de la prima de riesgo, en función del tiempo que tarda la compañía en recuperar el monto pagado  $t_2$ , es decir:

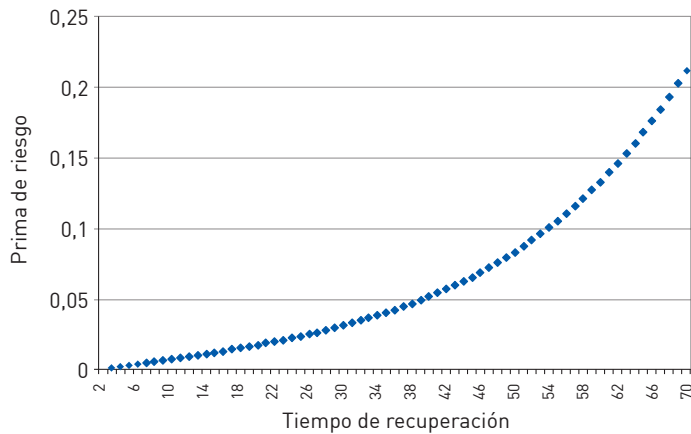
$$PR = f(t_2)$$

Datos del caso:

$P_t(r)$	0,05
$S_t$	0,20
$i$	0,05
$r$	0,10
$t_1$	2,00
$\varepsilon$	0,01

Comportamiento de la prima de riesgo en función del tiempo de recuperación de pagos:

Gráfica 2.1



Como puede observarse, la fórmula muestra que la prima de riesgo crece, si el tiempo de recuperación de lo pagado aumenta, ya que:

$$\begin{aligned} \lim_{t_2 \rightarrow \infty} PR &= P_{t_1}(r) * S_{t_1} * \left[ \left( \lim_{t_2 \rightarrow \infty} \frac{(1+r)^T - 1}{(1+i)^{t_2}} \right) * (1-\varepsilon) + \lim_{t_2 \rightarrow \infty} \frac{\varepsilon}{(1+i)^{t_1}} \right] \\ &= P_{t_1}(r) * S_{t_1} * \left[ \frac{1}{(1+r)^{t_1}} * (1-\varepsilon) * \lim_{t_2 \rightarrow \infty} \frac{(1+r)^{t_2}}{(1+i)^{t_2}} - \lim_{t_2 \rightarrow \infty} \frac{(1-\varepsilon)}{(1+i)^{t_2}} + \frac{\varepsilon}{(1+i)^{t_1}} \right] \end{aligned}$$

Pero como:

$$\lim_{t_2 \rightarrow \infty} \frac{(1+r)^{t_2}}{(1+i)^{t_2}} \rightarrow \infty \text{ y } \lim_{t_2 \rightarrow \infty} \frac{(1-\varepsilon)}{(1+i)^{t_2}} = 0$$

Entonces:

$$\lim_{t_2 \rightarrow \infty} PR \rightarrow \infty$$

En conclusión, la prima de riesgo crecerá, mientras el tiempo de recuperación de garantías se haga infinitamente grande siempre que  $i < r$ :

Si  $i = r$ , entonces:

$$\lim_{t_2 \rightarrow \infty} \frac{(1+r)^{t_2}}{(1+i)^{t_2}} = 1$$

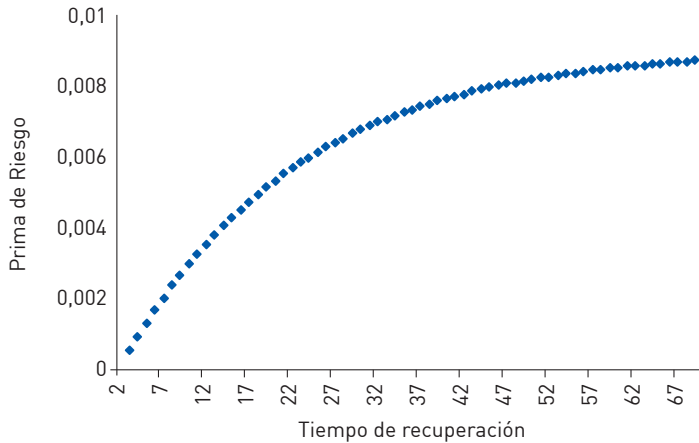
Esto hará que la prima de riesgo tienda a un valor determinado que es el valor presente de las reclamaciones esperadas futuras (véase Gráfica 2.2.), es decir:

$$\lim_{t_2 \rightarrow \infty} PR = P_{t_1}(r) * S_{t_1} * \left[ \frac{1}{(1+i)^{t_1}} \right] = P_{t_1}(r) * S_{t_1} * v^{t_1}$$

En efecto:

$$\begin{aligned} \lim_{t_2 \rightarrow \infty} PR &= P_{t_1}(r) * S_{t_1} * \left[ \frac{1}{(1+i)^{t_1}} * (1+\varepsilon) * \lim_{t_2 \rightarrow \infty} \frac{(1+i)^{t_2}}{(1+i)^{t_2}} - 0 + \frac{\varepsilon}{(1+i)^{t_1}} \right] \\ &= P_{t_1}(r) * S_{t_1} * \left[ \frac{1}{(1+i)^{t_1}} * (1+\varepsilon) + \frac{\varepsilon}{(1+i)^{t_1}} \right] = P_{t_1}(r) * S_{t_1} * \left[ \frac{1}{(1+i)^{t_1}} \right] \end{aligned}$$

Gráfica 2.2



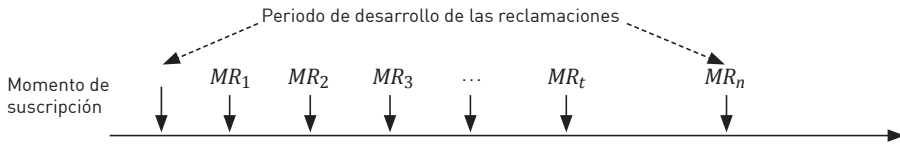
Esta propiedad expresa que cuando el tiempo de recuperación de garantías es relativamente grande, el valor de la prima de riesgo debe ser el valor presente de las reclamaciones futuras. De esta manera, el cálculo de una prima se convertiría, al no esperar recuperación de garantías, en una prima que corresponderá al valor presente actuarial de las reclamaciones futuras.

#### 2.4.5. El modelo general de prima de riesgo

En los modelos anteriores, se hicieron algunas hipótesis que simplifican en forma importante el modelo actuarial, sin embargo, estas pueden no cumplirse en la práctica, por lo que es importante hacer el planteamiento de un modelo con hipótesis más generales.

Una de las hipótesis que se hicieron en el modelo básico es que el momento de la reclamación es fijo en el tiempo. Sin embargo, considerando que se trata de una operación que consiste en la emisión de un conjunto de fianzas o seguros de caución en determinado año, las reclamaciones que se derivan de estas se distribuirán durante todo un periodo de años futuros, por lo que se debe tomar en cuenta un escenario de desarrollo de las reclamaciones, como se muestra en la Figura 2.3.

Figura 2.3



En este esquema se muestran los distintos momentos del tiempo en que se producen las reclamaciones de un conjunto de fianzas o seguros de caución suscritos en el momento inicial  $t_0$ .

Para incorporar el esquema de reclamaciones en el modelo, se puede pensar en una clasificación de dichas reclamaciones en periodos de un año<sup>10</sup>.

Como ya se demostró, el monto de las reclamaciones referido al monto afianzado total al inicio del tiempo, es un valor estimado de la probabilidad de reclamación en el momento  $t$ , por el índice de severidad de la reclamación en el año  $t$ . Entonces, el valor presente actuarial de las reclamaciones puede ser expresado matemáticamente como:

$$VPA_r = \sum_{t_1=1}^n v^{t_1} P_{t_1}(r) * S_{t_1}$$

Con la expresión anterior, se puede estimar el costo de las obligaciones futuras por concepto de reclamaciones. A partir de este valor estimado de reclamaciones, es posible estimar el costo de financiamiento de tales reclamaciones. Supondremos que las reclamaciones de cada año  $t_1$  se recuperan en los siguientes años. Para calcular el costo de financiamiento con recuperación de garantías, supondremos que se conoce la forma en que se distribuye la recuperación de garantías en los  $m$  años futuros.

<sup>10</sup> El periodo de tiempo para clasificar las reclamaciones puede ser mensual, trimestral, etc., y el modelo quedaría en los mismos términos.



Denotaremos como  $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_m$  a las porciones recuperadas en el año 1, 2...,  $m$ , respectivamente, de manera que:

$$\alpha_1 + \alpha_2 + \dots + \alpha_m = 1$$

Con este escenario de recuperación, el costo de financiamiento de las reclamaciones pagadas en el año 1, suponiendo que las reclamaciones se producen al final del año y que las recuperaciones se realizan a partir del año de pago, debe calcularse como:

$$P_1(r) * S_1 * \frac{1}{(1+i)^1} \left[ \alpha_1 * \frac{(1+r)^0 - 1}{(1+i)^0} + \alpha_2 * \frac{[(1+r)^1 - 1]}{(1+i)^1} + \dots + \alpha_m * \frac{[(1+r)^{m-1} - 1]}{(1+i)^{m-1}} \right]$$

El costo de financiamiento de las reclamaciones que se paguen en el año 2 estará dado por:

$$P_2(r) * S_2 * \frac{1}{(1+i)^2} \left[ \alpha_1 * \frac{(1+r)^0 - 1}{(1+i)^0} + \alpha_2 * \frac{[(1+r)^1 - 1]}{(1+i)^1} + \dots + \alpha_m * \frac{[(1+r)^{m-1} - 1]}{(1+i)^{m-1}} \right]$$

El costo de financiamiento de las reclamaciones que se paguen en el año 3 será:

$$P_3(r) * S_3 * \frac{1}{(1+i)^3} \left[ \alpha_1 * \frac{(1+r)^0 - 1}{(1+i)^0} + \alpha_2 * \frac{[(1+r)^1 - 1]}{(1+i)^1} + \dots + \alpha_m * \frac{[(1+r)^{m-1} - 1]}{(1+i)^{m-1}} \right]$$

En general, el costo de financiamiento de las reclamaciones que se paguen en el año  $n$  será:

$$P_n(r) * S_n * \frac{1}{(1+i)^n} \left[ \alpha_1 * \frac{(1+r)^0 - 1}{(1+i)^0} + \alpha_2 * \frac{[(1+r)^1 - 1]}{(1+i)^1} + \dots + \alpha_m * \frac{[(1+r)^{m-1} - 1]}{(1+i)^{m-1}} \right]$$

Para simplificar la notación, le llamaremos factor de financiamiento esperado  $\bar{F}$  a:

$$\bar{F} = \left[ \alpha_1 * \frac{(1+r)^0 - 1}{(1+i)^0} + \alpha_2 * \frac{[(1+r)^1 - 1]}{(1+i)^1} + \dots + \alpha_m * \frac{[(1+r)^{m-1} - 1]}{(1+i)^{m-1}} \right]$$

Bajo un escenario dinámico de pago de reclamaciones y recuperación de garantías, la prima de riesgo estará dada por:

$$PR = \sum_{j=1}^n P_j(r) * S_j * \frac{1}{(1+i)^j} \bar{F}$$

Cuando se estime que no será posible la recuperación total de las reclamaciones pagadas, entonces se deberá sumar el valor presente de dicho costo a la prima de riesgo. Si suponemos que de las reclamaciones que se pagan en cada año, una parte no se recuperará, denominando a cada parte como  $\varepsilon_1, \varepsilon_2 \dots, \varepsilon_n$ , respectivamente, entonces la fórmula de prima de riesgo sería:

$$PR = \sum_{j=1}^n P_j(r) * S_j * \frac{1}{(1+i)^j} \bar{F} * (1 - \varepsilon_j) + \sum_{j=1}^n P_j(r) * S_j * \frac{1}{(1+i)^j} \varepsilon_j \quad [2.4.3]$$

No existe evidencia empírica que haga suponer que la pérdida que se produce por la no recuperación de pagos tenga relación con el año en el que se pagan las reclamaciones, por lo que podemos suponer que el parámetro  $\varepsilon$  no depende del año. Por tanto, la fórmula (2.4.2) se puede escribir como:

$$PR = \sum_{j=1}^n P_j(r) * S_j * \frac{1}{(1+i)^j} \bar{F} * (1 - \varepsilon) + \sum_{j=1}^n P_j(r) * S_j * \frac{1}{(1+i)^j} \varepsilon$$

También se puede expresar en términos del índice de reclamaciones como:

$$PR = \sum_{j=1}^n \omega_j * \frac{1}{(1+i)^{j-1}} \bar{F} * (1 - \varepsilon) + \sum_{j=1}^n \omega_j * \frac{1}{(1+i)^j} \varepsilon$$

$$PR = \sum_{j=1}^n \omega_j * v^{j-1} * \bar{F} * (1 - \varepsilon) + \sum_{j=1}^n \omega_j * v^j * \varepsilon$$

De esta manera queda definida la fórmula general que permite estimar el valor de la prima de riesgo asociada a un determinado tipo de fianza.

El parámetro  $\bar{F}$  depende de la velocidad de recuperación de los pagos, por lo que resulta evidente que el valor de dicho parámetro depende del tipo de contragarantías que respaldan la operación de determinado tipo de fianza o seguro de caución. Por lo anterior, es recomendable que el valor de la prima de riesgo correspondiente a una fianza que se encuentra respaldada por un determinado tipo de contragarantía  $g$  se exprese en términos del valor esperado del costo de financiamiento correspondiente a dicho tipo de contragarantía.

Es decir:

$$PR_g = \sum_{j=1}^n \omega_j * v^{j-1} * \bar{F}_g * (1 - \varepsilon) + \sum_{j=1}^n \omega_j * v^j * \varepsilon$$

Si en lugar de un solo tipo de contragarantía se tuvieran  $k$  tipos de contragarantías respaldando a una determinada póliza de fianza, entonces la prima de riesgo sería:

$$PR = \sum_{j=1}^n \omega_j * v^{j-1} * (\beta_1 \bar{F}_1 + \beta_2 \bar{F}_2 + \dots + \beta_k \bar{F}_k) * (1 - \varepsilon) + \sum_{j=1}^n \omega_j * v^j * \varepsilon$$

Donde  $\beta_i$  se refiere a la porción del monto afianzado respaldado por la contragarantía tipo  $i$ , en tanto que  $\bar{F}$  se refiere al factor de recuperación de garantías de tipo  $i$ .

#### 2.4.6. La prima de riesgo bajo un enfoque estocástico

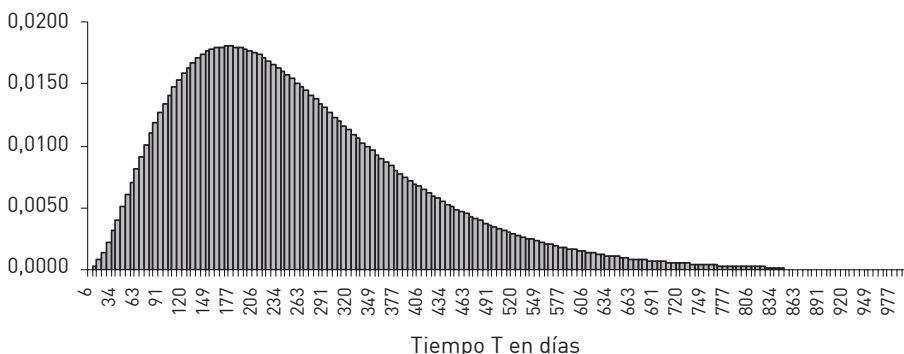
De acuerdo con los modelos actuariales de cálculo de primas, el parámetro que tiene mayor influencia en la determinación de una prima de riesgo es el tiempo de recuperación de garantías. Este parámetro es un valor que solo puede ser estimado debido a que, en la práctica, el tiempo de recuperación de garantías depende de muchos factores, algunos de los cuales son contingentes. Es por ello que este parámetro tiene un comportamiento que se puede considerar aleatorio, y por tanto puede estimarse a través de un proceso estocástico.

Dado que el tiempo de recuperación de las garantías  $T$  es la variable que tiene mayor influencia en las primas de riesgos, y considerando además que dicha variable puede tener un valor que depende de diversos factores difíciles de prever, puede plantearse el cálculo de la prima de riesgo, como un valor estimado a partir de los resultados de la aplicación de un proceso estocástico sobre los valores de la variable aleatoria que representa el tiempo de recuperación de las garantías .

Como la fórmula de prima de riesgo incorpora la variable  $T$  que representa el tiempo que tarda la recuperación de las contragarantías, y consideramos que esta variable puede ser representada como una variable aleatoria, entonces la prima puede ser calculada como un valor estimado, a partir de los valores que toma esta variable aleatoria simulando dichos valores mediante un proceso estocástico.

Para realizar el proceso estocástico es necesario contar con la función de probabilidad  $f(T)$  de la variable aleatoria  $T$  construida a partir de la estadística de mercado. La función de probabilidad se podría ver como en la Gráfica 2.3.

**Gráfica 2.3 Función de probabilidad del tiempo de recuperación de garantías**



Si se toma como base para el proceso estocástico, la fórmula (2.4.1), entonces los valores de la prima de riesgo que toma para cada valor de  $T_0$  estarían dados como:

$$PR_k = P_{t_1}(r) * S_{t_1} * v^{t_1} \left[ \frac{[(1+r)^{T_0} - 1]}{(1+i)^{T_0}} * (1 - \varepsilon) + \varepsilon \right]$$

Si mediante el proceso estocástico se generan los diversos valores de  $T$ , y para cada uno se calcula la respectiva prima de riesgo  $PR$ , se podrá tener una estadística de valores con la que se puede calcular el valor estimado de la prima de riesgo como:

$$E(PR_k) = \frac{1}{n} \left( \sum_{k=1}^n P_{t_1}(r) * S_{t_1} * v^{t_1} \left[ \frac{[(1+r)^{T_k} - 1]}{(1+i)^{T_k}} * (1 - \varepsilon) + \varepsilon \right] \right)$$

La dificultad de este método está en establecer la función de probabilidad para  $T$  mediante la cual se realizaría el proceso estocástico. No obstante, una estadística de mercado donde se cuente con el tiempo que tarda la recuperación de garantías permitiría conocer los valores que toma esta variable y se podría construir la función de probabilidad requerida.

Esta idea se puede extender a cualquiera de las fórmulas de cálculo de prima de riesgo que se desarrollaron y a aquellos parámetros de los que depende la prima.

Mediante este tipo de procedimientos, una compañía puede determinar de mejor forma el valor que debe dar a sus primas, estableciendo márgenes de confiabilidad que le permitan establecer primas adecuadas, o modificar sus políticas de suscripción en función de los resultados obtenidos.

#### **2.4.7. La prima de riesgo bajo el enfoque de Solvencia II**

A nivel mundial existe una fuerte tendencia hacia la adopción del esquema regulatorio de seguros llamado Solvencia II. Algunos países como México han hecho una adopción anticipada de este esquema, en tanto que otros países como Chile, Brasil, Colombia y Perú se encuentran en proceso de adopción.

Solvencia II es un esquema regulatorio ideado por la Comunidad Económica Europea, que tiene una serie de características técnicas dentro de las cuales hay algunas que pueden afectar las primas de fianzas y de los seguros de caución.

La literatura de Solvencia II está dirigida a establecer principios para reservas, capital de solvencia y gobierno corporativo, sin abordar las repercusiones que esto tiene en las primas de seguros y de fianzas. El objeto de este trabajo es aclarar los aspectos de Solvencia II que afectan a las primas de fianzas o de seguros de caución y la forma en que pueden valorarse.

La correcta valoración de los costos que conforman la prima permite tener un mejor manejo y política de precios, en tanto que permite valorar de manera más adecuada cada negocio en el momento de la suscripción. Asimismo, la posibilidad de conocer la forma en que el nuevo esquema regulatorio de Solvencia II afecta a la prima permite gestionar de mejor manera, ante las autoridades reguladoras, los problemas y efectos generados por la adopción de Solvencia II.

Como se vio anteriormente, la prima de riesgo (PR) de contratos de fianzas o de seguros de caución corresponde al costo esperado del riesgo cubierto, y consiste básicamente

en estimar el monto de las reclamaciones que podrían pagarse en el futuro, sin embargo, debido a la existencia de contragarantías, es necesario estimar qué parte de esas reclamaciones esperadas, una vez pagadas, podría no recuperarse y qué parte podría recuperarse. La recuperación se podría dar ya sea por la existencia de contragarantías o por la de algún otro tipo de colaterales que permitan a la compañía hacer la recuperación de una parte de lo pagado.

Es poco lo que Solvencia II trata sobre las primas, ya que es un esquema ideado y enfocado en establecer principios de reservas, capital y gobierno corporativo, sin embargo, existen aspectos de Solvencia II que repercuten en la forma en que se calculan las primas, como se indica a continuación.

El primer aspecto de Solvencia II que impacta en la forma de calcular las primas de fianzas y de seguros de caución es el principio de reservas técnicas que establece que las reservas deben ser la suma de la mejor estimación de las obligaciones futuras (conocido como BEL) y un margen de riesgos (conocido como MR) que corresponde al costo de capital regulatorio.

La mejor estimación (BEL) corresponde al valor esperado de los flujos de obligaciones futuras, por lo que en esto no existe algo diferente a la forma en que se venían calculando las reservas, de hecho, bajo Solvencia II, la forma de estimar las obligaciones futuras resulta más adecuada, pero lo que sí constituye un cambio significativo es el concepto de margen de riesgo que está definido como el costo de capital regulatorio.

El margen de riesgo se calcula básicamente como el costo de capital dado por la diferencia entre la tasa libre de riesgo ( $i$ ) y la tasa de retorno de capital ( $R$ ), multiplicada por el monto del capital regulatorio ( $RCS$ ) y por el tiempo (duración) que durará ocupado el RCS en la operación. La fórmula actuarial que se aplica para calcular el margen de riesgo es:

$$MR = (R - i) * RCS * \sum_{t=0}^T \beta_t$$

En esta fórmula,  $T$  representa el tiempo que durará la obligación y los factores  $\beta_t$  denotan la proporción en que el requerimiento de capital regulatorio ocupado se irá

reduciendo en cada uno de los años que dura la obligación. En tanto mayor sea el tiempo que  $T$ , mayor será el margen de riesgo. De hecho, la duración queda definida como:

$$Duración = \sum_{t=0}^T \beta_t$$

En la prima deben quedar considerados todos los costos, por lo que el margen de riesgo debe incorporarse. En este sentido, la fórmula de prima de riesgo se ve transformada bajo Solvencia II en la forma que se indica a continuación.

Bajo Solvencia II, el costo financiero debe considerar el financiamiento tanto de las reservas como del capital regulatorio que se tendrán que ocupar en la operación.

El costo medio de las reclamaciones (BEL) de la reserva bajo el enfoque de Solvencia II es  $E(\omega)$ , que coincide con el costo esperado de las reclamaciones. Por su parte el RCS es, en teoría, la diferencia entre el percentil al 99,5 % de confianza ( $Var(\omega)$ ) y  $E(\omega)$ , es decir:

$$RCS = Var(\omega) - E(\omega)$$

De manera que la compañía debe considerar tanto el costo de financiamiento de la reserva como el del capital regulatorio, por lo que el costo de financiamiento por póliza sería:

$$CF = SA * Var(\omega) \left( \frac{(1+R)^D - 1}{(1+i)^D} \right) (1 - \varepsilon)$$

Donde  $D$  es la duración estimada de la operación, considerando un periodo que comprende desde el momento en que se hace el contrato, que es cuando se constituye la reserva y el capital regulatorio, hasta el momento en que se espera que se extinga la vigencia de la operación.

Por su parte, el costo del riesgo considerado en la prima, asociado a la parte que no se recupera de las contragarantías, queda dado como:

$$CR = SA * v^{t_1} * E(\omega) * (\varepsilon)$$

De manera que la prima de riesgo sería:

$$PR = SA * v^{t_1} \left[ VaR(\omega) \left( \frac{(1+R)^D - 1}{(1+i)^D} \right) (1 - \varepsilon) + E(\omega) * (\varepsilon) \right]$$

Como puede observarse, en esta fórmula ya está incluido el costo de capital de solvencia con el que se constituye la parte del margen de riesgo que se debe sumar a la reserva.

A pesar de que en esta fórmula se toma en cuenta el costo financiero del requerimiento de capital de solvencia, es necesario considerar que el RCS bajo el enfoque de Solvencia II proviene no solo del riesgo técnico sino también del riesgo operativo, del riesgo financiero y del riesgo de contraparte, de manera que hace falta considerar esos otros componentes del requerimiento de capital. En ese sentido, si consideramos que el RCS proveniente del riesgo financiero, de contraparte y operativo, debe ser proporcional al  $VaR(\omega)$  del riesgo técnico, y denotando como  $RF$ ,  $RO$  y  $RC$ , y el valor relativo del RCS de los citados riesgos adicionales, entonces el costo financiero puede expresarse como:

$$CF = (SA * VaR(\omega) * (1 + RF + RO + RC)) \left( \frac{(1+R)^D - 1}{(1+i)^D} \right) (1 - \varepsilon)$$

Para simplificar, podemos denotar los valores  $RF$ ,  $RO$  y  $RC$  como uno solo valor  $\beta$ , de manera que:

$$CF = (SA * VaR(\omega) * (1 + \beta)) \left( \frac{(1+R)^D - 1}{(1+i)^D} \right) (1 - \varepsilon)$$

Finalmente, la fórmula de la prima de riesgo queda como:

$$PR = SA * v^{t_1} \left[ VaR(\omega) * (1 + \beta) \left( \frac{(1+R)^D - 1}{(1+i)^D} \right) (1 - \varepsilon) + E(\omega) * (\varepsilon) \right]$$

De esta forma en la prima de riesgo queda incluido el costo de financiamiento tanto de la reserva como el costo del capital regulatorio RCS con que se va a constituir el margen de riesgo que se debe incluir en la reserva.



Hasta este punto parecería que el tema está agotado, sin embargo, bajo un enfoque más riguroso de Solvencia II, los seguros de caución y las fianzas se consideran como riesgos sujetos a efectos sistémicos que pueden producir pérdidas catastróficas.

Bajo ese enfoque, el RCS se calcula como la pérdida máxima probable retenida (PML) que podría tener la compañía ante un evento de crisis económica que tenga un efecto sistémico. En ese sentido, la fórmula de la prima de riesgo debe ser modificada para quedar como:

$$PR = SA * v^{t_1} \left[ PML * (1 + \beta) \left( \frac{(1 + R)^D - 1}{(1 + i)^D} \right) (1 - \varepsilon) + E(\omega) * (\varepsilon) \right]$$

La pérdida máxima probable es un valor que se calcula a partir de considerar el shock producido por un evento, que aumenta en forma generalizada las reclamaciones, derivado de los incumplimientos.

Una vez modificada la fórmula de prima de riesgo, la fórmula de prima de tarifa queda como:

$$PT = \frac{PR}{1 - GA - CA - MU}$$

Al considerar que el recargo para utilidad corresponde al costo de capital regulatorio, y que ya se tomó en cuenta como parte de la prima de riesgo, entonces:

$$PT = \frac{PR}{1 - GA - CA}$$

Es decir:

$$PT = \frac{SA * v^{t_1} \left[ PML * (1 + \beta) \left( \frac{(1 + R)^D - 1}{(1 + i)^D} \right) (1 - \varepsilon) + E(\omega) * (\varepsilon) \right]}{1 - GA - CA}$$

#### 2.4.8. La prima de tarifa

La prima de tarifa de una fianza corresponde a la prima de riesgo  $PR$ , más los gastos de administración  $GA$ , costos de adquisición  $CA$ , costos jurídicos  $CJ$ , costo de capital regulatorio  $CR$  y margen de utilidad  $U$ .

Los gastos jurídicos y el costo de capital regulatorio son costos que se erogan en un solo momento, en tanto que los gastos de administración adquisición y margen de utilidad son anuales. Por eso, en términos generales, la prima de tarifa de una fianza se puede expresar en términos de la prima de riesgo, más el valor esperado de los costos futuros asociados a la fianza, y el margen de utilidad, por lo que actuarialmente se puede calcular mediante la siguiente fórmula:

$$PT = PR + CJ + CR + \sum_{t=0}^{n-1} v^t * (CA_t + GA_t + U_t)$$

Las primas de tarifa de fianzas o de seguros de caución, a diferencia de las primas de otros tipos de seguros, son primas únicas debido a que, por su naturaleza jurídica de garantizar obligaciones con terceros, el contrato no puede quedar condicionado al pago de primas futuras. Por eso, lo recomendable en la práctica es que la prima sea un pago único, ya que ante la adopción de un esquema de pagos nivelados, se da la posibilidad de que el fiado deje de pagar la prima y la institución afianzadora tenga que mantener la fianza vigente absorbiendo las pérdidas por las primas no pagadas. En este sentido, todos los costos asociados a la operación de una fianza deben ser cobrados a prima única, al resultar arriesgada la adopción de esquemas de pagos anuales.

Hablaremos a continuación de cada uno de los costos que integran la prima de tarifa y presentaremos los esquemas de cobros anuales.

#### Los gastos de administración

La operación de una fianza o seguro de caución generará gastos de administración por cada uno de los años en que se encuentre vigente. La compañía afianzadora deberá tener una idea del monto anual de gastos de administración que se erogarán y con ello

calcular el monto total de gastos de administración durante el periodo de vigencia de los contratos. De esta manera, el gasto de administración total será el valor estimado de los gastos anuales futuros  $GAN$ , es decir:

$$GA = \sum_{t=0}^{n-1} v^t * GAN * f_r(t)$$

$$v^t = \frac{1}{(1+i)^t}$$

Donde  $f_r(t)$  es la probabilidad de persistencia de la póliza, en tanto que  $i$  es la tasa de rendimiento real.

El parámetro de gastos de administración puede ser establecido como una cantidad constante anual o como un porcentaje de recargo a las primas. En caso de que una institución quiera expresar el gasto como un porcentaje  $\alpha$  de recargo a la prima de tarifa, entonces el gasto de administración visto como un cobro único será:

$$GA = \alpha * PT$$

Si se quiere pasar de este porcentaje a un esquema de cobros anuales durante el periodo de vigencia de la fianza, entonces se debe cumplir:

$$GA = \alpha * PT = \sum_{t=0}^{n-1} v^t * GAN * f_r(t)$$

De donde se obtiene el gasto anual equivalente:

$$GAN = \frac{\alpha * PT}{\sum_{t=0}^{n-1} v^t * f_r(t)}$$

Dentro de los gastos de administración se pueden clasificar los costos jurídicos que se refieren a los costos asociados al proceso de suscripción de la fianza y al proceso de realización de las garantías cuando ocurren las reclamaciones.

Los costos jurídicos asociados a una fianza o seguro de caución dependen de la complejidad de los procedimientos jurídicos que implica la posible recuperación de las contragarantías, debido al tipo de garantías de recuperación que intervendrán en la operación. Una compañía puede establecer costos jurídicos en términos del tipo de garantías aportadas y dependiendo del tipo de fianza de que se trate.

Es recomendable que los costos jurídicos de esta naturaleza se cobren como parte de la prima de riesgo, ya que tienen una correlación con el valor de las reclamaciones. Es frecuente que en la práctica las compañías cobren los costos jurídicos como parte de los saldos recuperados de las garantías, pero esto no cumple con los principios fundamentales de la prima de cobrar los costos *a priori*. Lo más adecuado es cargar en la misma prima de riesgo el valor esperado de los costos jurídicos asociados a la recuperación de garantías, y que en esta forma queden distribuidos en la mutualidad, salvo en los casos excepcionales en que se trate de una operación de administración de pagos.

Una forma de determinar el valor de los gastos jurídicos es hacerlo en función de un porcentaje  $\theta$  de las reclamaciones pagadas, es decir:

$$GJ = \theta * \left( \sum_{j=1}^n P_j(r) * S_j * \frac{1}{(1+i)^j} \right)$$

De esta manera la compañía afianzadora puede incorporar en la prima de tarifa el costo de los gastos jurídicos, y no tendría que cobrarlos a cada una de las personas que presenten reclamaciones.

Es conveniente manejar el parámetro de costos jurídicos en forma independiente a la prima de riesgos, ya que resulta ser ventajoso al momento de crear reservas y reflejar pasivos en los estados financieros de la compañía afianzadora.

### **El costo de adquisición**

El costo de adquisición se considera vencido en el momento de la suscripción de la póliza. Aunque pueden existir esquemas de cobro de comisiones anuales, dado que la fianza

es un negocio a prima única, no es recomendable que existan esquemas de costos de adquisición anuales, pues carece de sustento debido a que la prima única se paga en el primer año y en los años siguientes de vigencia de la póliza. Lo único que puede pactarse es el cobro de los gastos de administración y margen de utilidad, sobre los cuales no tiene sentido el pago de comisiones. Lo más común es que el costo de adquisición se defina como un porcentaje de la prima de tarifa, por lo que dicho costo se calcula por:

$$CA = \beta * PT$$

En algunos casos el costo de adquisición podrá expresarse en términos de un monto determinado y no como recargo a la prima. Esto se puede hacer cuando la prima de riesgo sea muy pequeña, de manera que definir el costo de adquisición en términos de un porcentaje pueda ser inadecuado.

### El margen de utilidad

La utilidad de una operación de fianzas o de seguros de caución es un parámetro que puede quedar implícito en la tasa utilizada para calcular el costo de financiamiento. En dicha tasa queda expresado de forma implícita el margen de utilidad que quiere tener el inversionista, específicamente en el diferencial (*spread*) que existe entre la tasa supuesta y la tasa de rendimiento que pudiera haber obtenido por sus inversiones. Por lo anterior, el margen de utilidad, visto como un porcentaje de la prima de tarifa, no necesariamente tiene que aplicarse en sustitución a la utilidad supuesta en la tasa de financiamiento  $r$ .

No obstante, si se quisiera incorporar un margen de utilidad en función de la prima, este tendría que ser:

$$U = \mu * PT$$

Eventualmente se puede plantear un esquema de cobros anuales en cuyo caso el costo nivelado anual se puede determinar como:

$$UAN = \frac{\mu * PT}{\sum_{t=0}^{n-1} v^t * f_r(t)}$$

De donde se llega a que la fórmula de prima de tarifa es:

$$PT = \frac{PR + CR + CJ + \sum_{k=0}^{n-1} v^k * GA_k}{1 - \beta - \mu}$$

O bien se puede establecer una prima donde los costos y gastos no se establezcan como un recargo sino como montos absolutos:

$$PT = PR + GJ + CR + CA + GA + U$$

### El margen de riesgo

El margen de riesgo que debe incorporarse a las reservas debe mantener congruencia con el margen de utilidad. La congruencia está en que ambos deben representar el costo de capital asociado a los requerimientos de capital de solvencia que tenga la operación.

En este sentido, el margen de riesgo no deberá ser una cantidad inferior al margen de riesgo, ya que en esos casos la compañía tendría que financiar parte del margen de riesgo que debe constituirse como parte de la reserva.

El margen de utilidad debe basarse en establecer una tasa de recuperación del capital de riesgo implícito en la operación, es decir, si RCS representa el capital de solvencia, entonces, el margen de utilidad debe cumplir la siguiente equivalencia:

$$U = \mu * PT = \sum_{t=0}^T v^t * (r_t - i_t) * RCS_t$$

Donde:

$r_t$ : es la tasa de retorno de capital del año  $t$ .

$i_t$ : es la tasa libre de riesgo del año  $t$ .

Esta fórmula mantiene congruencia con la fórmula de margen de riesgo que se presenta en el capítulo 5, por lo que se puede establecer una forma de relacionar el margen de riesgo y el margen de utilidad.

### **3. RESERVAS TÉCNICAS EN EL CONTEXTO REGULATORIO**

En el contexto regulatorio, a las reservas técnicas de fianzas y de los seguros de caución se les da un tratamiento similar a las reservas de los seguros de daños (patrimoniales), tomando como base la prima no devengada. No obstante, esta forma de estimación de reserva es inapropiada para fianzas y seguros de caución, ya que existen algunos aspectos especiales sobre el comportamiento de los riesgos en los seguros de caución y las fianzas que hacen que un esquema de prima no devengada no sea correcto. El primero de ellos es el hecho de que la prima es un costo de financiamiento, en tanto que la reserva debe ser el monto de recursos necesario para financiar el pago de reclamaciones, lo cual no es equivalente, por lo que no es correcto tomar como base la prima no devengada para la constitución de reservas. El segundo es el hecho de que el comportamiento del riesgo de un contrato de fianza no es uniforme en el tiempo, por lo que no debe aplicarse un devengamiento lineal que es el que comúnmente se utiliza en los métodos de prima no devengada.

En algunos casos, donde la regulación no establece la forma en que deben valuarse las reservas de fianzas o de seguros de caución, queda en manos de la labor actuarial decidir la forma de hacerlo, sin embargo, también en ese ámbito se le da un tratamiento similar al de las reservas de los seguros de daños, lo cual es inapropiado.

Un caso que resulta especialmente interesante es el que plantea el esquema regulatorio mexicano, donde se establece una forma especial de valuación a las reservas de fianzas o de seguros de caución, como se explica a continuación.

#### **3.1. LA RESERVA DE RIESGOS EN CURSO EN LA REGULACIÓN MEXICANA**

Conforme a la regulación mexicana, las reservas de fianzas son esencialmente de dos tipos: la que corresponde a las pólizas en vigor, conocida generalmente como reserva

de riesgos en curso<sup>11</sup>; y una reserva especial tipo catastrófica, denominada en la regulación mexicana "reserva de contingencia".

La regulación mexicana no establece la constitución de reserva de obligaciones pendientes de cumplir, lo cual es una particularidad de dicho marco regulatorio, que obedece a un manejo contable muy particular de las reclamaciones. No ahondaremos en este aspecto, pero lo recomendable desde un punto de vista técnico es que en fianzas también se constituyan las reservas de obligaciones pendientes de cumplir.

En el caso de la reserva de riesgos en curso, esta se constituye bajo un esquema de cálculo a nivel póliza, con base en un parámetro que sirve para estimar el costo futuro de las reclamaciones, denominado índice de reclamaciones pagadas ( $\omega$ ), que se aplica a las sumas aseguradas de las pólizas en vigor y un parámetro  $\omega$ , que sirve para estimar los gastos de administración futuros.

Al respecto, en la disposición 5.15.2. del capítulo 5.15, de la Circular Única de Seguros y Fianzas (CUSF 2017), se indica lo siguiente, respecto del cálculo del parámetro  $\omega$ :

"5.15.2. La constitución, incremento y valuación de la reserva de fianzas en vigor de las instituciones para los contratos de afianzamiento directo se realizará aplicando el siguiente procedimiento:

- I. Para cada ramo, subramo o tipo de fianzas ( $k$ ), conforme a la agrupación establecida en el anexo 5.15.2, se determinarán los índices de proyección de reclamaciones pagadas esperadas futuras, mediante la metodología siguiente:
  - a) Se identificarán y clasificarán los montos afianzados suscritos por cada año de origen  $i$  ( $MAS_i$ ), entendiéndose que un determinado monto afianzado corresponde a un año de origen  $i$ , cuando corresponda a las pólizas de fianzas que iniciaron su vigencia en el año calendario  $i$ .
  - b) Se identificarán y clasificarán los montos brutos de las reclamaciones pagadas por año de origen  $i$ , y año de desarrollo  $j$  ( $R_{i,j}$ ), entendiéndose como año de origen de una reclamación el año calendario en que inició la vigencia de la póliza de la cual proviene dicha reclamación, y por año de desarrollo, el número de años transcurridos desde el año de origen hasta el año calendario en que se pagó esta.
  - c) Se calcularán los factores de proyección de reclamaciones pagadas por año de origen  $i$  y año de desarrollo  $j$  ( $F_{i,j}$ ) como el cociente que resulte de dividir el monto de las reclamaciones pagadas en el año de desarrollo  $j$ , proveniente del año de origen  $i$  ( $R_{i,j}$ ), entre el monto afianzado suscrito en el año de origen  $i$  ( $MAS_i$ ):

$$F_{i,j} = \frac{R_{i,j}}{MAS_i}$$

---

<sup>11</sup> En la regulación mexicana esta reserva es denominada "reserva de fianzas en vigor".



d) Los factores de proyección de reclamaciones a que se refiere el inciso c) anterior se determinarán de manera separada para cada institución que cuente con información oportuna, homogénea, confiable y suficiente, obteniendo de esta manera un conjunto de índices de proyección de reclamaciones que serán utilizados para la simulación de reclamaciones futuras de fianzas, conforme a lo indicado en la fracción II de la presente disposición.

- II. Mediante los factores de proyección de reclamaciones, se realizará la estimación de las reclamaciones futuras de la institución provenientes de cada uno de los años de origen  $i$  y años de desarrollo  $j$ , simulando las reclamaciones futuras  $r_{i,j}$ , como el producto del factor de reclamación elegido aleatoriamente del conjunto de índices de reclamaciones del mercado,  $F_{i,j}^{sim}$ , por el monto afianzado suscrito en el año  $i$ . Esto es:

$$r_{i,j} = F_{i,j}^{sim} * MAS_i$$

Para estos efectos se utilizará la experiencia de reclamaciones de la institución correspondiente a los últimos 10 años de operación. En los casos en que, por el comportamiento particular de las reclamaciones, sea necesario tomar un mayor o menor, la institución deberá solicitar la autorización de la Comisión.

- III. Para cada año de origen, se calculará el valor total de las reclamaciones provenientes de dicho año de origen, como la suma de los valores de las reclamaciones, tanto estimadas como pagadas, en los años de desarrollo  $j$ , provenientes de dicho año de origen:

$$\hat{R}_i = \sum_{j=0}^m R_{i,j} + r_{i,j}$$

- IV. Se dividirá el valor total de las reclamaciones estimadas conforme a la fracción III anterior provenientes de cada año de origen, entre el monto afianzado correspondiente a dicho año de origen, determinando de esta manera el índice de reclamaciones pagadas de cada año de origen  $i$  ( $\omega_i$ ):

$$\omega_i = \frac{\hat{R}_i}{MAS_i}$$

Los índices de reclamaciones pagadas  $\omega_i$  se revisarán durante el primer trimestre de cada año y se actualizarán cuando se observe un cambio significativo en el valor de los mismos.

Los índices de reclamaciones pagadas  $\omega_i$  serán calculados por parte de la Comisión y serán asignados a cada institución durante el primer trimestre de cada año. Estos valores deberán ser proporcionados por las propias instituciones a aquellas instituciones con las cuales tengan contratos de reafianzamiento que cubran responsabilidades de pólizas en vigor, para efectos de que se calcule la reserva de fianzas en vigor de la parte correspondiente al reafianzamiento tomado.

- V. El procedimiento señalado en las fracciones III y IV anteriores se repetirá el número de veces necesario para asegurar que el valor medio estimado del índice de reclamaciones pagadas no difiera en más del 1,0 % de su verdadero valor, con un nivel de confianza del 99,5 %. Con dicha muestra, se estimará, para cada ramo, el índice de reclamaciones pagadas del ramo  $k$  ( $\omega_k$ ) como el valor medio de los índices de reclamaciones pagadas  $\omega_i$  simulados para cada año de origen  $i$ ".

Como puede verse, hasta este punto se define una forma de calcular el parámetro  $\omega$ , denominado "índice de reclamaciones pagadas" y en la fracción VI, de la misma disposición 5.15.2, se indica la aplicación de dicho índice para calcular una cuantía (monto)

que sirve como base para estimar la reserva. A dicha cuantía se le denomina “prima de reserva” (PR). En efecto:

“VI. Se calculará la prima de reserva de cada una de las pólizas  $i$  de afianzamiento directo del ramo  $k$ , que se encuentren en vigor al cierre del mes de que se trate ( $PR_{k,i}$ ), como el producto del monto afianzado de dichas pólizas ( $MA_i$ ), por el índice de reclamaciones pagadas del ramo, subramo o tipo de fianza de que se trate para el ejercicio en cuestión ( $\omega_k$ ), calculado conforme a lo previsto en esta disposición:

$$PR_{k,i} = \omega_k * MA_i$$

Por otra parte, en la fracción VII, de la disposición 5.15.2, se indica la forma en que se calculará el parámetro  $\alpha$ . En efecto:

“VII. Se determinará, con base en la información del mercado, el índice anual de gasto de administración de cada ramo  $k$  ( $\alpha_k$ ), como el porcentaje que resulte de dividir los gastos anuales de administración entre los montos afianzados de pólizas en vigor. El índice anual de gasto de administración será calculado por la Comisión y será asignado a cada institución durante el primer trimestre de cada año”.

Una vez que se define la forma de estimar los parámetros  $\omega$  y  $\alpha$ , se establece la manera en que se debe calcular la reserva dependiendo del tipo de riesgo cubierto. Así, en la fracción VIII de la referida disposición 5.15.2, en el inciso a), se indica lo siguiente:

“VIII. La reserva de fianzas en vigor por cada póliza en vigor  $i$ , correspondiente al ramo, subramo o tipo de fianzas  $k$  ( $RFV_{k,i}$ ), se calculará como se indica a continuación:

a) Para pólizas del ramo de fianzas de fidelidad, o fianzas judiciales que amparen a conductores de vehículos automotores, con vigencia definida menor o igual a un año:

$$RFV_{k,i} = [(PR_{k,i}) + (GA_{k,i})] * FD_{i,t}$$

$$GA_{k,i} = \alpha_k * MA_i$$

Donde:

$FD_{i,t}$  es el factor de devengamiento de la póliza  $i$  al momento de vigencia  $t$ , y

$GA_{k,i}$  es el gasto anual de administración de la póliza  $i$ .

El factor de devengamiento al que se refiere la presente disposición se obtendrá dividiendo el número de días que constituyen el periodo que falta para concluir el plazo de vigencia de la póliza ( $D_{i,T} - D_{i,t}$ ), entre el número total de días que constituyen dicho plazo ( $D_{i,T}$ ):

$$FD_{i,t} = \frac{D_{i,T} - D_{i,t}}{D_{i,T}}$$

En este caso se trata de una forma de devengamiento lineal de la cuantía denominada “prima de reserva”. Esto se debe a que este tipo de fianzas tiene la característica de que las reclamaciones se presentan de manera uniforme en el tiempo de vigencia de

la póliza y, por lo tanto, se puede aceptar el devengamiento lineal para la valoración de la reserva.

En esta misma fracción VIII se establece la forma en que debe calcularse la reserva en el caso de pólizas multianuales, con devengamiento como lo indica en el inciso b) y sin devengamiento como lo indica en el inciso c) para el caso de coberturas donde el riesgo no se distribuye uniformemente en el tiempo y se concentra al final:

“b) Para pólizas del ramo de fianzas de fidelidad, o fianzas judiciales que amparen a conductores de vehículos automotores, con vigencia definida, pero mayor a un año:

La reserva de cada póliza  $i$ , con plazo de vigencia  $m_i$ , que se encuentra en el día  $t$  del año de vigencia  $n_i$ , se calculará con el siguiente procedimiento:

$$RFV_{k,n_i+t} = (m_i - n_i)(PR_{k,i} + GA_{k,i})(1.03)^{n_i-1+\frac{t}{365}} + (PR_{k,i} + GA_{k,i})(1.03)^{n_i-1} * FD_{i,t}$$

$$FD_{i,t} = \frac{365 - t}{365}$$

c) Para las pólizas de los ramos de fianzas judiciales, fianzas administrativas y fianzas de crédito, el monto de la reserva de fianzas en vigor, en el año  $t$  de vigencia de la póliza, se determinará como:

$$RFV_{k,i} = PR_{k,i} + GA_{k,i}”.$$

Este tratamiento que da la regulación mexicana a la reserva de riesgos en curso (reserva de fianzas en vigor), se debe al devengamiento no lineal de algunos riesgos y al hecho de que algunas fianzas no tienen una fecha específica de fin de vigencia, por lo que la reserva no puede estimarse aplicando un devengamiento lineal dentro de un periodo de tiempo específico.

### 3.2. LA RESERVA DE CONTINGENCIA EN LA REGULACIÓN MEXICANA

En fianzas, como en seguros de caución, es recomendable la constitución de una reserva especial que permita a la compañía hacer frente a las pérdidas extraordinarias que puede llegar a enfrentar debido a cúmulos de riesgos y a efectos sistémicos. El efecto sistémico se refiere a crisis económicas a nivel nacional, que producen un aumento extraordinario de las reclamaciones. Por otra parte, se tiene el riesgo de acumulación que se produce cuando se le ha dado a un mismo contratante muchas coberturas, de manera que si ese contratante cae en insolvencia, se producirá un cúmulo importante de reclamaciones para la compañía de seguros.

Para estos casos, tanto el reaseguro como la reserva especial que tenga constituida la compañía deben servir para hacer frente a las pérdidas.

Las reservas especiales en general deben constituirse como un fondo que se va acumulando con aportaciones que corresponden a una parte de las utilidades que vaya teniendo la compañía a lo largo del tiempo y con los intereses que produzca la misma reserva por la inversión. Asimismo, es necesario definir un límite de la reserva que sea congruente con el nivel máximo de pérdidas que se espera que pueda enfrentar la compañía en caso de ocurrir algunos de los escenarios antes descritos (efectos sistémicos o cúmulos). Cuando se produce una pérdida extraordinaria debido a las circunstancias previstas, entonces la compañía puede hacer uso de la reserva o de una parte de ella, y reiniciar su constitución nuevamente.

La reserva de contingencia de fianzas, en el caso de la regulación mexicana, es una reserva especial que se constituye con la finalidad de que sirva para hacer frente a pérdidas extraordinarias derivadas de fenómenos económicos de efecto sistémico. Al respecto la disposición 5.16.2, de la Circular Única de Seguros y Fianzas, establece lo siguiente:

“5.16.2. La reserva de contingencia de fianzas se deberá constituir conforme al siguiente procedimiento:

- I. La reserva de contingencia de fianzas deberá constituirse al momento de que una fianza inicie su vigencia, por un monto equivalente al 15 % de la prima de reserva retenida respectiva.
- II. Al saldo de la reserva de contingencia de fianzas se le adicionarán los productos financieros de la misma. Los respectivos productos financieros serán capitalizables mensualmente.
- III. Para efectos de la determinación del límite de acumulación de la reserva de contingencia de fianzas, se identificará la suma de los requerimientos  $R1_k$  y  $R3_k$  a que se refiere la disposición 6.6.3, para cada uno de los ramos o tipos de fianzas correspondientes a los últimos veinte trimestres de operación de la institución.

Asimismo, se identificará la suma de las desviaciones por reclamaciones esperadas futuras y recuperación de garantías ( $R2_k^*$ ) para cada uno de los ramos o tipos de fianzas, correspondientes a los últimos veinte trimestres de operación de la institución. El valor  $R2_k^*$  se calculará mediante el siguiente procedimiento:

- a) Se tomará como base, para la determinación de parámetros, la estadística de reclamaciones pagadas, montos de garantías recuperadas y montos afianzados de cada una de las instituciones, correspondientes a los últimos diez años de operación.
- b) Se identificarán, para cada ramo o tipo de fianza  $k$ , los montos afianzados suscritos por año de origen  $i$  ( $MAS_i^k$ ), entendiéndose que un monto afianzado proviene de un determinado año de origen, cuando corresponda a las pólizas de fianzas que iniciaron su vigencia en el año calendario identificado con el índice  $i$  (correspondiendo el valor de  $i = 1$  al año calendario más antiguo) y que hayan estado en vigor en dicho año calendario. Se entenderá como

monto afianzado suscrito al monto de responsabilidades asumidas por las instituciones, sin descontar la parte cedida en reafianzamiento.

- c) Se clasificarán, por cada ramo o tipo de fianza  $k$ , los montos brutos de reclamaciones pagadas por año de origen  $i$ , y año de desarrollo  $j$  ( $RP_{ij}^k$ ), entendiendo como año de origen al año calendario, denotado por el índice  $i$  en que inició la vigencia de las pólizas de las cuales provienen dichas reclamaciones, y por años de desarrollo, al número de años transcurridos desde el año calendario en que inició la vigencia de las pólizas a las que correspondan las reclamaciones, hasta el año calendario en que se realiza el pago de estas.
- d) Se calcularán, para cada ramo o tipo de fianza  $k$ , los índices de proyección de reclamaciones pagadas por año de origen y año de desarrollo ( $F_{ij}^k$ ), como el cociente que resulte de dividir el monto de las reclamaciones pagadas en el año de desarrollo  $j$ , proveniente del año de origen  $i$  ( $RP_{ij}^k$ ), entre el monto afianzado suscrito en el año de origen  $i$  ( $MAS_i^k$ ). Esto es:

$$F_{i,j}^k = \frac{RP_{ij}^k}{MAS_i^k}$$

- e) Los índices de proyección de reclamaciones de mercado se determinarán con la información reportada por cada una de las instituciones, obteniendo, para cada periodo de desarrollo  $j$ , un conjunto de índices de proyección ( $F_j^k$ ), los cuales servirán como base para la estimación de las reclamaciones futuras.
- f) Los índices de proyección de reclamaciones de la institución se determinarán con su información reportada, obteniendo, para cada año de origen  $i$  y para cada periodo de desarrollo  $j$ , un conjunto de índices de proyección ( $F_{ij}^{k,Cia}$ ), que servirán como base para la estimación de las reclamaciones futuras. Lo anterior, en el caso de que la institución presente, en al menos 5 años, una participación, en términos de montos afianzados suscritos, superior al 10 % para cada año de origen, en cuyo caso se tomarán los índices de proyección de reclamaciones para cada año de origen que cumpla con dicho criterio.
- g) Para cada ramo o tipo de fianza  $k$ , y año de origen  $i$ , se calcularán factores de credibilidad,  $Cr_i^k$ , a partir de la participación de la institución ( $PCia_i^k$ ), en términos de montos afianzados suscritos, mediante el siguiente procedimiento:

$$Cr_i^k = \begin{cases} 0 & \text{si } PCia_i^k \leq 0,01 \\ 10 * PCia_i^k - 0,1 & \text{si } 0,01 < PCia_i^k \leq 0,1 \\ 0,9 & \text{si } 0,1 < PCia_i^k \end{cases}$$

Donde:

$PCia_i^k$  es la participación de mercado de la institución en términos de montos afianzados suscritos, y se calcula como:

$$PCia_i^k = \frac{MAS_i^{k,cia}}{\sum_{cia} MAS_i^{k,cia}}$$

- h) Con los índices de proyección de reclamaciones señalados en los incisos e) y f) de esta fracción, se simularán las reclamaciones futuras retenidas de la Institución de que se trate, por cada uno de los años de origen  $i$  y años futuros de desarrollo  $j$ ,  $RF_{ij}^k$ , conforme a lo siguiente:

$$RF_{i,j}^k = MAS_i^k * FRET_i^{k,sim} * [sim f_j^k * (1 - Cr_i^k) + sim f_j^{k,Cia} * Cr_i^k]$$

Donde:

$sim_f^k$  es el factor de proyección de reclamaciones, elegido aleatoriamente del conjunto de factores  $\{F_j^k\}$

$sim_f^{k,Cia}$  es el factor de proyección de reclamaciones de la institución, elegido aleatoriamente del conjunto de factores  $\{F_j^{k,Cia}\}$  y

$FRET_i^{k,sim}$  es el factor de retención del año de origen  $i$ , determinado mediante la metodología indicada en el anexo 6.6.4-b.

- i) A partir de las reclamaciones futuras retenidas por cada uno de los años de origen  $i$  y años futuros de desarrollo  $j$ ,  $RF_{i,j}^k$ , se determinarán las reclamaciones futuras retenidas totales, considerando los contratos de reafianzamiento no proporcional que correspondan a los años utilizados en el cálculo, como se indica a continuación:

$$RF_i^k = \begin{cases} \sum_j RF_{i,j}^k, & \text{si } \sum_j RF_{i,j}^k \leq Pr \\ Pr, & \text{si } Pr < \sum_j RF_{i,j}^k \leq Pr + Cap \\ \sum_j RF_{i,j}^k - Cap, & \text{si } Pr + Cap < \sum_j RF_{i,j}^k \end{cases}$$

Donde:

$Pr$  es la prioridad del contrato, y

$Cap$  es la capacidad del contrato;

- j) Se simulará el monto retenido de recuperación de garantías  $FRG_j^k$  para cada uno de los años futuros  $j$ , conforme a la metodología indicada en el anexo 6.6.4-c, utilizando los patrones de recuperación de garantías obtenidos con la experiencia de recuperación de garantías de la propia institución, o conforme a la información del mercado, en caso de que la institución de que se trate no cuente con experiencia propia suficiente.
- k) Las reclamaciones futuras y las recuperaciones futuras, calculadas conforme a los incisos h) y j) de esta fracción, se clasificarán y sumarán por año calendario, considerando los nueve años futuros contados a partir del año de cálculo.
- l) Se calculará el monto total de reclamaciones futuras netas de recuperación de garantías  $RFNT^k$ , para cada ramo o tipo de fianza  $k$ , como la suma de la diferencia positiva que exista, en cada uno de los años futuros, entre los montos de reclamaciones y los montos de recuperación de garantías clasificados y totalizados por años, conforme a lo indicado en el inciso k) de esta fracción:

$$RFNT^k = \sum_t (RF_t^k - FRG_t^k)$$

- m) Las reclamaciones futuras netas totales  $RFNT^k$ , para cada ramo o tipo de fianza  $k$ , se simularán generando una muestra de valores con la que se determinará el valor que corresponda al percentil del 99,5 % de dicha muestra  $[RFNT_{99,5\%}^k]$ . Las simulaciones se realizarán en un número de veces suficiente para asegurar que  $RFNT_{99,5\%}^k$  no tenga un error mayor al 1,0 %.
- n) Una vez determinado el valor del percentil  $RFNT_{99,5\%}^k$ , para cada ramo o tipo de fianza  $k$ , se extraen los valores de la muestra simulada que resultaron ser mayores a este percentil.

- o) Con la muestra extraída de valores extremos conforme a lo indicado en el inciso n) anterior, se obtiene un valor  $RFNT\_EXT^k$  tal que la probabilidad de que se presente una observación mayor a este, dado un escenario desfavorable, es de 0,05 %.
- p) El  $R2_k^*$  se determinará, para cada ramo o tipo de fianza  $k$ , como la diferencia entre el valor  $RFNT\_EXT^k$  determinado en el inciso o) anterior y la reserva de fianzas en vigor que corresponda al ramo o tipo de fianza de que se trate:

$$R2_k^* = RFNT\_EXT^k - RFVR_k$$

Donde:

$RFVR_k$  es la reserva de fianzas en vigor del ramo o tipo de fianza  $k$ , menos los importes recuperables de reaseguro, calculados conforme a lo indicado en la disposición 5.15.4.

- q) El límite de acumulación de la reserva de contingencia de fianzas ( $limRC$ ) se determinará como el máximo entre la suma de los valores  $R1_k$ ,  $R2_k^*$  y  $R3_k$  correspondiente al cierre del trimestre de que se trate y el promedio de las sumas de los valores  $R1_{k,t}$ ,  $R2_{k,t}^*$  y  $R3_{k,t}$  correspondientes a los últimos veinte trimestres de operación de la institución, es decir:

$$limRC = \max \left\{ \sum_k R1_k + R2_k^* + R3_k, \frac{1}{20} \sum_{t=1}^{20} \sum_k (R1_{k,t} + R2_{k,t}^* + R3_{k,t}) \right\}$$

Donde:

$R1_{k,t}$  y  $R3_{k,t}$  se refieren a los requerimientos correspondientes al trimestre  $t$ ;

$R2_{k,t}^*$  se refiere al valor de la desviación correspondiente al trimestre  $t$ ;

$R1_k$  y  $R3_k$  se refieren a los requerimientos correspondientes al cierre del trimestre de que se trate, y

$R2_k^*$  se refiere al valor de la desviación correspondiente al cierre del trimestre de que se trate”.

Como puede observarse, a la reserva de contingencia, dado que es acumulativa, se le pone un límite que se calcula a partir del promedio de las desviaciones de las obligaciones observadas en los últimos 20 trimestres (5 años) de operación. Esto se hace con la finalidad de que el límite de la reserva esté calculado en relación con el valor de las desviaciones estimadas a niveles altos de confianza y que, mediante el promedio, dicho valor sea estable.

Lo más recomendable desde un punto de vista técnico es que se calcule un PML (*Probable Maximum Loss*) como límite, bajo un modelo de riesgos catastrófico. El PML sería el valor estimado de las pérdidas bajo la hipótesis de que se produce un evento sistémico que provoca la elevación del número de reclamaciones.

## 4. MÉTODOS ACTUARIALES DE RESERVAS

Los esquemas regulatorios de reservas proporcionan información sobre la forma en que se constituyen las reservas bajo lineamientos normativos, sin embargo, muchas veces los esquemas normativos están basados en fórmulas empíricas que pueden tener limitaciones.

Los métodos actuariales sirven de base para poder dar un enfoque más adecuado, ya que son desarrollados bajo principios generales y en relación con todos los elementos que caracterizan el riesgo. A continuación, se exponen algunos métodos actuariales de reserva de riesgos en curso, aplicables a fianzas o seguros de caución.

### 4.1. MÉTODO ACTUARIAL DE LA RESERVA DE RIESGOS EN CURSO

El concepto de reserva de riesgos en curso se refiere al valor del pasivo asociado al pago de las obligaciones futuras que provengan de las pólizas que se encuentran en vigor, entendiéndose que una póliza está en vigor cuando no ha vencido el plazo de vigencia de la misma. Normalmente, esta reserva se constituye solo durante el tiempo que las pólizas están en vigor, a pesar de que las reclamaciones pueden retrasarse y presentarse aun después de que las pólizas han terminado su periodo de vigencia. La reserva de riesgos en curso es un monto que normalmente disminuye durante el periodo de vigencia de las pólizas (devengamiento) en función de la forma en que se presentan las reclamaciones durante dicho periodo. La disminución de la reserva es proporcional a la forma en que disminuyen las obligaciones en el tiempo.

Como se mencionó, la reserva de riesgos en curso normalmente consiste en una cuantía que va disminuyendo con el tiempo, debido al devengamiento<sup>12</sup> de las obligaciones derivadas de las pólizas en vigor. La valoración actuarial de la reserva de riesgos en

---

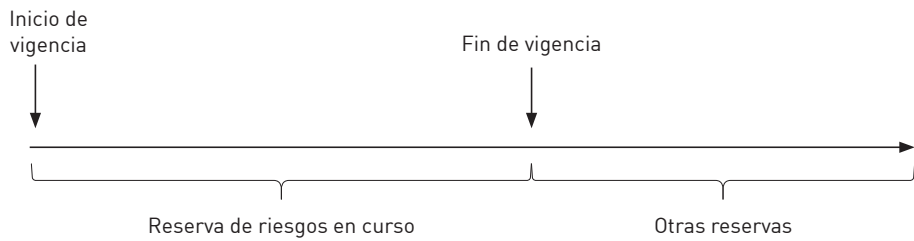
<sup>12</sup> Se entiende por devengamiento a la disminución de las obligaciones en función del tiempo de exposición al riesgo transcurrido de las pólizas en vigor. Se supone que a medida que transcurre el tiempo, las obligaciones futuras estimadas disminuyen en función del tiempo ya transcurrido. La disminución estará en función de la ley de comportamiento de las reclamaciones en el tiempo.



curso tiene una gran utilidad para efectos contables, ya que permite estimar la utilidad o pérdida que tiene una compañía al cierre de un determinado año calendario, con independencia de que la finalización de la vigencia de las pólizas no coincida con el cierre de dicho año calendario.

Una vez que las pólizas dejan de estar en vigor, las obligaciones que quedan todavía por pagar son valoradas como parte de otras reservas, como es la reserva de obligaciones pendientes de cumplir (véase Figura 4.1).

**Figura 4.1**

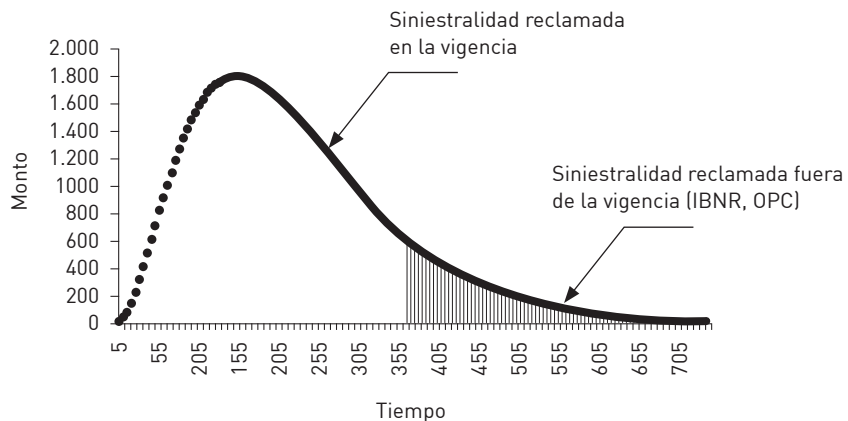


En términos generales, las reclamaciones de una compañía de seguros ocurren a lo largo del tiempo, desde que se suscribe la obligación, hasta un determinado momento en el futuro; sin embargo, se reclaman y se pagan en un plazo que puede ser mayor al tiempo que duran en vigor las pólizas, debido al retraso en el proceso de reclamación por parte de los asegurados. Al total de la siniestralidad que se produce como resultado de la suscripción de un conjunto de pólizas se le conoce como “siniestralidad última”. Una parte de la siniestralidad última se presentará dentro del periodo de vigencia de las pólizas y otra parte puede presentarse fuera de dicho periodo.

La reserva de riesgos en curso debe corresponder al monto estimado de la siniestralidad última, con independencia de que una parte se pague fuera del periodo de vigencia de las pólizas (véase Gráfica 4.1). A medida que se va agotando la vigencia de las pólizas, la reserva de riesgos en curso se va liberando (va disminuyendo), en congruencia con la ocurrencia de las reclamaciones, independientemente de que dichas reclamaciones se presenten y se paguen en el periodo de vigencia.

Es frecuente que aun cuando los siniestros se presentan dentro del periodo de vigencia de las pólizas, las reclamaciones se reciban fuera de dicho periodo, por lo que se han creado mecanismos de reserva complementarios a la reserva de riesgos en curso, como es el caso de la reserva de siniestros pendientes de pago y de la reserva de siniestros ocurridos no reportados.

Gráfica 4.1



Para calcular la reserva de riesgos en curso, es necesario que se estime el valor de la "siniestralidad remanente", entendiéndose como tal la siniestralidad que aún se estima que se presentará en el futuro por el tiempo remanente de vigencia de las pólizas que están en vigor.

Al irse liberando la reserva de riesgos en curso, una parte será utilizada para el pago de reclamaciones en el ejercicio, y otra parte, en su caso, debe destinarse a la reserva de siniestros ocurridos no reportados u obligaciones pendientes de cumplir, para posteriormente ser utilizada en el pago de aquellos siniestros que se reclamarán fuera del periodo de vigencia de las pólizas.

#### 4.2. MÉTODO DE RESERVA BASADO EN DEVENGAMIENTO LINEAL

Comúnmente, cuando un contrato de seguro o de fianza tiene un plazo finito, la reserva de riesgos en curso se calcula como la parte de la prima proporcional al tiempo no transcurrido de vigencia de las pólizas. A este método se le conoce como el método de “prima no devengada”. En este método está implícito el supuesto de que las reclamaciones se presentan con una distribución uniforme en el tiempo, y el supuesto de que la prima de riesgo corresponde al valor esperado de las obligaciones futuras.

En este caso, la reserva de riesgos en curso para una determinada póliza se calcula como:

$$RRC_t = PR * \left( \frac{T - t}{T} \right) \quad (4.2.1)$$

Donde:

$RRC_t$ : la reserva de riesgos en curso en el momento de vigencia  $t$ .

$T$ : el tiempo total que estará vigente la fianza.

$t$ : el tiempo (en días) transcurrido desde el inicio de vigencia de la fianza.

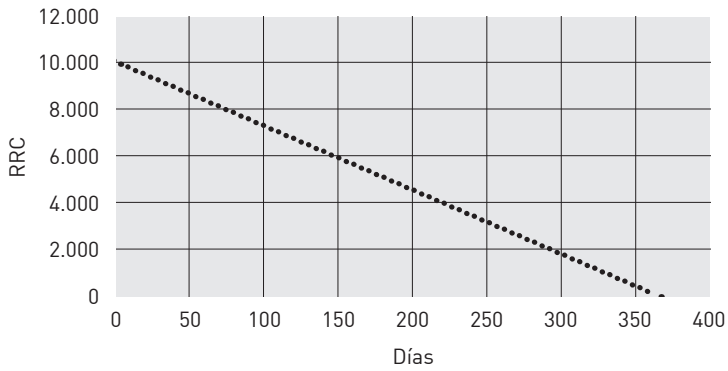
Si la prima de riesgo ha sido calculada a valor presente, con una tasa de descuento anual  $i$ , entonces la forma más correcta de calcular la reserva de riesgos en curso es reconociendo la acumulación de intereses en el tiempo, es decir:

$$RRC_t = PR * (1 + i)^{\frac{1}{365} * (T - t)} \quad (4.2.2)$$

Estas fórmulas son aplicables solo si se cumple el supuesto de distribución uniforme de ocurrencia de siniestros en el tiempo de vigencia de la fianza.

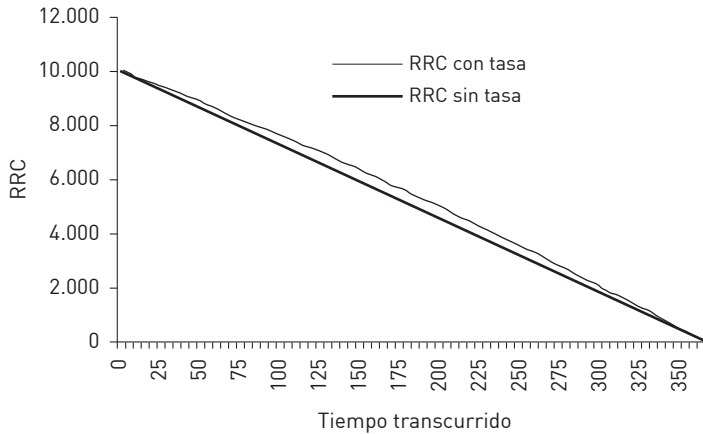
Otro aspecto que resulta esencial en la aplicación de estas fórmulas de cálculo de la reserva de riesgos en curso es que debe existir un periodo de vigencia finito ( $T$ ), ya que de lo contrario resulta difícil calcular el factor de proporcionalidad del tiempo no transcurrido. En el esquema de reserva de riesgos en curso calculada como la prima no devengada, el comportamiento del monto de la reserva en el tiempo de vigencia de la póliza, suponiendo una prima de riesgo de 10.000, sería de la siguiente forma (véase Gráfica 4.2 en la página siguiente).

Gráfica 4.2



Si se toma en cuenta una tasa de interés  $i$ , entonces la reserva es ligeramente superior a la del caso anterior (véase Gráfica 4.3).

Gráfica 4.3



Si la prima de riesgo no fuera un valor aceptable para el cálculo de la reserva, como ocurre con fianzas y seguros de caución, en tal caso debe establecerse cuál es ese valor. Supongamos, como es en el caso de la regulación mexicana, que se ha establecido una cuantía que sirve de base para la constitución de la reserva a nivel póliza,

y llamemos a esa cuantía el valor de la siniestralidad última ( $SU_0$ ), entonces la reserva de riesgos en curso sería:

$$RRC = SU_0 * \left(\frac{T-t}{T}\right)$$

Si por la naturaleza del riesgo, la distribución de siniestros no fuera uniforme en el tiempo, resulta necesario conocer la distribución de la siniestralidad en el tiempo, de manera que la reserva se calcule como la siniestralidad esperada futura, correspondiente al remanente de tiempo que falta por transcurrir. Supongamos que existe una función  $f(t)$  que explica la forma en que ocurren las obligaciones en el tiempo, en ese caso la fórmula de  $RRC$  sería:

$$RRC = SU_0 * f(t)$$

Dicha función podría ser continua, como por ejemplo:

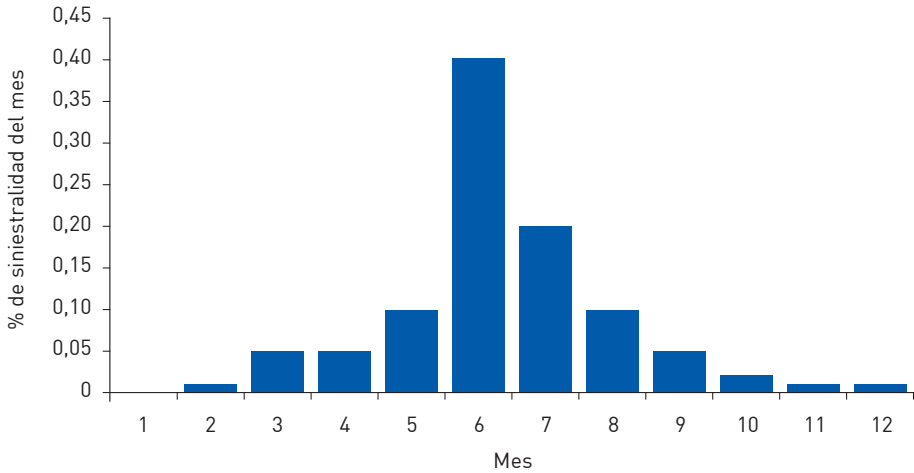
$$RRC = SU_0 * \left(\frac{T-t}{T}\right)^\theta$$

En la práctica resulta más efectivo y práctico que la función que refleja la forma de devengamiento de obligaciones sea dada en forma explícita. Suponga, por ejemplo, que la siniestralidad futura es de tal manera que se distribuirá por mes de vigencia de la siguiente forma:

Mes	% de siniestralidad del mes
1	0
2	1 %
3	5 %
4	5 %
5	10 %
6	40 %
7	20 %
8	10 %
9	5 %
10	2 %
11	1 %
12	1 %

En ese caso el patrón de la siniestralidad no es uniforme ya que se concentra en los meses intermedios de vigencia de la póliza (véase Gráfica 4.4).

**Gráfica 4.4**

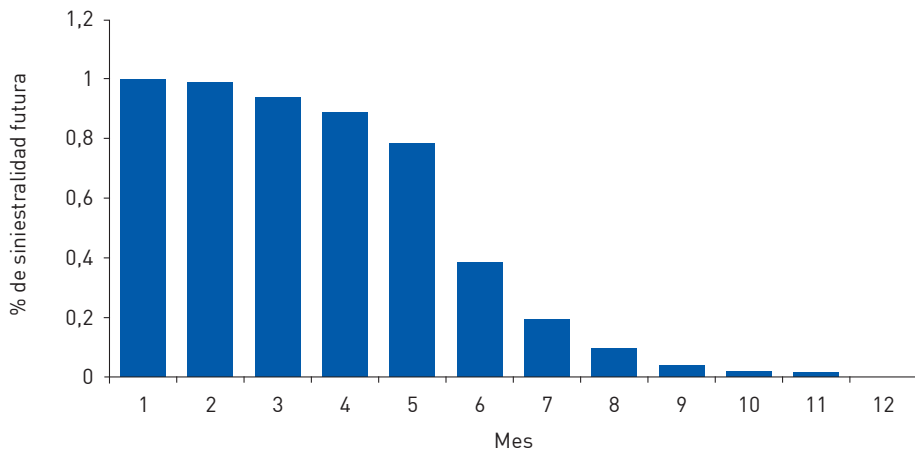


Bajo este patrón de siniestralidad, se puede calcular la siniestralidad futura, como se muestra en la siguiente tabla:

Mes	% de siniestralidad del mes	% de siniestralidad acumulada	% de siniestralidad futura
1	0	0	1
2	1 %	1 %	0,99
3	5 %	6 %	0,94
4	5 %	11 %	0,89
5	10 %	21 %	0,79
6	40 %	61 %	0,39
7	20 %	81 %	0,19
8	10 %	91 %	0,09
9	5 %	96 %	0,04
10	2 %	98 %	0,02
11	1 %	99 %	0,01
12	1 %	100 %	0

En este caso, la RRC que corresponde a la siniestralidad futura tiene el siguiente comportamiento en el periodo de vigencia:

**Gráfica 4.5**



La reserva mantiene un valor que disminuye poco al inicio del tiempo y más rápidamente en los últimos meses al reconocer el comportamiento natural de la siniestralidad.

#### **4.3. METODOLOGÍA BASADA EN EL COMPORTAMIENTO HISTÓRICO DE LAS RECLAMACIONES**

Los métodos de reserva basados en una función de devengamiento son fáciles de aplicar y administrar, ya que se trata de parámetros o factores que deben aplicarse a nivel póliza y que al realizar un programa de cómputo, podrá hacerse una valuación de reservas teniendo disponible la información de las pólizas en vigor. No obstante, esta forma de hacerlo tiene alguna desventaja, ya que presupone que las reclamaciones se reciben y se pagan dentro del periodo de vigencia de las pólizas, de manera que cuando una póliza ha finalizado su vigencia, se presupone que ya no hay obligaciones futuras y la reserva se hace cero. Esto en la realidad no se cumple, ya que muchas reclamaciones se reciben y se pagan con posterioridad a la vigencia.

Existen otros enfoques de reserva que consisten en estimar el monto de obligaciones futuras con independencia de la vigencia de las pólizas, basándose únicamente en el comportamiento esperado de las reclamaciones en el tiempo. En estos casos, no son modelos a nivel póliza sino modelos agregados que se aplican a una cartera o línea de negocios y que permiten predecir el monto de las obligaciones futuras en forma global.

El método que se explica a continuación es un método agregado que presupone la existencia de información estadística agregada de reclamaciones de varios años, a nivel de línea de negocios.

Calcularemos, en primera instancia, la siniestralidad última remanente. Para ello es necesario clasificar la información de siniestralidad de la compañía por año de origen. Mediante tal clasificación se tendrá un arreglo matricial de siniestros que provienen del año  $i$  y que se reclamaron  $j$  años después.

Año de origen	Año de desarrollo					
	0	1	2	...	$n - 1$	$n$
1	$S_{1,0}$	$S_{1,1}$	$S_{1,2}$	...	$S_{1,n-1}$	$S_{1,n}$
2	$S_{2,0}$	$S_{2,1}$	$S_{2,2}$	...	$S_{2,n-1}$	
3	$S_{3,0}$	$S_{3,1}$	$S_{3,2}$	...		
⋮	$S_{4,0}$	$S_{4,1}$	$S_{4,2}$			
$m - 1$	$S_{m-1,0}$	$S_{m-1,1}$				
$m$	$S_{m,0}$					

Donde  $S_{i,j}$  representa el monto de siniestros provenientes del año de origen  $i$  reclamados  $j$  años después.



A partir de esta clasificación, es posible mediante diferentes técnicas, estimar la siniestralidad última remanente que corresponde a las celdas que aparecen sombreadas. Algunos métodos como son<sup>13</sup> “Chain Ladder”, “Ferguson” y “Método de la Razón” permiten determinar el valor de la siniestralidad final para cada año de origen, y a partir de esta, determinar el valor de la siniestralidad remanente de cada uno de esos años que habrá de pagarse en el futuro, entendiéndose que la reserva debe ser la suma de la siniestralidad remanente estimada para cada uno de los años de origen.

La teoría para el cálculo de la siniestralidad última es amplia y se expone de manera muy específica en la literatura actuarial, por lo que no nos extenderemos en este tema. En cambio, explicaremos una técnica simple que permite ejemplificar la forma en que se puede calcular la siniestralidad futura.

Supongamos que se tiene una estadística de reclamaciones clasificadas por año de origen y año de desarrollo (la misma dada en el Ejemplo 2.2).

Año de origen	Monto afianzado suscrito	Año de desarrollo de las reclamaciones						Total de reclamac.
		0	1	2	3	4	5	
1998	100.285.725	220.629	100.286	50.143	10.029	4.011	1.003	386.100
1999	127.875.651	191.813	140.663	102.301	38.363	1.279	1.279	475.697
2000	151.852.663	303.705	136.667	113.889	12.148	4.556		570.966
2001	198.541.278	714.749	168.760	121.110	3.971			1.008.590
2002	210.524.568	442.102	252.629	44.210				738.941
2003	205.278.625	636.364	225.806					862.170
2004	207.845.963	1.060.014						1.060.014
<b>Total</b>								<b>6.187.479</b>

<sup>13</sup> Los métodos para calcular la siniestralidad última, así como su distribución en el periodo de desarrollo, son diversos. Dentro de los más usuales está el método “Chain Ladder”, “Ferguson”, “Método de la Razón”, “Método de Separación” (véase, *Jossack, I. B.; Pollard, J. H.; Zehnwirth, B. Introductory Statistics with Applications in General Insurance*. Cambridge University Press).

Con esa información se pueden generar los factores de siniestralidad por año de origen, respecto de los montos afianzados suscritos:

Año de origen	Monto afianzado suscrito	Año de desarrollo					
		0	1	2	3	4	5
1998	100.285.725	0,0022	0,00100	0,00050	0,0001	0,00004	0,000010
1999	127.875.651	0,0015	0,00110	0,00080	0,0003	0,00001	0,000010
2000	151.852.663	0,0020	0,00090	0,00075	0,00008	0,00003	
2001	198.541.278	0,0036	0,00085	0,00061	0,00002		
2002	210.524.568	0,0021	0,00120	0,00021			
2003	205.278.625	0,0031	0,00110				
2004	207.845.963	0,0051					
<b>Total</b>	$\bar{F}_j =$	<b>0,002800</b>	<b>0,001025</b>	<b>0,000574</b>	<b>0,000125</b>	<b>0,000027</b>	<b>0,000010</b>

Con dichos factores se calculan los factores promedio de siniestralidad futura ( $\bar{F}_j$ ), provenientes de cada uno de los años de operación de la compañía. Es importante hacer notar que en este ejemplo los años 1998 y 1999 ya llegaron al final de su periodo de desarrollo, por lo cual solo sirven como estadística para el cálculo de factores.

Mediante los factores promedio se puede estimar la siniestralidad futura que corresponde a cada una de las celdas vacías, como:

$$\hat{S}_{i,j} = MA_i * \bar{F}_j$$

Año de origen	Monto afianzado suscrito ( $MA_i$ )	Año de desarrollo					
		0	1	2	3	4	5
1998	100.285.725	220.629	100.286	50.143	10.029	4.011	1.003
1999	127.875.651	191.813	140.663	102.301	38.363	1.279	1.279
2000	151.852.663	303.705	136.667	113.889	12.148	4.556	1.519
2001	198.541.278	714.749	168.760	121.110	3.971	5.294	1.985
2002	210.524.568	442.102	252.629	44.210	26.316	5.614	2.105
2003	205.278.625	636.364	225.806	117.830	25.660	5.474	2.053
2004	207.845.963	1.060.014	213.042	119.304	25.981	5.543	2.078

Con ello se puede calcular la siniestralidad final  $SF_i$  y siniestralidad remanente  $SR_i$ , por cada uno de los años de origen  $i$ :

$$SF_i = \sum_{j=0}^5 S_{i,j}$$

$$SR_i = SF_i - \sum_{j=0}^5 SP_{i,j}$$

Donde  $SP_{i,j}$  se refiere a los siniestros ya pagados, que son los que se conocen y aparecen como datos conocidos en la matriz, al momento de realizar la valuación.

Año de origen	Año de desarrollo de reclamaciones pagadas						Siniestralidad final	Siniestralidad remanente
	0	1	2	3	4	5		
1998	220.629	100.286	50.143	10.029	4.011	1.003	386.100	0
1999	191.813	140.663	102.301	38.363	1.279	1.279	475.697	0
2000	303.705	136.667	113.889	12.148	4.556	1.519	572.485	1.519
2001	714.749	168.760	121.110	3.971	5.294	1.985	1.015.870	7.280
2002	442.102	252.629	44.210	26.316	5.614	2.105	772.976	34.035
2003	636.364	225.806	117.830	25.660	5.474	2.053	1.013.187	151.017
2004	1.060.014	213.042	119.304	25.981	5.543	2.078	1.425.962	365.947
								559.797

Finalmente, la reserva de riesgos en curso calculada conforme a este ejemplo es de 559.797, que es la suma de la siniestralidad final remanente de cada año anterior.

#### 4.4. METODOLOGÍA BASADA EN DEVENGAMIENTO NO LINEAL

Hacer cálculos de reserva, conforme al ejemplo dado en la sección anterior, implica contar con información estadística abundante y homogénea, de lo contrario aplicar esa forma de cálculo es poco factible. En la realidad pocas veces se tiene una estadística abundante y homogénea como la que se requiere, por lo que resulta una buena alternativa hacer uso de funciones teóricas de devengamiento de obligaciones basadas en experiencia del mercado como se explica más adelante.

Para la aplicación de estas metodologías se requiere tener una caracterización de los riesgos cubiertos en fianzas y en seguros de caución, que permitan identificar el patrón de comportamiento de las reclamaciones a lo largo del tiempo. A continuación se presentan una serie de fórmulas que están asociadas a patrones de comportamiento de las reclamaciones en función de las características de los riesgos cubiertos en fianzas o seguros de caución.

La caracterización de las fianzas o seguros de caución se debe hacer de la siguiente forma:

- Características por la relación del riesgo con el tiempo:
  1. Los que tienen relación con el tiempo: son aquellos en los que a mayor tiempo de exposición, la probabilidad de ocurrencia del riesgo aumenta (como en fidelidad o judiciales).
  2. Los que no tienen relación con el tiempo: son aquellos en los que a mayor o menor tiempo de exposición, la probabilidad de ocurrencia y el costo esperado del riesgo se mantiene igual (como en obras o servicios).
- Características por la uniformidad del riesgo en el periodo de vigencia de la póliza:
  1. *Uniforme*: cuando las reclamaciones pueden ocurrir en cualquier momento del tiempo de vigencia de la póliza con la misma probabilidad.
  2. *No uniforme*: cuando las reclamaciones pueden ocurrir en diferentes momentos dentro del periodo de vigencia de la póliza con diferente probabilidad.
- Características por la vigencia de la póliza:
  1. *Vigencia finita*: cuando existe una vigencia definida a cuyo vencimiento la póliza puede ser legalmente cancelada.
  2. *Vigencia no finita*: cuando la vigencia debe mantenerse mientras no se cumpla la obligación principal o cuando al final de la vigencia, existe el derecho de prórroga, por lo que la vigencia puede continuar en prórrogas sucesivas.

Una vez que se ha hecho la caracterización del riesgo cubierto, es necesario determinar cuál es la función de devengamiento que es congruente con las características definidas. Asumiendo que se tiene definida la función de devengamiento, la fórmula general de cálculo de la reserva de riesgos en curso sería la siguiente:

$$RRC_t = SU * FD_t^{SU} + GA * FD_t^{GA}$$

Como puede observarse, la fórmula consiste en hacer una estimación de las obligaciones totales de pago de reclamaciones  $SU$  y gastos de administración  $GA$ . Como se vio anteriormente, el monto de la siniestralidad última asociado a las reclamaciones puede ser estimado mediante el índice de reclamaciones, como:

$$SU = \omega * MA$$

Por su parte, también el monto total de los gastos de administración  $GA$ , como se vio anteriormente, se puede calcular como:

$$GA = \alpha * MA$$

Se debe entender que la función de devengamiento permite estimar el monto remanente de las reclamaciones futuras y el monto remanente de los gastos de administración futuros, en congruencia con la forma en que se comportan estas obligaciones en el tiempo.

A continuación se indican las funciones de devengamiento que pueden aplicarse en reservas de fianzas o los seguros de caución, de acuerdo con las características de comportamiento del riesgo cubierto.

1. La función de devengamiento de la  $SU$  y de los gastos de administración en la  $RRC$ , en los casos en que el riesgo es uniforme, y existe un periodo de vigencia finito ( $T$ ) sería:

$$FD_t^{SU} = 1 - \frac{t}{T}$$

$$FD_t^{GA} = 1 - \frac{t}{T}$$

Por lo que la fórmula de cálculo de la  $RRC$ , para una póliza cuyo plazo finito de vigencia es  $T$ , donde ha transcurrido un tiempo de vigencia  $t$ , sería:

$$RRC_t = \omega * MA * \left(1 - \frac{t}{T}\right) + GA * \left(1 - \frac{t}{T}\right)$$

2. La función de devengamiento para el cálculo de la  $RRC$ , en los casos en que el riesgo es uniforme en el tiempo, el periodo de vigencia es finito ( $T$ ), pero la vigencia es prorrogable, con una probabilidad de prórroga  $\beta$ , sería:

$$FD_t^{SU} = \left(1 - \frac{t}{T}\right) * (1 - \beta) + \beta$$

La función de devengamiento del gasto de administración  $FD_t^{GA}$  sería:

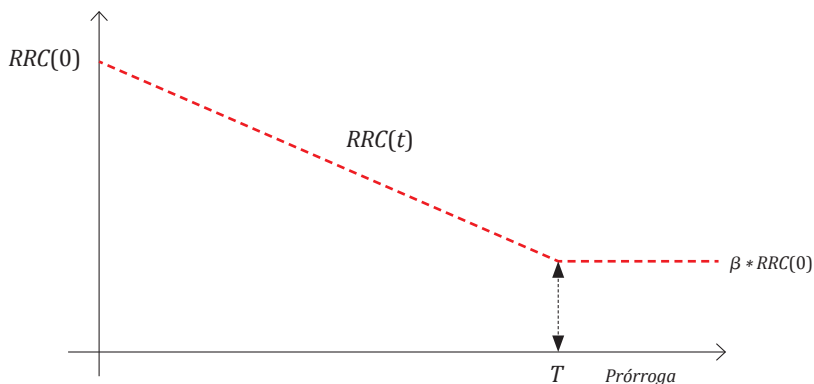
$$FD_t^{GA} = \left(1 - \frac{t}{T}\right) * (1 - \beta) + \beta$$

Por lo que la fórmula de cálculo de la  $RRC$ , para una póliza cuyo plazo finito de vigencia es  $T$ , donde ha transcurrido un tiempo de vigencia  $t$ , sería:

$$RRC_t = \omega * MA * \left[\left(1 - \frac{t}{T}\right) * (1 - \beta) + \beta\right] + GA * \left[\left(1 - \frac{t}{T}\right) * (1 - \beta) + \beta\right]$$

En este caso, el comportamiento que tendrá la reserva en el tiempo será:

Gráfica 4.6



3. La función de devengamiento en la *RRC*, en los casos en que el riesgo no es uniforme, el periodo de vigencia es finito ( $T$ ) no prorrogable, y se espera que las reclamaciones inicien a partir del momento  $t_1$ , sería:

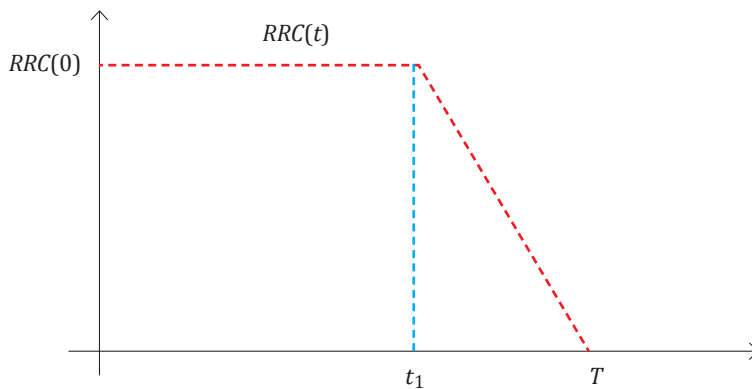
$$FD_t = \begin{cases} 1 & \text{si } t \leq t_1 \\ \left(1 - \frac{t - t_1}{T - t_1}\right) & \text{si } t_1 < t \leq T \end{cases}$$

La función de devengamiento del gasto de administración  $FD_t^{GA}$  es:

$$FD_t^{GA} = \left(1 - \frac{t}{T}\right)$$

En este caso, el comportamiento que tendrá la reserva en el tiempo será:

Gráfica 4.7



4. La función de devengamiento de la *RRC*, en los casos en que el riesgo no es uniforme, el periodo de vigencia es finito ( $T$ ) prorrogable, y se espera que las reclamaciones inicien a partir del momento  $t_1$ , sería:

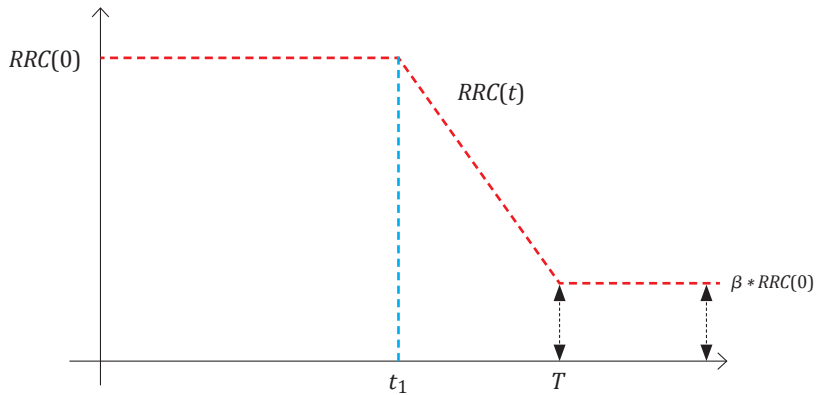
$$FD_t = \begin{cases} 1 & \text{si } t < t_1 \\ \left(1 - \frac{t - t_1}{T - t_1}\right) * (1 - \beta) + \beta & \text{si } t_1 < t \end{cases}$$

La función de devengamiento del gasto de administración  $FD_t^{GA}$  sería:

$$FD_t^{GA} = \left(1 - \frac{t}{T}\right) * (1 - \beta) + \beta$$

En este caso, el comportamiento que tendrá la reserva en el tiempo será:

Gráfica 4.8



Si se utilizan las funciones de devengamiento, se puede hacer la estimación de reservas aplicando dichas funciones en congruencia con las características y plazos de cada póliza, superando con ello el problema de la falta de homogeneidad que se presenta cuando se hace una valuación en forma agregada, como ocurre con los métodos basados en triángulos.



## 5. RESERVAS BAJO EL ENFOQUE DE SOLVENCIA II

### 5.1. EL CONCEPTO DE RESERVA BAJO EL ENFOQUE DE SOLVENCIA II

Solvencia II es el nombre del esquema regulatorio de solvencia adoptado por la Comunidad Económica Europea, que consiste en una serie de principios que establecen, entre otras cosas, una forma de valorar las reservas con base en el concepto de “valor de mercado”. En este nuevo enfoque de reservas existen algunos conceptos como es el de mejor estimación (BEL) y margen de riesgo (MR), que requieren algunos replanteamientos de los métodos actuariales que tradicionalmente se utilizaban en reserva.

Al respecto, la Directiva Europea de Solvencia II establece lo siguiente:

En los considerandos se indica:

- (54) El cálculo de las provisiones técnicas debe ser acorde con la valoración de los activos y de los demás pasivos, ser coherente con el mercado y ajustarse a la evolución internacional en materia de contabilidad y supervisión.
- (55) El valor de las provisiones técnicas debe corresponder, por tanto, al importe que una empresa de seguros o de reaseguros tendría que pagar si transfiriera de manera inmediata todas sus obligaciones y derechos contractuales a otra entidad. Por consiguiente, el valor de las provisiones técnicas debe corresponder al importe que otra empresa de seguros o de reaseguros (la empresa de referencia) previsiblemente necesitaría para poder asumir y cumplir las obligaciones subyacentes de seguro y reaseguro. La cuantía de las provisiones técnicas ha de reflejar las características de la cartera de seguros subyacente. En consecuencia, en su cálculo únicamente conviene utilizar información específica de la empresa, como la información respecto de la gestión de siniestros y los gastos correspondientes, en la medida en que esa información permita a las empresas de seguros y de reaseguros reflejar mejor las características de la cartera de seguros subyacente.
- (56) Las hipótesis relativas a la empresa de referencia de la que se espera que asuma y cumpla las obligaciones subyacentes de seguros y reaseguros deben armonizarse en toda la Comunidad. En particular, las hipótesis relativas a la empresa de referencia que determinan si se deben tener en cuenta o no, y en qué medida, los efectos de diversificación en el cálculo del margen de riesgo deben analizarse como parte de la evaluación de impacto de las medidas de ejecución y han de armonizarse a escala comunitaria.
- (57) A efectos del cálculo de las provisiones técnicas, se debe permitir aplicar interpolaciones y extrapolaciones razonables a partir de valores de mercado directamente observables.
- (58) Es necesario que el valor actual esperado de los compromisos contraídos en virtud de los seguros se calcule a partir de información actual y fiable y de hipótesis realistas, teniendo en cuenta las garantías financieras y las opciones de los contratos de seguro o reaseguro, para obtener una valoración económica de las obligaciones de seguro o de reaseguro. Resulta oportuno exigir la utilización de metodologías actuariales eficaces y armonizadas.

(59) Atendiendo a la situación específica de las pequeñas y medianas empresas, procede prever métodos simplificados para el cálculo de las provisiones técnicas.

En los artículos de la Directiva se indica:

*Artículo 77*  
**Cálculo de las provisiones técnicas**

1. El valor de las provisiones técnicas será igual a la suma de la mejor estimación y de un margen de riesgo, con arreglo a lo previsto en los apartados 2 y 3.
2. La mejor estimación se corresponderá con la media de los flujos de caja futuros ponderada por su probabilidad, teniendo en cuenta el valor temporal del dinero (valor actual esperado de los flujos de caja futuros) mediante la aplicación de la pertinente estructura temporal de tipos de interés sin riesgo.

El cálculo de la mejor estimación se basará en información actualizada y fiable y en hipótesis realistas y se realizará con arreglo a métodos actuariales estadísticos que sean adecuados, aplicables y pertinentes.

La proyección de flujos de caja utilizada en el cálculo de la mejor estimación tendrá en cuenta la totalidad de las entradas y salidas de caja necesarias para liquidar las obligaciones de seguro y reaseguro durante todo su periodo de vigencia.

La mejor estimación se calculará en términos brutos, sin deducir los importes recuperables procedentes de los contratos de reaseguro y de las entidades con cometido especial. Dichos importes se calcularán por separado, de conformidad con el artículo 81.

3. El margen de riesgo será tal que se garantice que el valor de las provisiones técnicas sea equivalente al importe que las empresas de seguros y de reaseguros previsiblemente necesitarían para poder asumir y cumplir las obligaciones de seguro y reaseguro.
4. Las empresas de seguros y de reaseguros calcularán la mejor estimación y el margen de riesgo por separado.

No obstante, cuando los flujos de caja futuros asociados a las obligaciones de seguro o reaseguro puedan replicarse con fiabilidad utilizando instrumentos financieros en los que se pueda observar un valor de mercado fiable, el valor de las provisiones técnicas asociadas con esos flujos de caja futuros se determinará a partir del valor de mercado de dichos instrumentos financieros. En tal caso, no será necesario calcular por separado la mejor estimación y el margen de riesgo.

5. En el supuesto de que las empresas de seguros y de reaseguros calculen la mejor estimación y el margen de riesgo por separado, el margen de riesgo será igual al coste de financiación de un importe de fondos propios admisibles igual al capital de solvencia obligatorio necesario para asumir las obligaciones de seguro y reaseguro durante su periodo de vigencia.

La tasa utilizada para determinar el coste financiero del citado importe de fondos propios admisibles (tasa de coste del capital) será la misma para todas las empresas de seguros y de reaseguros y se revisará periódicamente.

La tasa de coste del capital empleada será igual al tipo adicional, por encima del tipo de interés sin riesgo pertinente, que tendría que satisfacer una empresa de seguros o de reaseguros por mantener un importe de fondos propios admisibles, con arreglo a lo previsto en la sección 3, igual al capital de solvencia obligatorio necesario para asumir las obligaciones de seguro y de reaseguro durante el periodo de vigencia de las mismas.

Como se observa en la Directiva Europea, el esquema regulatorio de Solvencia II contempla la necesidad de estimar dos conceptos fundamentales que componen las reservas:

1. El BEL (Best Estimate of Liabilities), que corresponde al valor medio de los flujos netos de obligaciones futuras.
2. El MR (margen de riesgo), que corresponde al costo de capital regulatorio.

En este sentido, las reservas quedan definidas como:

$$\text{Reserva} = \text{BEL} + \text{MR}$$

Por ello, es necesario que las metodologías de reservas de fianzas y de seguros de caución se enfoquen en la forma de calcular el *BEL* y el *MR* de cada una de las líneas de negocios que tenga una compañía.

Esta fórmula tiene algunos aspectos técnicos que dificultan la aplicación simple de modelos determinísticos. En el caso del *BEL*, los modelos determinísticos explicados en el capítulo anterior pueden ser apropiados, sin embargo, para calcular el margen de riesgo es necesario contar con procedimientos actuariales un poco más complejos.

Por lo anterior, en las siguientes secciones se hacen planteamientos sobre la forma en que actuarialmente se puede calcular el *BEL* y el margen de riesgo de las reservas de los seguros de caución y de las fianzas.

## **5.2. LAS METODOLOGÍAS DE RESERVA BAJO EL ENFOQUE DE SOLVENCIA II**

Como se vio anteriormente, para el cálculo de las reservas bajo el enfoque de Solvencia II, es necesario establecer una forma de calcular el *BEL* y el *MR*. En lo relacionado con el *BEL*, Solvencia II establece que debe corresponder al valor medio de las obligaciones futuras netas, sin incluir márgenes prudenciales. En ese sentido, se requiere hacer una estimación de los flujos de obligaciones futuras de la compañía correspondiente al pago de gastos y reclamaciones futuras que se derivarán de los riesgos cubiertos en los contratos de seguros, descontados a la tasa libre de riesgo.

Teóricamente, si representamos con  $X$  el valor de los flujos futuros de reclamaciones, entonces:

$$X = \sum_t v^t * F_t$$
$$v^t = \frac{1}{(1 + i_t)^t}$$

$i_t$ : es la tasa libre de riesgo asociada al tiempo  $t$ .

$F_t$ : es el monto del flujo asociado al tiempo  $t$ .

Como puede observarse,  $X$  es una variable aleatoria, ya que el valor que pueden tener los flujos futuros de reclamaciones es incierto. Si se conoce la ley de comportamiento de la variable aleatoria, el  $BEL$  puede ser calculado como el valor esperado de la variable  $X$ :

$$BEL = E(X)$$

En la realidad, muy pocas veces se conocerá con precisión el valor de la función de distribución de  $X$ , y en lugar de ello, lo que se hace regularmente es una simulación de los valores que pueden tener los flujos anuales, de manera que con dicha simulación se tiene un valor  $X_i$  para cada escenario  $i$ , de tal forma que con la simulación se obtiene un conjunto o muestra de valores  $\{X_i\}$ . Ese conjunto de valores constituye una estadística de los valores que pueden llegar a tener las obligaciones futuras, por lo que el valor esperado o valor medio, siempre que el número de escenarios ( $N$ ) sea lo suficientemente grande, se puede calcular como:

$$BEL = \lim_{N \rightarrow \infty} \left( \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N X_i \right)$$

Con:

$$X_i = \sum_t v^t * F_{i,t}$$

Por otra parte, se cuenta con el valor del  $RCS$ , se puede calcular el margen de riesgo mediante la siguiente fórmula que se explicará con detalle más adelante:

$$MR = (r - i) * \sum_{t=1}^T v^t * RCS_t$$

O bien:

$$MR = (r - i) * RCS * Duración$$

Como puede observarse, en la fórmula planteada, para poder calcular el  $BEL$ , existe la necesidad de encontrar alguna forma de simular los flujos anuales de obligaciones futuras, por lo que en adelante nos centraremos en explicar algunas formas de hacerlo.

El cálculo de los flujos anuales de obligaciones futuras puede hacerse identificando los ingresos y egresos futuros que tendrá la compañía. Los componentes más comunes de los flujos futuros, en lo que respecta a egresos, son: reclamaciones, costos de adquisición, gastos de administración, valores de rescates, dividendos. En lo que respecta a ingresos, los flujos son primas futuras.

A continuación, se mostrarán algunas metodologías para calcular el  $BEL$  y el  $MR$ , analizando las ventajas y desventajas que tienen.

### 5.2.1. Cálculo del BEL mediante métodos determinísticos

El BEL de las fianzas o de los seguros de caución puede hacerse mediante metodologías determinísticas como las que fueron mostradas en el capítulo 4, lo cual permite un cálculo muy simple de dicho concepto, bajo las diversas fórmulas de devengamiento que se indicaron. Si se calcula el valor de la siniestralidad esperada  $SU$  y del gasto de administración  $GA$ , al inicio de vigencia de una determinada póliza, y se tiene la función de devengamiento  $FD_t^{SU}$ , de los siniestros y de los gastos,  $FD_t^{GA}$ , entonces el  $BEL$  puede calcularse en forma determinística como:

$$BEL_t = SU * FD_t^{SU} + GA * FD_t^{GA}$$

La metodología determinística nos proporciona directamente el valor medio de las obligaciones futuras sin tener la necesidad de hacer ninguna simulación de los flujos de obligaciones futuras. La desventaja de hacerlo de esa forma es que al no tener una estadística de los distintos valores que pueden tener las obligaciones futuras, se tienen algunas limitaciones para calcular el margen de riesgo.

No obstante, también existen algunas fórmulas determinísticas que permiten calcular el margen de riesgo.

Asimismo, algunas veces existen parámetros de mercado publicados por los organismos reguladores, mediante los cuales se puede hacer un cálculo proxi (simplificado) del margen de riesgo, sin tener que hacer simulación de escenarios de obligaciones futuras.

Un ejemplo de esto es el caso del esquema regulatorio mexicano, en donde es posible calcular el *BEL*, el *MR* y el *VaR(X)* asociados a la reserva de riesgos en curso, en forma determinística mediante parámetros de mercado. Para estos efectos existe una tabla publicada con los parámetros de mercado que es la siguiente:

<b>Información de mercado para el cálculo de la reserva de riesgos en curso de los seguros de corto plazo y su correspondiente margen de riesgo</b>				
<b>Ramo/tipo</b>	<b>Información de mercado</b>			
	$FS_{BEL}^{RRC}$	$FD_{99.5}^{RRC}$	Porcentaje de gasto de administración	Duración
Vida corto plazo	57.74 %	83.73 %	6.75 %	1.63
Gastos médicos	76.42 %	98.64 %	6.16 %	1.63
Accidentes personales	26.32 %	62.40 %	9.81 %	1.90
Responsabilidad civil	37.75 %	141.83 %	8.47%	2.70
Marítimo y transportes	68.14 %	136.86 %	8.79 %	2.06
Incendio	70.62 %	325.92 %	5.07 %	1.80
Agrícola y de animales	84.90 %	329.31 %	13.55 %	1.62
Automóviles	68.70 %	101.14 %	4.84 %	1.59
Crédito	71.97 %	205.33 %	18.60 %	2.51
Diversos	70.49 %	181.30 %	8.14 %	2.98

Nota: Las cifras aparecen como fueron publicadas, en notación decimal anglosajona donde el punto separa los decimales.

Mediante estos factores se puede calcular el monto del  $BEL$ , el  $Var(X)$  y el  $MR$ , sin tener que hacer simulaciones. Si la póliza es de vigencia  $T$  y se encuentra en el día  $t$ , la reserva es:

$$BEL_t = PT * FS_{BEL}^{RRC} * \frac{T-t}{T} + GA * FD_t^{GA} * \frac{T-t}{T}$$

De cualquier forma, calcular el  $BEL$  y el  $MR$  con métodos determinísticos basados en parámetros de mercado es útil para aquellas compañías que no tienen información estadística, sin embargo, para una compañía que quiere tener un método propio que tome en cuenta su experiencia, los métodos determinísticos no son recomendables.

### 5.2.2. Cálculo del BEL basado en simulaciones

Los métodos estocásticos que consisten en la simulación de escenarios de los posibles valores que pueden llegar a tener las obligaciones futuras son diversos. A continuación, se expone una metodología básica con la finalidad de ilustrar la forma de hacerlo.

La metodología que se muestra más adelante consiste en simular el monto bruto de obligaciones futuras que pueden provenir de una cartera que tiene varios años de operaciones y que se espera que en los años futuros se reciban reclamaciones provenientes de los años de operación pasados.

Supondremos que las reclamaciones provenientes de una cartera de pólizas suscritas en un determinado año se pagan durante un periodo que puede llegar a durar varios años contados desde el año en que se suscribieron los contratos, llamado periodo de desarrollo o Run Off.

Se define el año de origen como el año en el que se suscribió la póliza ( $i$ ), y el año de desarrollo ( $j$ ), como el año en el que se pagó o se registró cualquier siniestro proveniente de esas pólizas, de manera que con esa definición se genera una matriz de valores donde la parte inferior de la matriz (por debajo de la diagonal) corresponde a los valores de las reclamaciones futuras, como se muestra en el Ejemplo 5.1.

### Ejemplo 5.1

Año	Prima emitida	Periodo de reclamaciones Run Off								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
2003	174.850.316	108.407.196	15.736.528	6.994.013	8.742.516	5.245.509	524.551	1.223.952	524.551	87.425
2004	196.909.658	129.960.374	43.320.125	9.845.483	6.498.019	5.513.470	2.756.735	1.181.458	0	94.467
2005	225.630.307	135.378.184	40.613.455	6.768.909	5.866.388	2.256.303	1.579.412	902.521	0	56.889
2006	214.307.733	150.015.413	53.576.933	19.287.696	428.615	2.357.385	1.071.539	584.262	29.213	29.213
2007	174.271.455	132.446.305	8.713.573	6.970.858	3.485.429	871.357	620.180	103.363	144.709	41.345
2008	129.639.537	92.044.071	22.038.721	2.592.791	5.185.581	1.471.594	1.471.594	919.747	202.344	73.580
2009	140.298.477	95.402.964	18.238.802	11.223.878	3.080.142	616.028	154.007	770.036	92.404	107.805
2010	211.875.921	169.500.737	42.375.184	9.539.497	0	1.090.228	817.671	272.557	272.557	136.279
2011	1.254.758.000	991.258.820	0	82.516.945	24.755.083	825.169	3.300.678	0	247.551	495.102

La parte inferior de la matriz son montos que deben ser estimados en tanto que la parte superior de la diagonal corresponde a valores que son conocidos de reclamaciones ya pagadas.

Supongamos que se tienen  $n$  años de operación durante los cuales se tiene información estadística de los montos de reclamaciones, y que nos encontramos al final del año  $i = n$ , de manera que las reclamaciones futuras provenientes del año  $n$  serán:

$$RF_n = R_{n,2} + R_{n,3} + R_{n,4} + \dots + R_{n,n} = \sum_{j=2}^n R_{n,j}$$

Las reclamaciones futuras provenientes del año inmediato anterior ( $n - 1$ ) serán:

$$RF_{n-1} = R_{n-1,3} + R_{n-1,4} + R_{n-1,5} + \dots + R_{n-1,n} = \sum_{j=3}^n R_{n-1,j}$$

Las reclamaciones futuras provenientes del año  $n - 2$  serán:

$$RF_{n-2} = R_{n-2,4} + R_{n-2,5} + R_{n-2,6} + \dots + R_{n-2,n} = \sum_{j=4}^n R_{n-2,j}$$



Las reclamaciones futuras provenientes del año de origen  $2 = n - (n - 2)$  serán:

$$RF_{n-(n-2)} = \sum_{j=n}^n R_{2,j}$$

Finalmente, las reclamaciones futuras provenientes del año de origen 1 serán 0.

Las reclamaciones futuras totales provenientes de todos los años de origen  $i$  serán:

$$RFT = \sum_{i=1}^n RF_i$$

Existe la necesidad de organizar las reclamaciones futuras por año calendario, con la finalidad de identificar lo que se pagará en cada año futuro y traer ese monto a valor presente. Para ello se puede observar que al estar en el año  $n$ , las reclamaciones que se presentarán en el año siguiente (en el año  $n + 1$ ) serán:

$$RF_{n+1} = R_{n,1} + R_{n-1,2} + R_{n-2,3} + \dots + R_{n-(n-1),n}$$

Las que se pagarán en el año  $n + 2$  serán:

$$RF_{n+2} = R_{n,2} + R_{n-1,3} + R_{n-2,4} + \dots + R_{n-(n-2),n}$$

Así, sucesivamente, hasta el año  $n + n$ , donde el monto de reclamaciones futuras será  $R_{n,n}$ .

Los montos clasificados por año de pago podrán traerse a valor presente, con lo que el valor presente de las reclamaciones futuras totales será:

$$RFT = \sum_{t=1}^n v^t * RF_{n+t}$$

## Ejemplo 5.2

Al tomar como base el Ejemplo 5.1, se supone que se ha hecho una simulación de siniestros futuros con los siguientes valores:

Prima emitida	Periodo de reclamaciones Run Off									Reclamac. Futuras
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
174.850.316	108.407.196	15.736.528	6.994.013	8.742.516	5.245.509	524.551	1.223.952	524.551	87.425	0
196.909.658	129.960.374	43.320.125	9.845.483	6.498.019	5.513.470	2.756.735	1.181.458	0	94.467	94.467
225.630.307	135.378.184	40.613.455	6.768.909	5.866.388	2.256.303	1.579.412	902.521	0	56.889	56.889
214.307.733	150.015.413	53.576.933	19.287.696	428.615	2.357.385	1.071.539	584.262	29.213	29.213	642.688
174.271.455	132.446.305	8.713.573	6.970.858	3.485.429	871.357	620.180	103.363	144.709	41.345	909.598
129.639.537	92.044.071	22.038.721	2.592.791	5.185.581	1.471.594	1.471.594	919.747	202.344	73.580	4.138.860
140.298.477	95.402.964	18.238.802	11.223.878	3.080.142	616.028	154.007	770.036	92.404	107.805	4.820.423
211.875.921	169.500.737	42.375.184	9.539.497	0	1.090.228	817.671	272.557	272.557	136.279	12.128.789
1.254.758.000	991.258.820	0	82.516.945	24.755.083	825.169	3.300.678	0	247.551	495.102	112.140.528
										134.932.240

Si identificamos los montos que conforman cada una de las diagonales, los montos que se pagarán en cada uno de los años futuros serán:

Año	Monto de reclamaciones
2012	15.390.142
2013	84.794.033
2014	27.092.987
2015	2.656.566
2016	3.739.219
2017	380.362
2018	383.829
2019	495.102
<b>Total</b>	<b>134.932.240</b>

Algunos de los citados métodos conocidos como "Loss Reserving Methods", mediante los cuales se puede hacer la estimación de las reclamaciones futuras, son determinísticos, es decir, se trata de métodos que arrojan un único resultado, lo cual sería una forma inadecuada de hacer una estimación con el enfoque de Solvencia II, ya que bajo este enfoque se deben modelar los diversos escenarios de comportamiento de las obligaciones

futuras, para conocer los valores que pueden alcanzar las obligaciones ante diversos escenarios de comportamiento de las reclamaciones, con el objeto de determinar en forma confiable el valor esperado de las mismas y conocer, asimismo, los márgenes de variación que dicha estimación puede tener, con la finalidad de tomar en cuenta dichos márgenes de variación para hacer la estimación del *BEL*, el *MR* y el *RCS*.

En ese sentido, lo adecuado es idear la forma de hacer, mediante una simulación, un cálculo que permita simular el valor que pueden tener las reclamaciones futuras ante un gran número de escenarios de comportamiento de las mismas. A continuación, se da un ejemplo en el que se muestran los valores que pueden llegar a tener las reclamaciones futuras en tres escenarios.

### Ejemplo 5.3

Prima emitida	Periodo de Reclamaciones Run Off									Reclamac. Futuras
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
174.850.316	108.407.196	15.736.528	6.994.013	8.742.516	5.245.509	524.551	1.223.952	524.551	87.425	0
196.909.658	129.960.374	43.320.125	9.845.483	6.498.019	5.513.470	2.756.735	1.181.458	0	94.467	94.467
225.630.307	135.378.184	40.613.455	6.768.909	5.866.388	2.256.303	1.579.412	902.521	0	56.889	56.889
214.307.733	150.015.413	53.576.933	19.287.696	428.615	2.357.385	1.071.539	584.262	29.213	29.213	642.688
174.271.455	132.446.305	8.713.573	6.970.858	3.485.429	871.357	620.180	103.363	144.709	41.345	909.598
129.639.537	92.044.071	22.038.721	2.592.791	5.185.581	1.471.594	1.471.594	919.747	202.344	73.580	4.138.860
140.298.477	95.402.964	18.238.802	11.223.878	3.080.142	616.028	154.007	770.036	92.404	107.805	4.820.423
211.875.921	169.500.737	42.375.184	9.539.497	0	1.090.228	817.671	272.557	272.557	136.279	12.128.789
1.254.758.000	991.258.820	0	82.516.945	24.755.083	825.169	3.300.678	0	247.551	495.102	112.140.528
										134.932.240

Año	Prima emitida	Periodo de Reclamaciones Run Off									Reclamac. Futuras
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
2003	174.850.316	108.407.196	15.736.528	6.994.013	8.742.516	5.245.509	524.551	1.223.952	524.551	87.425	0
2004	196.909.658	129.960.374	43.320.125	9.845.483	6.498.019	5.513.470	2.756.735	1.181.458	0	94.467	94.467
2005	225.630.307	135.378.184	40.613.455	6.768.909	5.866.388	2.256.303	1.579.412	902.521	113.778	99.556	213.334
2006	214.307.733	150.015.413	53.576.933	19.287.696	428.615	2.357.385	1.071.539	292.131	175.279	58.426	525.836
2007	174.271.455	132.446.305	8.713.573	6.970.858	3.485.429	871.357	413.453	413.453	144.709	82.691	1.054.306
2008	129.639.537	92.044.071	22.038.721	2.592.791	5.185.581	2.575.290	1.103.696	919.747	312.714	165.554	5.077.001
2009	140.298.477	95.402.964	18.238.802	11.223.878	1.540.071	2.002.093	308.014	770.036	184.809	61.603	4.866.625
2010	211.875.921	169.500.737	42.375.184	9.539.497	5.451.141	2.044.178	953.950	681.393	163.534	109.023	18.942.715
2011	1.254.758.000	991.258.820	165.033.889	16.503.389	8.251.694	9.902.033	3.300.678	4.125.847	907.686	825.169	208.850.387
										239.624.671	

Año	Prima emitida	Periodo de Reclamaciones Run Off									Reclamac. Futuras
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
2003	174.850.316	108.407.196	15.736.528	6.994.013	8.742.516	5.245.509	524.551	1.223.952	524.551	87.425	0
2004	196.909.658	129.960.374	43.320.125	9.845.483	6.498.019	5.513.470	2.756.735	1.181.458	0	165.316	165.316
2005	225.630.307	135.378.184	40.613.455	6.768.909	5.866.388	2.256.303	1.579.412	902.521	28.445	113.778	142.223
2006	214.307.733	150.015.413	53.576.933	19.287.696	428.615	2.357.385	1.071.539	438.197	204.492	116.852	759.541
2007	174.271.455	132.446.305	8.713.573	6.970.858	3.485.429	871.357	103.363	103.363	144.709	82.691	434.126
2008	129.639.537	92.044.071	22.038.721	2.592.791	5.185.581	1.655.544	1.655.544	183.949	183.949	183.949	3.862.936
2009	140.298.477	95.402.964	18.238.802	11.223.878	0	2.002.093	1.078.050	616.028	107.805	138.606	3.942.582
2010	211.875.921	169.500.737	42.375.184	9.539.497	0	681.393	408.836	545.114	81.767	109.023	11.365.629
2011	1.254.758.000	991.258.820	33.006.778	41.258.472	41.258.472	4.125.847	6.601.356	2.475.508	577.619	0	129.304.052
											149.976.405

Nota: en las tres matrices se muestra la forma en que pueden simularse diferentes escenarios de siniestralidad futura.

Como puede observarse, cada escenario nos da un valor posible de las reclamaciones futuras, de manera que si se simula un gran número de escenarios, tendremos una estadística de los valores que podrían llegar a tener las reclamaciones futuras. Partiendo de que se ha realizado la simulación de las reclamaciones futuras bajo un gran número de escenarios, en cada uno de ellos se clasifican las reclamaciones futuras por año de desarrollo, con la finalidad de estimar el valor presente de los flujos anuales de reclamaciones, descontados a la tasa libre de riesgo. Si contamos con las tasas libres de riesgo, para un escenario específico  $i$ , obtendríamos un posible valor presente de los flujos anuales de reclamaciones futuras  $RFT^i$  como:

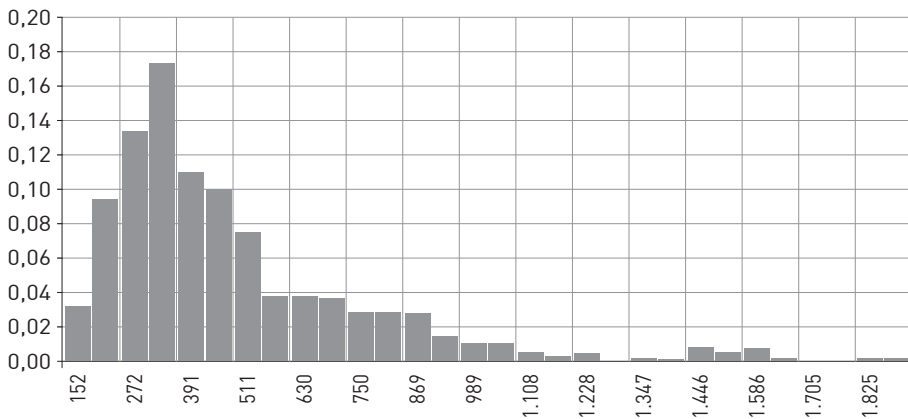
$$RFT^i = \sum_{t=1}^n v^t * RF_{n+t}^i$$

Particularmente, en el Ejemplo 5.3, al omitir la aplicación del valor presente, los flujos anuales de obligaciones futuras en cada uno de los tres escenarios son:

Año	Reclamaciones futuras		
	E1	E2	E3
2012	15.390.142	179.602.577	44.937.139
2013	84.794.033	25.748.606	45.337.742
2014	27.092.987	11.726.768	43.463.425
2015	2.656.566	12.021.423	5.417.351
2016	3.739.219	4.332.433	7.438.224
2017	380.362	4.350.984	2.695.882
2018	383.829	1.016.709	686.641
2019	495.102	825.169	0
<b>Total</b>	<b>134.932.240</b>	<b>239.624.671</b>	<b>149.976.405</b>

Si se hace la simulación de escenarios un gran número de veces (miles), y se realiza en cada escenario el cálculo del valor presente de los flujos anuales de reclamaciones futuras, obtendremos una estadística de valores con la que se podrá hacer inferencia sobre la media y los valores extremos que puede alcanzar el valor presente de los flujos anuales de reclamaciones futuras. Al hacer la simulación sobre el triángulo dado en la matriz del Ejemplo 5.1, se obtiene una estadística de valores con la que se puede construir el histograma de frecuencias, como se muestra en la Gráfica 5.1.

Gráfica 5.1



En la Gráfica 5.1 puede verse cómo el valor esperado de las obligaciones futuras puede alcanzar valores extremos cercanos a 1.900,00 millones de dólares. En este punto uno puede decidir si con la estadística de valores simulados ajusta una función de probabilidad, o trabaja directamente con la estadística de valores simulados, utilizándolos como función empírica. En nuestro caso, dado el gran número de los valores simulados, es factible trabajar con la función empírica. Los valores obtenidos con la estadística de valores simulados son los siguientes:

Cuantil	Valor
50 %	393.986.748
75 %	585.280.490
90 %	859.079.788
95 %	1.044.533.425
99,50 %	1.644.329.426
Media	486.184.394
Máximo	1.914.475.878
Tail-VaR	178.029.804

Al suponer (por cuestiones de simplicidad) que los ingresos futuros son cero, el valor esperado de los flujos de reclamaciones futuras ( $BEL_R$ ) es de 486.184.394,00 \$. Si el requerimiento de capital de solvencia ( $RCS$ ) se define como el valor de las obligaciones calculado al 99,5 % ( $VaR(X)$ ) menos el  $BEL_R$ , el monto será la diferencia entre el valor del cuantil al 99,5 % (1.644.329.426,00 \$) y el  $BEL_R$ , es decir, 1.158.145.032,00 \$.

$$RCS = VaR(X) - BEL_R$$

Hasta este punto hemos explicado la forma en que se calcularía el  $BEL_R$ , si se logra hacer la simulación de las reclamaciones futuras. No obstante, es necesario explicar la forma en que se puede hacer dicha simulación de reclamaciones futuras.

Existen diversos métodos para simular las obligaciones futuras, sin embargo, el método que explicaremos a continuación tiene algunas ventajas y particularidades que lo hacen de interés.

Supondremos que existe una estadística de las reclamaciones de años pasados. Para este efecto tomaremos la matriz de valores dada en el Ejemplo 5.1.

Una vez que se tiene la estadística, con la finalidad de que sean comparables la experiencia de unos años con otros, se transformará el valor de las reclamaciones, normalizándolas respecto de las primas, dividiendo el monto de las reclamaciones entre el monto de la prima de año de origen, es decir:

$$F_{i,j} = \frac{R_{i,j}}{PE_i}$$

De manera que con ello se tiene una matriz de factores, como la mostrada a continuación, construida a partir de los valores del Ejemplo 5.1:

Año	Prima emitida	Estadística de factores								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
2003	174.850.316	0,62000	0,09000	0,04000	0,05000	0,03000	0,00300	0,00700	0,00300	0,00050
2004	196.909.658	0,66000	0,22000	0,05000	0,03300	0,02800	0,01400	0,00600	0,00000	
2005	196.909.658	0,60000	0,18000	0,03000	0,02600	0,01000	0,00700	0,00400		
2006	196.909.658	0,70000	0,25000	0,09000	0,00200	0,01100	0,00500			
2007	196.909.658	0,76000	0,05000	0,04000	0,02000	0,00500				
2008	196.909.658	0,71000	0,17000	0,02000	0,04000					
2009	196.909.658	0,68000	0,13000	0,08000						
2010	196.909.658	0,80000	0,20000							
2011	196.909.658	0,79000								

Estos valores porcentuales (factores de reclamaciones) indican la magnitud que han tenido las reclamaciones, como porcentaje de las primas emitidas del año del cual provienen. Como puede apreciarse, los factores de reclamaciones, para un mismo año de desarrollo, se comportan como una variable aleatoria. Los valores de una misma columna se pueden interpretar como una muestra de valores de la variable aleatoria correspondiente a la magnitud que puede tener la reclamación en ese año de desarrollo. Así, por ejemplo, los valores para el año 0 expresan que la magnitud de las reclamaciones alcanzó un máximo del 80 % (año 2010) y un mínimo de 60 % (año 2005). Con ese enfoque, cualquier siniestro futuro que ocurra en un año de desarrollo  $j$ , que provenga del año de origen  $i$ , se puede simular como:

$$R_{i,j} = PE_i * F_j$$

Donde:

$F_j$  : es un valor tomado aleatoriamente de los factores de reclamaciones correspondientes al año  $j$ .

Ejemplo: supongamos que queremos simular el monto de reclamaciones que provienen de 2010 y que ocurrirán en el año 2014, en ese caso dicho valor puede ser simulado como la prima emitida de 2010 por cualquiera de los factores de reclamaciones del año de desarrollo 4:

$$R_{2010,4} = PE_{2010} * F_{i,4}$$

4
0,03000
0,02800
0,01000
0,01100
0,00500

De esa forma se pueden simular cualquiera de las reclamaciones futuras, de manera que al hacer las diversas combinaciones posibles, tendremos miles de escenarios posibles. Suponiendo que  $X^i$  representa el valor de las obligaciones futuras, obtenido en cada escenario, al considerar que se simulan  $N$  escenarios, el  $BEL_R$  estará dado como:

$$BEL_R = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N X^i$$

En tanto que el RCS será:

$$RCS = Var(X) - BEL_R$$

Con la metodología mostrada, es posible calcular el  $BEL_R$  y los demás valores como el margen de riesgo y el RCS que deben calcularse en congruencia con el  $BEL_R$ .

### Los gastos de administración

En el  $BEL_R$  mostrado hasta ahora, no se han considerado los gastos futuros de administración que deben corresponder a los costos que implicaría la atención de los pagos futuros de reclamaciones y demás gastos administrativos asociados a la operación.



La estimación de los gastos de administración consiste en razonar sobre cuál es el valor de mercado de dichos gastos, entendiéndose por valor de mercado el valor que un tercero estaría dispuesto a aceptar, para tomar a su cargo la administración de la cartera de pólizas bajo el supuesto de que tuviera que ser transferida. En ese sentido, una forma adecuada de hacer la estimación de los gastos de administración es utilizando el parámetro de gastos de administración observado en el mercado para las fianzas y seguros de caución. Se debe evitar la incorrecta interpretación de que dichos gastos deben corresponder al costo de administración real de la compañía, ya que dicho gasto no cumple con la característica de ser el valor de transferencia.

Suponiendo que se cuenta con un parámetro de mercado  $\alpha$ , que representa el valor de los gastos de administración en términos de las primas, solo restaría establecer la forma en que debe utilizarse ese parámetro para determinar el gasto de administración que correspondería a la cartera de pólizas, considerando que dicha cartera corresponde a varios años.

Bajo el supuesto anterior, el gasto de administración total para un determinado año  $i$  que inicia sería:

$$GA_i = \alpha * PE_i$$

El gasto de administración de todos los años que componen el periodo de Run Off sería:

$$GAT = \alpha * \sum_{i=1}^n PE_i$$

Sin embargo, dado que nos encontramos valuando el gasto en un momento en el que muchas de las obligaciones ya están devengadas, es necesario encontrar una forma de estimar el gasto de administración que correspondería a los años futuros de operación. Para ello partiremos de que el monto de las reclamaciones totales ( $RT$ ) correspondientes a esos años está dado por la suma de las reclamaciones ya pagadas ( $RP$ ) en años pasados, más el valor estimado de las reclamaciones futuras ( $BEL_R$ ):

$$RT = RP + BEL_R$$

La proporción de obligaciones no devengadas ( $F_{OND}$ ) sería:

$$F_{OND} = \frac{BEL_R}{RT}$$

De manera que el gasto de administración futuro debe ser:

$$GAF = GAT * F_{OND}$$

De esta forma, tenemos que el BEL total ( $BEL_T$ ) debe ser:

$$BEL_T = BEL_R + GAF$$

Así, el  $BEL_T$  contiene tanto el valor estimado de las reclamaciones futuras ( $BEL_R$ ) como el valor estimado de los gastos futuros ( $GAF$ ).

Hasta este punto lo único que falta para calcular la reserva es establecer la forma en que se puede calcular el margen de riesgo.

### 5.2.3. El margen de riesgo

El margen de riesgo corresponde al costo de capital regulatorio durante la vida de las obligaciones. Existen esencialmente dos formas de calcular el margen de riesgo que son equivalentes. Una es mediante el valor presente de los costos futuros de capital regulatorio, lo cual implica tener que conocer el valor que tendrá el RCS en cada uno de los años futuros ( $RCS_t$ ):

$$MR = (r - i) \sum_{t=0}^{n-1} v^t RCS_t$$

Donde:

$r$  es la tasa de retorno de capital promedio del mercado.

$i$  es la tasa libre de riesgo promedio.

$RCS_t$  es el requerimiento de capital de solvencia asociado a las reclamaciones futuras.

La otra forma es utilizando el concepto de "duración" cuya fórmula es:

$$MR = (r - i) * RCS * Duración$$

En esta fórmula, la duración es el tiempo medio que durarán los costos de capital y que resulta ser:

$$Duración = \sum_{t=0}^{n-1} v^t \frac{RCS_0}{RCS_t} = \sum_{t=0}^{n-1} v^t S_t$$

Donde  $S_t$  representa una función que da la proporción que tendrán los  $RCS$  de cada año futuro respecto del inicial. La función  $S_t$  puede ser entendida como la función de *supervivencia* de los costos de capital. Esta forma de interpretación resulta útil ya que, de esta manera, si se tiene algún supuesto sobre la función de supervivencia de las obligaciones de la compañía, ya no existiría necesidad de calcular el  $RCS$  de cada año futuro. En efecto:

$$MR = (r - i) \sum_{t=0}^{n-1} v^t RCS_t = (r - i) * RCS_0 \sum_{t=0}^{n-1} v^t \frac{RCS_0}{RCS_t} = (r - i) * RCS_0 \sum_{t=0}^{n-1} v^t S_t$$

Una hipótesis que resulta útil es que el  $RCS$  disminuirá proporcionalmente a la forma en que disminuirán los montos de las reclamaciones futuras de la compañía  $RF_t$ . Si recordamos que el monto de las reclamaciones de cada uno de los años futuros está conformado por el monto de las reclamaciones ubicadas en cada una de las diagonales, entonces:

$$RFT_0 = \sum_{t=1}^n v^t * RF_{n+t}$$

Este valor, una vez que pase un año, es:

$$RFT_1 = \sum_{t=2}^n v^{t-1} * RF_{n+t}$$

De manera que la proporción  $S_0$  es:

$$S_0 = \frac{RFT_1}{RFT_0}$$

En tanto que:

$$S_1 = \frac{RFT_2}{RFT_1}$$

Análogamente se pueden obtener todos los demás valores para  $S_t$  de manera que la duración se puede calcular como:

$$Duración = \sum_{t=0}^{n-1} v^t * S_t$$

Una vez calculado el margen de riesgo, la reserva de riesgos en curso debe calcularse como el *BEL*, más dicho margen de riesgo:

$$RRC = BEL + MR$$

De esta manera hemos logrado definir, mediante el modelo de proyección de reclamaciones futuras, el monto de la reserva de riesgos en curso y su margen de riesgo, así como el requerimiento de capital de solvencia, que constituyen los conceptos más relevantes del esquema regulatorio de Solvencia II.

#### **5.2.4. El importe recuperable de reaseguro**

El importe recuperable de reaseguro es un concepto que se refiere a la estimación de la parte de riesgo que debe cubrir el o los reaseguradores que participan en la cobertura del riesgo bajo contratos de reaseguro. Técnicamente se refiere al valor esperado de la transferencia de riesgo al reasegurador.

El importe recuperable permite registrar en el balance de la compañía un activo que compensa el pasivo estimado por la misma, que se calcula en términos brutos (sin considerar el reaseguro).

Para plantear una fórmula de cálculo del importe recuperable de reaseguro partiremos de que se cuenta con un valor del *BEL*, que refleja el valor esperado de las obligaciones futuras derivadas del riesgo cubierto por la compañía, y que el reasegurador cubre parte de esas obligaciones futuras.

De acuerdo con el enfoque de Solvencia II, en la estimación de los importes recuperables se debe tomar en cuenta el riesgo de pérdida que asume la compañía cedente ante la posibilidad de incumplimiento del reasegurador. En ese sentido, supondremos

que existe una probabilidad de incumplimiento del reasegurador a la que denotaremos como  $\Pr(\delta)$ .

Si la operación es por el periodo de un año, el importe recuperable de reaseguro ( $IRR$ ) se puede estimar, a nivel póliza, como:

$$IRR_i = BEL_i * RC * (1 - \Pr(\delta))$$

Donde  $RC$  denota la porción de riesgo cedido al reasegurador de la póliza  $i$ . La porción de riesgo cedido es un valor que debe estimarse dependiendo del tipo de contrato de reaseguro. En el caso de contratos de reaseguro proporcional, la parte de riesgo cedido está dada en forma explícita en el contrato en donde el reasegurador se obliga al pago de los siniestros en la misma proporción de prima cedida, de manera que dicho valor se conoce. En el caso de contratos no proporcionales, se tendría que estimar dicho valor a partir de conocer la forma en que participará el reasegurador y la probabilidad de que participe.

En algunos esquemas regulatorios como el de México existen algunas limitaciones respecto del cálculo de importes recuperables para el caso de contratos de reaseguro no proporcional, sin embargo, eso no es igual en otros países, de manera que puede existir la necesidad de calcular el importe recuperable para contratos de reaseguro no proporcional.

En general, si  $x$  representa el valor de las obligaciones o siniestros futuros y  $f(x)$  es la función de probabilidad asociada a esos valores, en ese caso, si bajo un contrato de reaseguro se establece que el reasegurador solo participará cuando el monto del siniestro sea superior a determinado monto  $l$ , por lo tanto, la proporción de riesgo cedido se puede calcular como:

$$RC = \frac{E(x|x > l)}{E(x)} = \frac{E(x|x > l)}{BEL}$$

En caso de que la cobertura de reaseguro sea por un periodo superior a un año, el cálculo debe hacerse tomando en cuenta la probabilidad de que el reasegurador incumpla en cada uno de los años futuros. En tal caso, suponiendo que  $T$  es el número de años totales de cobertura del reasegurador, y que la póliza se encuentra en el año

de vigencia  $t$ , se puede calcular la probabilidad de incumplimiento del reasegurador en cada año futuro  $k$ , que denotaremos como  $\Pr(\delta, k)$ , en la siguiente forma:

$$\Pr(\delta, k) = (1 - \Pr(\delta))^{k-1} * \Pr(\delta)$$

En relación con dichas probabilidades se puede calcular la esperanza de pérdida  $\mathcal{L}_t$  por incumplimiento de reasegurador como:

$$\mathcal{L}_t = \sum_{k=1}^{T-t} BEL_{t+k} * RC * \Pr(\delta, k)$$

A partir del cálculo de la pérdida esperada de cada año futuro, el importe recuperable de reaseguro se calcula como el valor esperado del riesgo cedido ( $BEL_{t+k} * RC$ ) menos la pérdida esperada ( $\mathcal{L}_t$ ), es decir:

$$IRR_t = BEL_{t+k} * RC - \mathcal{L}_t$$

## **6. EL REQUERIMIENTO DE CAPITAL DE SOLVENCIA**

Solvencia II es el nombre del esquema regulatorio de solvencia ideado por la Comunidad Económica Europea, que consiste en una forma más moderna de evaluar la solvencia de las compañías de seguros. Dentro de los postulados de este esquema regulatorio, se establece que Solvencia II debe ser un esquema basado en principios, evitando que sea un esquema preceptivo, es decir, que los principios juegan un papel fundamental. En ese sentido, dicho esquema consiste en una serie de principios que deben aplicarse para la estimación de reservas, capital, gobierno corporativo, administración de riesgos, etc.

### **6.1. LOS PRINCIPIOS BÁSICOS DE SOLVENCIA II**

Solvencia II es un esquema regulatorio que descansa en una serie de principios fundamentales que deben ser aplicados estrictamente con la finalidad de que se logre un funcionamiento eficiente y equilibrado de dicho esquema regulatorio.

En el documento MARKT/2095/99 (“Revisión de la situación financiera global de una empresa de seguros – ejercicio Solvencia II”) se estableció una primera lista de principios que son:

1. Proteger a los asegurados, ofreciendo a los supervisores un intervalo adecuado para determinar y poner remedio a situaciones adversas o fallos en una determinada compañía de seguros.
2. Garantizar la comparabilidad y la transparencia, garantizando así la igualdad de condiciones.
3. Establecer un margen de solvencia obligatorio más adecuado para los riesgos verdaderos.

4. Evitar un grado innecesario de complejidad.
5. Reflejar la evolución del mercado.
6. Establecer principios y no tener un carácter excesivamente preceptivo.
7. Cuando sea posible, basarse en políticas contables comunes, que permitan ahorrar gastos y evitar la duplicación (e incluso multiplicación) de sistemas de información financiera.
8. Evitar costes de capital innecesarios para la industria y perjudiciales para la competitividad global de la industria.

Es importante destacar la premisa que indica la necesidad de “evitar un grado innecesario de complejidad”, lo cual expresa la intención de crear un esquema en el que se procure en todo momento la practicidad de los procesos y procedimientos. Esto es importante ya que, al momento de definir los modelos de estimación de riesgos, existe una gran diversidad de formas en que se puede lograr que dichos modelos tengan un mayor o menor grado de complejidad en su aplicación, lo cual redundaría en costos administrativos y en la forma de comprensión de los resultados de dichos modelos.

Existen formas de simplificación que pueden ser excesivas y pueden restar eficiencia a los modelos, por lo que se debe tener cuidado en que la adopción de una simplificación no genere un gran impacto en la eficiencia y precisión de los modelos. En esto, los actuarios juegan un rol muy relevante, ya que deben tener la sensibilidad y capacidad para poder determinar cuándo una simplificación es necesaria y cuándo es adecuada.

Otro de los principios que resulta relevante comentar es el que indica que se deben: “Establecer principios y no tener un carácter excesivamente preceptivo”. Esto significa que Solvencia II debe privilegiar el establecimiento de premisas fundamentales, evitando en la medida de lo posible determinar procedimientos específicos. Esto permite que los modelos que se elaboren por parte de las compañías de seguros puedan tener la flexibilidad necesaria, siempre que no se violen los principios fundamentales.



El esquema de Solvencia II tiene como objetivos principales:

1. El desarrollo e instauración de un nuevo modelo que permita determinar los recursos financieros mínimos que debe tener cada aseguradora en función de los riesgos asumidos, con métodos de cálculo que puedan tomar en cuenta los perfiles de riesgo propio de las entidades.
2. El establecimiento de nuevas competencias y mecanismos de actuación de los supervisores, que permitirían anticiparse y evitar situaciones en las que existiese un incremento de los riesgos de las compañías, que pudiera poner en riesgo su solvencia.
3. La definición de la información que las entidades deberían proporcionar en relación con su política de gestión de riesgos: riesgos asumidos, mecanismos disponibles para su gestión, seguimiento y control, etc., con el objeto de potenciar la disciplina de mercado, de forma que todos los participantes en el mercado (competidores, asegurados, potenciales compradores, supervisores, etc.) dispongan de información suficiente sobre el nivel de solvencia de las entidades, para su toma de decisiones.

### **Los tres pilares**

El esquema regulatorio de Solvencia II se puede interpretar como un esquema conformado de tres partes fundamentales conocidas como los “tres pilares”, que consiste en lo siguiente:

PILAR I: Parte relativa a los procedimientos y modelos de valoración de reservas y capital.

PILAR II: Parte relativa al esquema de gobierno corporativo, control interno.

PILAR III: Parte relativa al esquema de transparencia y revelación de información.

De manera específica, los tres pilares mencionados consisten en lo siguiente:

- Pilar I:
  - Procedimientos para la estimación de reservas a valor de mercado, según el valor medio de las obligaciones, sin incluir márgenes prudenciales.

- Exigencia de recursos propios mínimos en función de un modelo basado en el riesgo asumido por las entidades y con referencia a la información facilitada por estas.
- Consideración de la posibilidad de que las entidades determinen sus requerimientos de capital mediante la utilización de métodos propios.
- Requerimiento de un margen de solvencia mínimo de grupos, teniendo en cuenta aquellos riesgos que puedan ponerse de manifiesto en el grupo y no necesariamente a nivel de compañías consideradas individualmente.
- Establecimiento de normas prudentes sobre activos y pasivos de las entidades.

- Pilar II:

Evaluación, por parte del órgano de supervisión, de la efectividad de los sistemas de gestión de riesgos y de control interno, con la revisión de:

- La exposición al riesgo de cada entidad, incluyendo el programa de reaseguro.
- Los modelos internos de gestión de riesgos, incluidos los riesgos gerenciales.
- Las pruebas efectuadas sobre las provisiones técnicas y de los activos.
- La honorabilidad y profesionalidad de la Dirección (buen gobierno corporativo).
- El posible *mismatching* de activos y pasivos.

- Pilar III:

- Establecimiento de recomendaciones y requerimientos de información a proporcionar por las entidades para garantizar una mayor transparencia en el mercado.
- Facilitar el acceso de los participantes en el mercado, a información clave de las entidades. Entre otras informaciones, estos deberían tener acceso a:

- Recursos propios.
  - Nivel de exposición al riesgo.
  - Evaluación del riesgo.
  - Procesos de gestión de riesgos utilizados.
  - Adecuación de los recursos propios.
- Adicionalmente, las compañías deberían facilitar información sobre el grado de sensibilidad de la exposición al riesgo, así como los escenarios claves utilizados para el análisis de los activos y de las provisiones técnicas.

### **El concepto técnico de solvencia**

Solvencia se refiere conceptualmente a la condición financiera, definida en términos de la cantidad de recursos que debe tener una compañía en operación, para garantizar con un alto grado de confiabilidad que podrá cumplir con el pago de sus obligaciones futuras.

En términos más técnicos, la solvencia se puede expresar como una condición técnica que cumple lo siguiente:

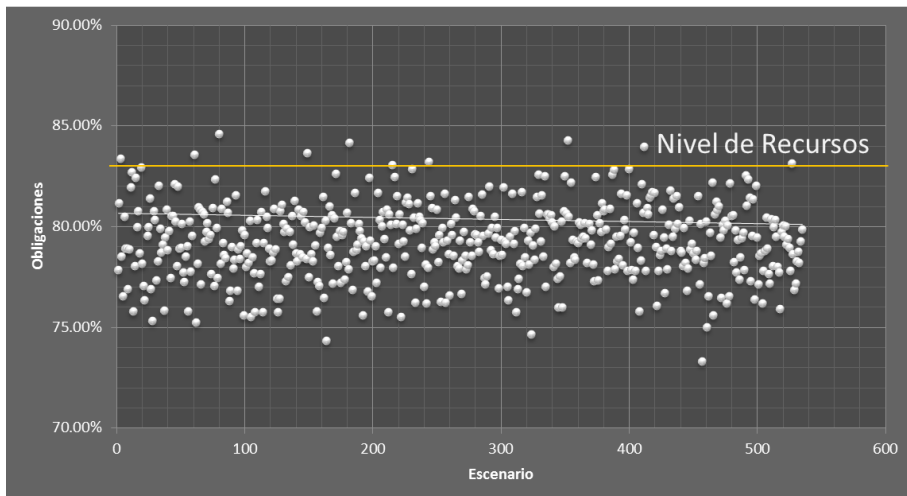
Si  $X$  representa el valor de las obligaciones futuras, se dice que una compañía es técnicamente solvente si se cumple que sus recursos totales (activos  $A$ ) son tales que existe una alta probabilidad ( $1 - \varepsilon$ ) de que dichos recursos alcancen para cumplir con el pago de sus obligaciones futuras:

$$Pr(A \geq X) \geq 1 - \varepsilon$$

Los recursos se refieren a los activos que tiene la compañía, estimados a valor de mercado al momento en que se verifica la condición de solvencia, en tanto que las obligaciones se refieren a pagos de reclamaciones, gastos, comisiones, rescates, dividendos, etc.

En resumen, con la condición de solvencia lo que se procura es que las compañías de seguros operen con amplios márgenes de recursos financieros de manera que aun cuando sufran eventuales pérdidas, sus recursos sean suficientes para continuar operando, evitando con ello causar daño a sus asegurados en caso de quiebra (véase Figura 6.1).

Figura 6.1



Se ilustra que la solvencia implica tener recursos a un nivel tal que, en pocos escenarios, dichos recursos serían insuficientes.

## 6.2. ASPECTOS TÉCNICOS GENERALES DEL REQUERIMIENTO DE CAPITAL DE SOLVENCIA

El esquema de Solvencia II está basado fundamentalmente en la identificación, medición, control y administración de cuatro tipos de riesgos: riesgo técnico o de suscripción, riesgo financiero o de mercado, riesgo de contraparte y riesgo operativo. De cada uno de esos riesgos se pueden derivar obligaciones futuras que deben ser cubiertas por la compañía. Regularmente a las obligaciones futuras se les llama “pérdidas”, aunque en un sentido estricto no se trata de pérdidas, sino simplemente de compromisos y obligaciones que la compañía debe cubrir en el futuro con sus recursos.

En términos generales, se puede considerar que las obligaciones futuras de una compañía de seguros consisten en una serie de flujos de ingresos y egresos que se derivan

de los citados riesgos, y que se presentan a lo largo de cierto periodo de tiempo futuro llamado periodo de Run Off o periodo de liquidación de obligaciones. Conviene aclarar que el periodo de Run Off no es equivalente al periodo de vigencia de las pólizas, ya que en muchos casos aun cuando el periodo de vigencia de las pólizas haya concluido, el pago de obligaciones futuras continúa. Por ejemplo, una cartera de seguros temporales a un año puede generar un periodo de Run Off de las obligaciones de cuatro o cinco años, ya que siguen existiendo obligaciones por pagar en el futuro, varios años después de que la vigencia de las pólizas concluyera. Este fenómeno se debe a que hay obligaciones que se reclaman con cierto tiempo de retraso respecto del momento en que ocurrieron los siniestros, o a veces es la propia compañía la que paga con retraso las reclamaciones debido a procesos administrativos que deben completarse posteriormente al momento de la reclamación.

A continuación se describen los tipos de flujos de obligaciones futuras que se producen en cada uno de los riesgos mencionados. Entender los tipos de flujos es un aspecto relevante para la construcción de modelos para la estimación de reservas y requerimiento de capital de solvencia.

#### 1. Flujos de obligaciones futuras derivadas del riesgo técnico ( $X_{rt}$ )

El riesgo técnico o de suscripción se refiere al riesgo que se deriva de los riesgos cubiertos en los contratos de seguro o reaseguro tomado de la compañía.

En el caso del riesgo técnico, los flujos de obligaciones futuras son los pagos de reclamaciones y beneficios, así como gastos que realiza la compañía por las pólizas de seguro que ha operado. Los flujos de obligaciones futuras que provienen del riesgo técnico son los siguientes:

- Flujos de egresos:
  - Pago de reclamaciones por siniestros y beneficios cubiertos.
  - Pago de dividendos futuros.
  - Pago de comisiones y otros costos de adquisición.
  - Gastos de administración.

- Flujos de ingresos:
  - Primas futuras provenientes de los contratos en vigor.
  - Salvamentos.
  - Recuperaciones.
  - Ajustes a favor de provisiones de siniestros.

Como nomenclatura, al valor de las pérdidas asociadas a este riesgo lo denotaremos como  $X_{rl}$ .

## 2. Flujos de obligaciones futuras derivadas del riesgo financiero ( $X_{rm}$ )

Los flujos de pérdidas asociadas a este riesgo son aquellos que se producen cuando los activos, en el horizonte de un año, llegan a tener un valor inferior al valor que tenían al inicio (fecha de valuación). Esto puede ocurrir por diversas causas que hacen que los activos pierdan valor. Las pérdidas pueden provenir de las inversiones que tiene la compañía o de otros activos registrados en su patrimonio como inmuebles y valores. En ese sentido, se pueden clasificar principalmente como:

- Pérdidas o utilidades asociadas a las inversiones.
- Pérdidas o utilidades asociadas a otros activos, como inmuebles.

Como nomenclatura, a las pérdidas provenientes de este riesgo las denotaremos como  $X_{rm}$ .

## 3. Flujos de obligaciones futuras derivadas del riesgo de contraparte ( $X_{rc}$ )

Las pérdidas asociadas a este riesgo son aquellas que se producen cuando la contraparte con la que se ha realizado una operación de crédito o reaseguro no cumple con su obligación de pago, produciéndole a la compañía aseguradora una pérdida. El impago por incumplimiento de contraparte solo puede producir pérdidas, por lo que en estos casos no existe algún efecto de utilidad.

En ese sentido, se pueden clasificar principalmente como:

- Pérdidas por contrapartes de créditos cedidos, opciones, derivados.
- Pérdidas por riesgo cedido en reaseguro.

Como nomenclatura, a las pérdidas provenientes de este riesgo las denotaremos como  $X_{RC}$ .

#### 4. Flujos de obligaciones futuras derivadas del riesgo operativo ( $X_{RO}$ )

Las pérdidas asociadas a este riesgo son aquellas que se producen cuando en los procesos operativos se producen eventos adversos para la compañía que implican pagos o indemnizaciones. Esto puede deberse a errores, demandas, fraudes de empleado, pérdida de información, etc.

Como nomenclatura, a las pérdidas provenientes de este riesgo las denotaremos como  $X_{RO}$ .

### 6.3. BASES ACTUARIALES DEL REQUERIMIENTO DE CAPITAL DE SOLVENCIA

En un enfoque general, considerando los cuatro tipos de riesgos mencionados, se puede decir que las obligaciones futuras totales de una compañía de seguros quedan dadas por la suma de los flujos de pérdidas que se produzcan provenientes de los cuatro tipos de riesgos mencionados, más los otros pasivos u obligaciones no contingentes<sup>14</sup> ( $C$ ), es decir, que las obligaciones futuras totales de una empresa pueden ser representadas como:

$$X_T = X_{RT} + X_{RM} + X_{RC} + X_{RO} + C$$

La solvencia de una compañía, de acuerdo con lo establecido por los estándares de Solvencia II, queda determinada por la condición de que la compañía tenga recursos

---

<sup>14</sup> Las obligaciones no contingentes se refieren a deudas, pagos pendientes o cualquier otra obligación de pago que tiene la compañía, cuyo monto es conocido por lo que se le considera una constante  $C$ .

(activos) en un monto que sea superior a la estimación de las obligaciones futuras a un nivel de confiabilidad del 99,5 % ( $VaR(X_T)$ ), lo que se puede representar como:

$$\text{Recursos Totales} \geq VaR(X_{RT} + X_{RM} + X_{RC} + X_{RO} + C)$$

Es decir:

$$\text{Recursos Totales} \geq VaR(X_T)$$

Lo que es matemáticamente equivalente a:

$$\text{Recursos Totales} \geq VaR(X_{RT} + X_{RM} + X_{RC} + X_{RO}) + C$$

En este punto es relevante tener en cuenta que, normalmente, una parte de las obligaciones futuras del riesgo técnico se registra en la contabilidad, dentro del balance, bajo el concepto llamado pasivo, que está formado por las reservas técnicas y otros pasivos no contingentes. El concepto de reservas técnicas debe corresponder al valor medio de las obligaciones contingentes derivadas del riesgo técnico.

Si se toma en cuenta lo anterior, una parte de los recursos totales de la compañía debe ser destinada para cubrir el monto registrado en la contabilidad como pasivo, y la parte restante (fondos propios) debe ser utilizada para cubrir el complemento o diferencia entre el valor del  $VaR(X_T)$  y las reservas. Es decir:

Dado que:

$$\text{Pasivo Total} = \text{Reservas Técnicas} + C$$

$$\text{Reservas Técnicas} = E(X_{RT}) + MR$$

Así, los recursos remanentes, después de quitar aquellos recursos destinados a cubrir el pasivo total de la compañía, deben ser suficientes para cubrir el valor en riesgo de las obligaciones futuras totales, menos la parte que corresponde a las reservas técnicas y otros pasivos, es decir:

$$\text{Recursos Totales} - \text{Recursos que cubren pasivo} \geq VaR(X_T) - (E(X_{RT}) + MR + C)$$

Dado que:

$$\text{Recursos Totales} - \text{Recursos que cubren pasivo total} = \text{Activo} - \text{Pasivo}$$



Dado que activo menos pasivo es igual a capital, por lo tanto, reacomodando y despejando, se tiene que:

$$\text{Capital} \geq \text{VaR}(X_T) - (\text{Reservas} - C)$$

Esto significa que el capital de solvencia de una compañía de seguros (*RCS*) debe ser la cantidad que cumpla al menos con la condición de que:

$$RCS = \text{VaR}(X_{RT} + X_{RM} + X_{RC} + X_{RO} + C) - (\text{Reservas} - C)$$

En Solvencia II, las reservas se calculan como el valor medio del riesgo técnico, más el costo de capital regulatorio llamado margen de riesgo, entonces:

$$RCS = \text{VaR}(X_{RT} + X_{RM} + X_{RC} + X_{RO}) + C - (E(X_{RT}) + MR) - C$$

Por lo que finalmente:

$$RCS = \text{VaR}(X_T) - (E(X_{RT}) + MR)$$

En este punto, es relevante señalar que el margen de riesgo, al ser considerado un costo de capital que se va a ir materializando anualmente, puede ser considerado como un costo futuro y, por lo tanto, es una obligación futura que debe incluirse en ambos términos de la ecuación, tanto para calcular el  $\text{VaR}(X_T)$ , como para calcular la parte que se deduce que es:  $E(X_{RT}) + MR$ . En ese sentido, al igual que la constante *C*, puede eliminarse. Por lo anterior, ese mismo efecto se logra si el margen de riesgo no es considerado ni en el cálculo del  $\text{VaR}(X_T)$ , ni como deducción al  $\text{VaR}(X_T)$ , es decir, en esos casos:

$$RCS = \text{VaR}(X_{RT} + X_{RM} + X_{RC} + X_{RO}) - E(X_{RT})$$

Un aspecto que resulta relevante señalar es que cuando existe correlación perfecta<sup>15</sup> entre todos los riesgos, se llega a cumplir que:

$$RCS = \text{VaR}(X_{RT}) + \text{VaR}(X_{RM}) + \text{VaR}(X_{RC}) + \text{VaR}(X_{RO}) - E(X_{RT})$$

---

<sup>15</sup> La correlación perfecta se refiere a la existencia de codependencia en los riesgos de tal forma que, al suceder una desviación o pérdida en uno de ellos, ocurre en todos los demás al mismo tiempo.

Una vez que nos encontramos en este punto, lo que resta en adelante es conocer la forma en que se puede calcular el valor de cada una de las variables  $X_{RT}$ ,  $X_{RM}$ ,  $X_{RC}$ ,  $X_{RO}$ , y con ello poder conocer el valor del  $Var(X_{RT} + X_{RM} + X_{RC} + X_{RO})$ , que será finalmente el valor que permite calcular el  $RCS$ . Este aspecto será tratado más adelante, por ahora nos centraremos en ilustrar con un ejemplo la forma en que se puede calcular el  $Var(X_T)$ , si es que previamente se ha realizado la simulación del monto de las obligaciones futuras derivadas de cada uno de los riesgos mencionados.

### **Descripción de los flujos que componen las variables de pérdida**

La forma de hacer las simulaciones o proyecciones de cada uno de los tipos de riesgos es un asunto que requiere explicaciones que no son materia de este libro por lo que, en las siguientes secciones, nos enfocaremos solo a explicar, en términos generales, los elementos básicos que son fundamentales para la modelación de los flujos asociados a cada una de las variables  $X_{RT}$ ,  $X_{RM}$ ,  $X_{RC}$ ,  $X_{RO}$ .

#### *Flujos de obligaciones futuras derivadas del riesgo técnico ( $X_{RT}$ )*

En general, los flujos correspondientes a pagos futuros asociados a los contratos de seguros pueden definirse como el monto estimado de los flujos netos que se producen por la diferencia entre los ingresos y egresos futuros anuales, que se darán durante el periodo de vida de las obligaciones futuras ( $n$ -años), descontados dichos flujos a una determinada tasa libre de riesgo denotada  $i_t$ .

En lo que corresponde a los flujos derivados del riesgo técnico, los flujos que se deben estimar se clasifican en dos tipos: aquellos asociados a las obligaciones derivadas del periodo futuro de vigencia de las pólizas que están en vigor, como son reclamaciones, gastos, comisiones, dividendos futuros, rescates, etc. (riesgo de prima); y aquellos que corresponden a obligaciones ya materializadas, que son reclamaciones ya ocurridas o beneficios vencidos pendientes de pago como es el caso de siniestros ocurridos no reportados y sus respectivos gastos de ajuste (riesgo de reserva).

En cualquier caso, el monto de las obligaciones futuras derivadas del riesgo técnico puede ser expresado técnicamente como la suma de los flujos netos anuales, dados por la diferencia de ingresos y egresos, descontados a la tasa libre de riesgo.

$$X_{rt} = \sum_{t=1}^{n_{rt}} v^t f_t = \sum_{t=1}^{n_{rt}} v^t (Egr_t - Ing_t)$$

$$v^t = \frac{1}{(1 + i_t)^t}$$

Si se quiere ser más específico en cuanto a los flujos que captan el riesgo de prima de la reserva de riesgos en curso ( $X_{rt_{RRC}}$ ) y el riesgo de reserva relacionado con la reserva de obligaciones pendientes de cumplir, ( $X_{rt_{OPC}}$ ), cada obligación por separado se puede denotar como:

$$X_{rt_{RRC}} = \sum_{t=1}^{n_p} v^t f_t^{RRC} = \sum_{t=1}^{n_p} v^t (Egr_t^{RRC} - Ing_t^{RRC})$$

$$X_{rt_{OPC}} = \sum_{t=1}^{n_r} v^t f_t^{OPC} = \sum_{t=1}^{n_r} v^t (Egr_t^{OPC} - Ing_t^{OPC})$$

Tanto los ingresos como los egresos son montos cuyo valor es aleatorio, por lo que su modelación consiste en simular dichos valores conociendo los patrones probables de comportamiento que tendrán en el futuro.

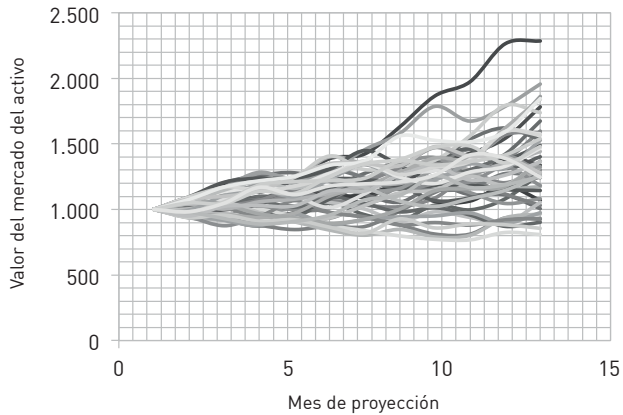
#### *Flujos de obligaciones derivadas del riesgo de financiero ( $X_{rm}$ )*

Como se mencionó anteriormente, el riesgo financiero es el riesgo de pérdida en el valor de los activos en el horizonte de un año. Para la estimación de la pérdida se valora la diferencia entre el valor de mercado que puede llegar a tener al final del periodo de un año y el valor que tenía el activo al inicio del periodo. Viendo este proceso en forma aislada de los demás riesgos, la variación en el valor del activo que interesaría estimar es la que produce una pérdida, de manera que el flujo queda dado como:

$$X_{rm} = A_0 - A_1$$

Para hacer la estimación es necesario tener una forma de estimar el valor de mercado de cada uno de los tipos de activo que tiene la compañía en los dos momentos del tiempo.

Gráfica 4.2



Las trayectorias muestran los valores proyectados de un activo inicial de 1.000, en el horizonte de doce meses.

*Flujos de obligaciones derivadas de riesgo de contraparte ( $X_{rc}$ )*

En este riesgo, los flujos de obligaciones futuras se refieren a aquellos escenarios en los que la compañía, por alguna razón, no logra recuperar total o parcialmente el monto de los siniestros que fueron transferidos al reasegurador en sus contratos de reaseguro. De manera que si  $f_k^{RC}$  representa el monto de flujo de riesgos técnico que fue contractualmente cedido al reasegurador, y si  $f_k^{RR}$  es el monto de flujo recuperado del reasegurador, la pérdida originada por el riesgo de contraparte queda dada como:

$$X_{rc} = \sum_{k=1}^{n_{rc}} v^k (f_k^{RC} - f_k^{RR}) \quad \text{con} \quad f_k^{RC} \geq f_k^{RR}$$

Particularmente, si se trata de un contrato de reaseguro proporcional en el que se cede al reasegurador una proporción  $\beta$  de cada riesgo asegurado, el riesgo de contraparte puede modelarse como:

$$X_{rc} = \sum_{k=1}^{n_{rc}} v^k (f_k) * \beta * \varepsilon \quad \text{con} \quad 0 \leq \varepsilon \leq 1$$

Donde  $\varepsilon$  es la proporción de pérdida que estaría entre cero y uno, debido a que la pérdida no puede ser superior al 100 % de la parte cedida, ni inferior a cero, debido a que la compañía nunca podrá recuperar un monto superior a lo cedido. En este caso,  $\varepsilon$  se puede considerar como la severidad de la pérdida por el riesgo de contraparte.

Para efectuar la modelación de este flujo, es necesario tener elementos para proyectar escenarios de insolvencia del reasegurador. El elemento que comúnmente se utiliza para simular la insolvencia del reasegurador es la calificación dada por una calificadora internacional, ya que dicha calificación tiene asociada una probabilidad de insolvencia.

#### *Flujos de obligaciones derivadas de riesgo operativo ( $X_{ro}$ )*

En este riesgo, los flujos de obligaciones futuras corresponden a aquellas pérdidas derivadas de eventos desfavorables derivados de los procesos operativos de la compañía, como es el caso de fraudes, errores, demandas, etc. Si  $f_k^{ro}$  representa el monto de flujo de riesgos operativo, la pérdida originada por el riesgo operativo queda dada como:

$$X_{ro} = \sum_{k=1}^{n_{ro}} v^k f_k^{ro}$$

En el caso de compañías de seguros, resulta complejo modelar las pérdidas por riesgo operativo, sin embargo, empíricamente se sabe que las pérdidas asociadas a este riesgo crecen proporcionalmente con el volumen de operaciones de la compañía, que se debe a que las compañías más grandes tienen un mayor volumen de procesos operativos dentro de los cuales se pueden generar errores o fenómenos que afecten de manera adversa a la compañía.

Asimismo, otro elemento que influye es la eficiencia de estructura administrativa que tenga la compañía, ya que si dicha estructura es ineficiente para controlar los procesos, hay mayor probabilidad de pérdidas.

#### **6.4. EL RCS BAJO EL ENFOQUE DE BALANCE PROYECTADO**

Uno de los conceptos relevantes en Solvencia II es el concepto de “balance proyectado”. Este se obtiene cuando todos los rubros del balance contable de la compañía de seguros, que están conformados por los activos y pasivos, son proyectados en escenarios que simulan la forma en que dichos activos o pasivos podrían cambiar su valor. La relevancia de este concepto, en Solvencia II, se debe a que, hipotéticamente, al proyectar el balance bajo diversos escenarios, se estaría en la posibilidad de calcular el RCS de la compañía, como el valor que corresponde a la pérdida consolidada proveniente de todos los rubros del balance proyectado, estimada al 99,5 % de confianza. El balance proyectado es un concepto técnico fundamental de Solvencia II ya que, en teoría, nos permite calcular, en la forma técnicamente más correcta, el RCS. No obstante, hacer el balance proyectado puede representar alguna dificultad debido a que implica conocer la técnica adecuada para proyectar todos los rubros de activos y pasivos que conforman el balance contable de la compañía.

Para comprender adecuadamente este concepto, es importante observar que, al tratarse de escenarios simulados, el balance proyectado no es un único balance sino un conjunto (estadística) de balances, lo cual se debe a que, por cada escenario hipotético de comportamiento de activos y pasivos, se genera un balance proyectado distinto que refleja la situación financiera que podría tener la compañía de seguros, bajo los efectos de dicho escenario. Por cada escenario se puede calcular la pérdida que sufre la compañía, de manera que cada balance proyectado permite tener un valor de la pérdida que puede sufrir esta, originando una estadística de valores de las pérdidas futuras que puede sufrir la compañía.

Si consideramos lo anterior, en un sentido teórico, con el conjunto de balances proyectados que originan a su vez una estadística de pérdidas futuras, se podría determinar el RCS como el valor de las pérdidas estimadas a un nivel de confianza del 99,5 %, es decir, que solo en el 0,5 % de las veces la institución podría enfrentar pérdidas mayores.

Es importante hacer notar que el balance proyectado no es en sí un balance contable, sino una proyección (y transformación) del balance contable, con el que se puede ver hipotéticamente la forma en que los activos y pasivos cambiarían, y con el que se

puede determinar si en esa posición financiera hipotética la compañía cuenta con los recursos suficientes para asegurar su solvencia en el horizonte de un año.

Por lo anterior, a continuación se explica la forma en que el balance proyectado permite calcular el requerimiento de capital de solvencia de la compañía de seguros.

Calcular el RCS mediante el balance proyectado consiste en estimar las pérdidas futuras (obligaciones) provenientes de cada uno de los riesgos (técnico, financiero, contraparte y operativo) y a partir de los valores estimados de dichas pérdidas, calcular el RCS como el valor en riesgo  $Var(L_T)$  de la pérdida total  $(L_T)$  dada por la suma de las pérdidas. Para ello es necesario una descripción de las obligaciones futuras en términos del balance.

#### *Obligaciones asociadas al riesgo técnico*

En el balance proyectado, estas obligaciones quedan proyectadas cuando se simulan los flujos de obligaciones futuras del riesgo técnico. Los rubros del balance contable que se verían alterados en el balance contable serían los que contienen el valor del pasivo asociados a las reservas técnicas.

#### *Obligaciones asociadas al riesgo operativo*

Como ya se comentó en apartados anteriores, el riesgo operativo puede generar obligaciones futuras. Aun cuando al momento del cálculo no exista ningún pasivo que esté asociado a este riesgo, en el balance proyectado sí debe aparecer, ya que es parte de las obligaciones que deben ser cubiertas con el capital de la compañía. En ese sentido, existiría la necesidad de incorporar en el balance contable (solo para efectos de elaborar el balance proyectado) un rubro que se refiera a las obligaciones futuras derivadas del riesgo operativo, de manera que al proyectar el balance contable, sea posible que esas obligaciones tomen un determinado valor en el balance proyectado.

#### *Obligaciones asociadas al riesgo de contraparte*

En el caso del riesgo de contraparte existe una situación análoga, ya que las pérdidas futuras que pueden provenir de este riesgo no se encuentran reflejadas en ningún pasivo

del balance contable. No obstante que existe el rubro de “importes recuperables de reaseguro”, dicho rubro sólo se refiere a la parte que debe cubrir el reasegurador, respecto del valor medio de las obligaciones futuras, es decir que los importes recuperables se refieren a la parte del valor esperado de las obligaciones que debe cubrir el reasegurador, sin embargo, en dicho rubro no se reflejan las pérdidas que pueden originarse en caso de insolvencia del reasegurador en escenarios de pérdidas del riesgo técnico.

#### *Obligaciones asociadas al riesgo financiero*

En el balance proyectado, estas obligaciones quedan determinadas cuando se proyecta el valor de los activos, de manera que las pérdidas que se deriven de este riesgo quedan reflejadas implícitamente en el valor proyectado de los activos de la compañía.

#### **Estimación de las pérdidas asociadas al riesgo técnico**

En el balance proyectado, estas obligaciones quedan proyectadas cuando se simulan los flujos de obligaciones futuras del riesgo técnico. Los rubros del balance contable que se verían alterados en el balance contable serían los que contienen el valor del pasivo asociados a las reservas técnicas y otros pasivos.

En este caso, la pérdida futura proveniente del riesgo técnico (conjunto de riesgos asegurados) corresponde a la diferencia entre el valor proyectado del pasivo total ( $PT_1$ ) y el valor del pasivo al momento inicial ( $PT_0$ ), de manera que el valor de la pérdida asociada al riesgo técnico ( $L_{rt}$ ) es:

$$L_{rt} = PT_1 - PT_0$$

El pasivo total al momento inicial es el valor esperado (valor medio) del pasivo asociado al riesgo técnico (BEL), más el valor conocido de los otros pasivos, en tanto que el valor proyectado de otros pasivos ( $OP$ ) es el mismo que su valor inicial, por lo que el valor proyectado del pasivo total es:

$$PT_1 = P_{rt,1} + OP$$

De manera que:

$$L_{rt} = (P_{rt,1} + OP) - (BEL + OP)$$



En este punto resulta relevante hacer notar que la pérdida asociada con el pasivo no depende del valor de los otros pasivos (*OP*), sino solo del valor que puede tener el pasivo asociado al riesgo técnico (riesgos asegurados). Es decir:

$$L_{rt} = P_{rt,1} - P_{rt,0} = P_{rt,1} - BEL$$

Es relevante observar que cuando el pasivo proyectado  $P_{rt,1}$  es inferior al BEL, se tiene un valor negativo de la variable de pérdida. Ese valor negativo corresponde a una utilidad que se produce debido a que el valor de las obligaciones proyectadas sería inferior a la reserva constituida, lo cual se convertiría en una utilidad futura. En teoría, el valor del BEL debe corresponder con el de la prima de riesgo no devengada, por lo que la compañía tiene en el BEL de la reserva la prima de riesgo que cobró para cubrir los siniestros, de manera que, ante un escenario de siniestros inferiores a la prima de riesgo, la compañía tendría utilidades, razón por la que la variable de pérdida tendría un valor negativo.

### **Estimación de las pérdidas asociadas al riesgo financiero**

En el balance proyectado, del lado del activo, la pérdida asociada a dicho riesgo (riesgo financiero) queda definida como la diferencia entre el activo proyectado y el activo al momento inicial, es decir:

$$L_{rf} = A_{rf,0} - A_{rf,1}$$

En el escenario de que el activo proyectado resulte menor que el activo inicial, existirá una pérdida en el valor de los activos, en tanto que en el caso contrario habría una utilidad.

Es relevante comentar que dentro de este rubro se incluye el riesgo de contraparte asociado al reaseguro cedido. Esto se debe a que dicha pérdida ocurre cuando el valor proyectado de los importes recuperables que se encuentran formando parte del activo es inferior a su valor inicial.

La pérdida asociada a los importes recuperables se da cuando, por alguna razón, la compañía de seguros no puede recuperar parte de los siniestros que ocurrirán en el futuro y que le corresponde cubrir. En este sentido, la pérdida por el riesgo de

contraparte ( $L_{rc}$ ) sería la diferencia entre el valor proyectado de la siniestralidad futura (riesgo técnico), que le correspondería cubrir al reasegurador, y el valor proyectado de la siniestralidad futura, que cubriría en forma real el reasegurador en caso de tener problemas de solvencia.

### Estimación de las pérdidas asociadas al riesgo operativo

Como ya se comentó en apartados anteriores, el riesgo operativo puede generar obligaciones futuras, y aun cuando al momento del cálculo no exista un pasivo que esté asociado a este riesgo, en el balance proyectado sí debe aparecer, ya que es parte de las obligaciones que deben ser cubiertas con el capital de la compañía. En este sentido, existiría la necesidad de incorporar en el balance contable (solo para efectos de elaborar el balance proyectado) un rubro que se refiera a las obligaciones futuras derivadas del riesgo operativo, de manera que al proyectar el balance contable, sea posible que esas obligaciones tomen un determinado valor en el balance proyectado. Por esto, solo para efectos de incorporar el riesgo operativo como parte del balance, se puede considerar como una pérdida proyectada proveniente de un pasivo, suponiendo que al inicio dicho pasivo vale cero.

$$L_{ro} = P_{ro,1} - P_{ro,0} = P_{ro,1} - 0$$

### Estimación del RCS a partir de la diferencia entre activos y pasivos proyectados

Este enfoque consiste en calcular el RCS a partir de la diferencia entre capital inicial  $C_0$  y el capital proyectado  $C_1$ . Esta forma de calcular el RCS es equivalente a la anterior, como se muestra a continuación:

Partiendo de que:

$$L_T = L_{rt} + L_{rc} + L_{rf} + L_{ro}$$

Entonces:

$$L_T = P_{rt,1} - P_{rt,0} + A_{rf,0} - A_{rf,1} + A_{rc,0} - A_{rc,1} + P_{ro,1} - P_{ro,0}$$

Al recomodar se tiene que:

$$L_T = (A_{rf,0} + A_{rc,0} - P_{rt,0} - P_{ro,0}) - (A_{rf,1} + A_{rc,0} - P_{rt,1} - P_{ro,1}) = C_0 - C_1$$

En el siguiente ejemplo se ilustra que ambas metodologías llevan al mismo resultado en el cálculo del RCS. En efecto:

$$RCS = VaR_{99,5\%}(L_T) = VaR_{99,5\%}(C_0 - C_1) = 1.639,58$$

Tabla 6.1

Esc.	Pasivo riesgo técnico inicial $P_{rt,0}$	Activo inicial $A_0$	Capital inicial $C_0$	Pasivo técnico proyectado $P_{rt,1}$	Riesgo operativo proyectado $P_{ro,1}$	Activo proyectado $A_1$	Capital proyectado $C_1$	Pérdida del riesgo técnico $L_{rt}$	Pérdida del riesgo financiero $L_{rf}$	Pérdida total proyectada $L_T$	$C_0 - C_1$	
1	1.000,00	2.500,00	1.500,00	1.117,00	40,00	1.880,00	723,00	117,00	620,00	777,00	777,00	
2	1.000,00	2.500,00	1.500,00	886,00	630,00	2.027,50	511,50	-114,00	472,50	988,50	988,50	
3	1.000,00	2.500,00	1.500,00	818,00	720,00	2.345,00	807,00	-1820,00	155,00	693,00	693,00	
4	1.000,00	2.500,00	1.500,00	1.281,00	810,00	2.515,00	424,00	281,00	-15,00	1.076,00	1.076,00	
5	1.000,00	2.500,00	1.500,00	1.443,00	560,00	2.267,50	264,50	443,00	232,50	1.235,50	1.235,50	
6	1.000,00	2.500,00	1.500,00	882,00	740,00	1.950,00	328,00	-118,00	550,00	1.172,00	1.172,00	
7	1.000,00	2.500,00	1.500,00	1.193,00	930,00	2.120,00	-3,00	193,00	380,00	1.503,00	1.503,00	
8	1.000,00	2.500,00	1.500,00	1.217,00	550,00	2.750,00	983,00	217,00	-250,00	517,00	517,00	
9	1.000,00	2.500,00	1.500,00	1.119,00	290,00	2.120,00	290,00	711,00	119,00	380,00	789,00	
10	1.000,00	2.500,00	1.500,00	1.426,00	140,00	1.977,50	411,50	426,00	522,50	1.088,50	1.088,50	
11	1.000,00	2.500,00	1.500,00	909,00	780,00	2.422,50	733,50	-91,00	77,50	766,50	766,50	
12	1.000,00	2.500,00	1.500,00	856,00	130,00	2.675,00	1.689,00	-144,00	-175,00	-189,00	-189,00	
13	1.000,00	2.500,00	1.500,00	945,00	420,00	1.995,00	630,00	-55,00	505,00	870,00	870,00	
14	1.000,00	2.500,00	1.500,00	1.180,00	530,00	1.877,50	167,50	180,00	622,50	1.332,50	1.332,50	
15	1.000,00	2.500,00	1.500,00	952,00	460,00	2.675,00	1.263,00	-48,00	-175,00	237,00	237,00	
16	1.000,00	2.500,00	1.500,00	940,00	960,00	2.435,00	535,00	-60,00	65,00	965,00	965,00	
17	1.000,00	2.500,00	1.500,00	916,00	890,00	1.810,00	4,00	-84,00	690,00	1.496,00	1.496,00	
18	1.000,00	2.500,00	1.500,00	984,00	660,00	2.420,00	776,00	-16,00	80,00	724,00	724,00	
19	1.000,00	2.500,00	1.500,00	1.343,00	130,00	2.572,50	1.099,50	343,00	-72,50	400,50	400,50	
20	1.000,00	2.500,00	1.500,00	1.383,00	600,00	2.710,00	727,00	383,00	-210,00	773,00	773,00	
21	1.000,00	2.500,00	1.500,00	1.229,00	100,00	2.410,00	1.081,00	229,00	90,00	419,00	419,00	
22	1.000,00	2.500,00	1.500,00	1.437,00	290,00	2.275,00	548,00	437,00	225,00	952,00	952,00	
23	1.000,00	2.500,00	1.500,00	1.257,00	570,00	2.542,50	715,50	257,00	-42,50	784,50	784,50	
24	1.000,00	2.500,00	1.500,00	1.182,00	700,00	2.337,50	455,50	182,00	162,50	1.044,50	1.044,50	
25	1.000,00	2.500,00	1.500,00	966,00	620,00	2.160,00	574,00	-34,00	340,00	926,00	926,00	
26	1.000,00	2.500,00	1.500,00	1.313,00	740,00	2.437,50	384,50	313,00	62,50	1.115,50	1.115,50	
27	1.000,00	2.500,00	1.500,00	1.196,00	960,00	2.730,00	574,00	196,00	-230,00	926,00	926,00	
28	1.000,00	2.500,00	1.500,00	1.494,00	990,00	2.470,00	-14,00	494,00	30,00	1.514,00	1.514,00	
29	1.000,00	2.500,00	1.500,00	1.208,00	40,00	1.877,50	629,50	208,00	622,50	870,50	870,50	
30	1.000,00	2.500,00	1.500,00	1.146,00	70,00	2.457,50	1.241,50	146,00	42,50	258,50	258,50	
31	1.000,00	2.500,00	1.500,00	900,00	120,00	2.385,00	1.365,00	-100,00	115,00	135,00	135,00	
32	1.000,00	2.500,00	1.500,00	1.453,00	740,00	2.700,00	507,00	453,00	-200,00	993,00	993,00	
33	1.000,00	2.500,00	1.500,00	1.182,00	30,00	2.377,50	1.165,50	182,00	122,50	334,50	334,50	
34	1.000,00	2.500,00	1.500,00	1.007,00	900,00	2.525,00	618,00	7,00	-25,00	882,00	882,00	
35	1.000,00	2.500,00	1.500,00	870,00	810,00	2.065,00	385,00	-130,00	435,00	1.115,00	1.115,00	
36	1.000,00	2.500,00	1.500,00	969,00	740,00	2.587,50	878,50	-31,00	-87,50	621,50	621,50	
37	1.000,00	2.500,00	1.500,00	819,00	850,00	1.987,50	318,50	-181,00	512,50	1.181,50	1.181,50	
38	1.000,00	2.500,00	1.500,00	1.185,00	1.000,00	2.632,50	447,50	185,00	-132,50	1.052,50	1.052,50	
39	1.000,00	2.500,00	1.500,00	970,00	330,00	1.860,00	560,00	-30,00	640,00	940,00	940,00	
40	1.000,00	2.500,00	1.500,00	1.385,00	650,00	1.865,00	-170,00	385,00	635,00	1.670,00	1.670,00	
	<b>Valor en riesgo al 99,5 %</b>					<b>998,05</b>			<b>486,01</b>	<b>680,25</b>	<b>1.639,58</b>	<b>1.639,58</b>

## 6.5. LA PÉRDIDA MÁXIMA PROBABLE (PML)

Las fianzas, al igual que los seguros de caución, amparan riesgos que pueden generar a una compañía pérdidas catastróficas debido a aumentos súbitos de la siniestralidad, generalmente asociados a crisis económicas en el país. Ante esa expectativa, lo adecuado es que el RCS sea calculado en función de la pérdida máxima probable, que corresponde a la estimación de la pérdida que se produciría ante una situación de pérdidas catastróficas originadas por una crisis que provoque un aumento súbito de las reclamaciones. Por ello, resulta de interés plantear un modelo para calcular el PML.

Para el planteamiento del modelo del PML, haremos los siguientes supuestos básicos:

- La pérdida máxima probable corresponde a un escenario en el que la frecuencia de las reclamaciones (probabilidad de reclamación) en escenarios de estrés es de magnitud  $fr(i)$ .
- Que la compañía tiene en su cartera de riesgos un número de cúmulos que, ante escenarios de estrés, se pueden siniestrar con probabilidad  $fr(c)$ .
- Dado que se siniestra un cúmulo, el monto de la reclamación es solo por una parte  $\beta$  de la suma asegurada retenida total del cúmulo.
- En cada reclamación se tiene una determinada recuperación del pago de la póliza  $REC_i$  o del cúmulo  $REC_c$ .

Con estas hipótesis, lo adecuado para calcular la pérdida máxima probable es hacer la estimación de pérdidas mediante la simulación de siniestros de cada póliza  $i$  y de cada cúmulo bajo escenarios de estrés. El monto de la pérdida de cada póliza es la suma asegurada retenida, menos el monto recuperado de las contragarantías u otros mecanismos legales de recuperación de pagos.

El proceso estocástico consiste en simular la pérdida que puede provenir de cada póliza  $i$  para cada escenario  $e$ , de manera que cada siniestro  $S_i^e$  queda dado como aparece en la página siguiente.

$$S_i^e = \begin{cases} SAR_i - REC_i & \text{si } \mu(e) \leq fr(i) \\ 0 & \text{si } \mu(e) > fr(i) \end{cases}$$

En el caso de los cúmulos, la pérdida proveniente de cada cúmulo se calcularía como:

$$S_c^e = \begin{cases} \beta * SAR_c - REC_c & \text{si } \mu(e) \leq fr(c) \\ 0 & \text{si } \mu(e) > fr(c) \end{cases}$$

$U(e)$  son los valores aleatorios de la función uniforme  $(0,1)$ .

La pérdida total de la cartera de pólizas individuales en cada escenario  $e$   $\{ST_p^e\}$  es:

$$ST_p^e = \sum_{i=1}^{np} S_i^e - C_{xl}$$

Donde:

$np$ : es el número de pólizas individuales consideradas al momento de calcular el PML.

$C_{xl}$ : es el monto de pérdida que quedan cubiertas por el reaseguro de exceso de pérdida.

Análogamente, para los cúmulos, la pérdida total de la cartera en cada escenario  $e$   $\{ST_c^e\}$  es:

$$ST_c^e = \sum_{i=1}^{nc} S_c^e - C_{xl}$$

$nc$ : es el número de cúmulos al momento de calcular el PML.

El monto total de la siniestralidad en cada escenario es:

$$ST^e = ST_p^e + ST_c^e$$

De esta forma, se tendrá un conjunto de valores de pérdidas probables  $\{ST^e\}$ , con lo que finalmente el PML se puede calcular como el percentil al 99,5 %,  $VaR\{ST^e\}$ .

$$PML = VaR(ST^e)$$

Si existe adicionalmente alguna cobertura de reaseguro que acote el valor de la pérdida de la cartera  $VaR\{ST^e\}$  la parte cubierta ( $CR$ ) tendría que descontarse quedando:

$$PML = VaR(ST^e) - CR$$

## BIBLIOGRAFÍA

Albarrán Lozano, I. *Métodos estocásticos para la estimación de las provisiones técnicas en el marco de Solvencia II*. MAPFRE, España, 2010.

Bastín, J. *El seguro de crédito en el mundo contemporáneo*, Madrid, 1980.

Brown, R. L.; Gottlieb, L. R. *Introduction to Ratemaking and Loss Reserving for Property and Casualty Insurance*, Waterloo Ontario, 1993.

Comisión Nacional de Seguros y Fianzas. "Circular única de seguros y fianzas", México, 2016.

Comisión Nacional de Seguros y Fianzas. "Ley Federal de Instituciones de Fianzas", México, 2006.

Comisión Nacional de Seguros y Fianzas. *Ley de Instituciones de Seguros y Fianzas*, México, 2016.

Dick London, FSA, *Survival Models and their Estimation (Second Edition)*. ACTEX Publications Winsted Connecticut, USA, 1988.

Embid Irujo, J. M. "El seguro de caución: régimen jurídico convencional y naturaleza jurídica". *La Ley, Revista Jurídica*, tomo 2, España, 1986.

Gudiño, A. J. *Bases técnicas de fianzas*, Tesis de Maestría, Instituto Tecnológico Autónomo de México, México, 1998.

Hoyos Elizalde, C. *El seguro de caución*. Instituto de Ciencias del Seguro, MAPFRE, España, 2012.

Jossack, I. B.; Pollard, J. H.; Zehnwirth, B. *Introductory Statistics with Applications in General Insurance*. Cambridge University Press, Inglaterra, 1983.

López Cachero, M.; López de la Manzana, J. *Estadística para actuarios*, MAPFRE, España, 1996.

Molina Bello, M. La fianza. *Cómo garantizar sus obligaciones con terceros*. McGraw-Hill/Interamericana de México, México, 1994.

Organization for Economic Co-Operation and Development (OECD). *Catastrophic Risk and Insurance*, 2005.

Riegel, R.; Miller, G. S. *Seguros generales principios y práctica (Insurance Principles and Practices)*. CECSA, México, 1965.

Sabina Díaz, M. "Naturaleza y función del seguro de caución", *Revista de Derecho de la Universidad de Montevideo*, 2009.



## COLECCIÓN “CUADERNOS DE LA FUNDACIÓN”

Para cualquier información sobre nuestras publicaciones consulte:  
[www.fundacionmapfre.org](http://www.fundacionmapfre.org)

- 227. Fundamentos de primas y reservas de fianzas y seguros de caución. Enfoque de Solvencia II. 2018
- 226. Determinantes de la performance de los fondos de pensiones. 2018
- 225. Estudio sobre el employer branding del sector Seguros en España. 2018
- 224. El impacto de Solvencia II en los grupos de entidades aseguradoras. 2018
- 223. Contributions to Risk Analysis: RISK 2018
- 222. Individual Cancer Mortality Prediction. 2017
- 221. Defensa jurídica y dolo del asegurado en el seguro de responsabilidad civil. 2017
- 220. El proceso precontractual en el contrato de seguro: nuevo marco jurídico. 2017
- 219. Teoría de cópulas. Introducción y aplicaciones a Solvencia II. 2017
- 218. Cualificación profesional del actuario. Estudio internacional comparado. 2016
- 217. El seguro de responsabilidad civil derivada de la navegación de buques. 2016
- 216. El impacto de las últimas reformas en materia de jubilación: envejecimiento activo, sostenibilidad financiera y planes de pensiones. 2016
- 215. Previsión complementaria empresarial: estudio comparado internacional 2016
- 214. Normas sobre protección de los derechos de los consumidores en el contrato de seguro en Chile. 2016

213. *Gamificación: un modelo de fomento y gestión de comportamientos deseados en las relaciones entre individuos y organizaciones.* 2015
212. *Modelo de gestión integral para el sector atunero.* 2015
211. *Opções embutidas em planos unit-linked brasileiros: avaliação sob a medida de probabilidade real.* 2015
210. *El enfoque de Solvencia II para las pensiones ocupacionales españolas.* 2015
209. *El seguro privado de obras de arte.* 2015
208. *Definición y medición de la cultura aseguradora. Aplicación al caso español.* 2015
207. *Tipos de interés para valorar las provisiones técnicas de seguros.* 2015
206. *Teledetección aplicada a la elaboración de mapas de peligrosidad de granizo en tiempo real y mapas de daños en cultivos e infraestructuras.* 2015
205. *Current Topics on Risk Analysis: ICRA6 and Risk 2015 Conference.* 2015
204. *Determinantes do Premio de Default de (Res)seguradores.* 2014
203. *Generación de escenarios económicos para la medición de riesgos de mercado en Solvencia II a través de modelos de series temporales.* 2014
202. *Valoración de los inmuebles del patrimonio histórico y los riesgos sísmicos en el contrato de seguro: el caso de Lorca.* 2014
201. *Inteligencia computacional en la gestión del riesgo asegurador: operadores de agregación OWA en proceso de tarificación.* 2014
200. *El componente transfronterizo de las relaciones aseguradoras.* 2014
199. *El seguro basado en el uso (Usage Based Insurance).* 2014
198. *El seguro de decesos en la normativa aseguradora. Su encaje en Solvencia II.* 2014
197. *El seguro de responsabilidad civil en el arbitraje.* 2014
196. *La reputación corporativa en empresas aseguradoras: análisis y evaluación de factores explicativos.* 2014

195. La acción directa del perjudicado en el ordenamiento jurídico comunitario. 2013
194. Investigaciones en Seguros y Gestión del Riesgo: RIESGO 2013
193. Viability of Patent Insurance in Spain. 2013
192. Viabilidad del seguro de patentes en España. 2013
191. Determinación de zonas homogéneas de riesgo para los rendimientos de distintos cultivos de la región pampeana en Argentina. 2013
190. Género y promoción en los sectores financiero y asegurador. 2013
189. An Introduction to Reinsurance. 2013
188. El control interno y la responsabilidad penal en la mediación de seguros privados. 2013
187. Una introducción al gobierno corporativo en la industria aseguradora en América Latina. 2013
186. Mortalidad de jóvenes en accidentes de tráfico. 2012
185. Las reclamaciones derivadas de accidentes de circulación por carretera transfronterizos. 2012
184. Efecto disuasorio del tipo de contrato sobre el fraude. 2012
183. Claves del Seguro Español: una aproximación a la Historia del Seguro en España. 2012
182. La responsabilidad civil del asegurador de asistencia sanitaria. 2012
181. Colaboración en el contrato de Reaseguro. 2012
180. Origen, situación actual y futuro del seguro de Protección Jurídica. 2012
179. Experiencias de microseguros en Colombia, Perú y Brasil. Modelo socio agente. 2012
178. El agente de seguros y su Responsabilidad Civil. 2012
177. Riesgo operacional en el marco de Solvencia II. 2012

176. Un siglo de seguros marítimos barceloneses en el comercio con América. (1770-1870). 2012
175. El seguro de Caución. 2012
174. La contabilidad de los corredores de seguros y los planes y fondos de pensiones. 2012
173. El seguro de Vida en América Latina. 2011
172. Gerencia de riesgos sostenibles y Responsabilidad Social Empresarial en la entidad aseguradora. 2011
171. Investigaciones en Seguros y Gestión del Riesgo. RIESGO 2011
170. Introdução ao Resseguro. 2011
169. La salud y su aseguramiento en Argentina, Chile, Colombia y España. 2011
168. Diferencias de sexo en conductas de riesgo y tasa de mortalidad diferencial entre hombres y mujeres. 2011
167. Movilización y rescate de los compromisos por pensiones garantizados mediante contrato de seguros. 2011
166. Embedded Value aplicado al ramo No Vida. 2011
165. Las sociedades cautivas de Reaseguro. 2011
164. Daños del amianto: litigación, aseguramiento de riesgos y fondos de compensación. 2011
163. El riesgo de tipo de interés: experiencia española y Solvencia II. 2011
162. I Congreso sobre las Nuevas Tecnologías y sus repercusiones en el Seguro: Internet, Biotecnología y Nanotecnología. 2011
161. La incertidumbre bioactuarial en el riesgo de la longevidad. Reflexiones bioéticas. 2011
160. Actividad aseguradora y defensa de la competencia. La exención antitrust del sector asegurador. 2011

159. Estudio empírico sobre la tributación de los seguros de vida. 2010
158. Métodos estocásticos de estimación de las provisiones técnicas en el marco de Solvencia II. 2010
157. Introducción al Reaseguro. 2010
156. Encuentro Internacional sobre la Historia del Seguro. 2010
155. Los sistemas de salud en Latinoamérica y el papel del seguro privado. 2010
154. El Seguro de Crédito en Chile. 2010
153. El análisis financiero dinámico como herramienta para el desarrollo de modelos internos en el marco de Solvencia II. 2010
152. Características sociodemográficas de las personas con doble cobertura sanitaria. Un estudio empírico. 2010
151. Solidaridad impropia y seguro de Responsabilidad Civil. 2010
150. La prevención del blanqueo de capitales en las entidades aseguradoras, las gestoras y los corredores de seguros 2010
149. Fondos de aseguramiento agropecuario y rural: la experiencia mexicana en el mutualismo agropecuario y sus organizaciones superiores. 2010
148. Avaliação das Provisões de Sinistro sob o Enfoque das Novas Regras de Solvência do Brasil. 2010
147. El principio de igualdad sexual en el Seguro de Salud: análisis actuarial de su impacto y alcance. 2010
146. Investigaciones históricas sobre el Seguro español. 2010
145. Perspectivas y análisis económico de la futura reforma del sistema español de valoración del daño corporal. 2009
144. Contabilidad y Análisis de Cuentas Anuales de Entidades Aseguradoras (Plan contable 24 de julio de 2008). 2009

143. Mudanças Climáticas e Análise de Risco da Indústria de Petróleo no Litoral Brasileiro. 2009
142. Bases técnicas dinámicas del Seguro de Dependencia en España. Una aproximación en campo discreto. 2009
141. Transferencia Alternativa de Riesgos en el Seguro de Vida: Titulización de Riesgos Aseguradores. 2009
140. Riesgo de negocio ante asegurados con múltiples contratos. 2009
139. Optimización económica del Reaseguro cedido: modelos de decisión. 2009
138. Inversiones en el Seguro de Vida en la actualidad y perspectivas de futuro. 2009
137. El Seguro de Vida en España. Factores que influyen en su progreso. 2009
136. Investigaciones en Seguros y Gestión de Riesgos. RIESGO 2009.
135. Análisis e interpretación de la gestión del fondo de maniobra en entidades aseguradoras de incendio y lucro cesante en grandes riesgos industriales. 2009
134. Gestión integral de Riesgos Corporativos como fuente de ventaja competitiva: cultura positiva del riesgo y reorganización estructural. 2009
133. La designación de la pareja de hecho como beneficiaria en los seguros de vida. 2009
132. Aproximación a la Responsabilidad Social de la empresa: reflexiones y propuesta de un modelo. 2009
131. La cobertura pública en el seguro de crédito a la exportación en España: cuestiones prácticas-jurídicas. 2009
130. La mediación en seguros privados: análisis de un complejo proceso de cambio legislativo. 2009
129. Temas relevantes del Derecho de Seguros contemporáneo. 2009
128. Cuestiones sobre la cláusula cut through. Transferencia y reconstrucción. 2008

127. La responsabilidad derivada de la utilización de organismos genéticamente modificados y la redistribución del riesgo a través del seguro. 2008
126. Ponencias de las Jornadas Internacionales sobre Catástrofes Naturales. 2008
125. La seguridad jurídica de las tecnologías de la información en el sector asegurador. 2008
124. Predicción de tablas de mortalidad dinámicas mediante un procedimiento bootstrap. 2008
123. Las compañías aseguradoras en los procesos penal y contencioso-administrativo. 2008
122. Factores de riesgo y cálculo de primas mediante técnicas de aprendizaje. 2008
121. La solicitud de seguro en la Ley 50/1980, de 8 de octubre, de Contrato de Seguro. 2008
120. Propuestas para un sistema de cobertura de enfermedades catastróficas en Argentina. 2008
119. Análisis del riesgo en seguros en el marco de Solvencia II: Técnicas estadísticas avanzadas Monte Carlo y Bootstrapping. 2008
118. Los planes de pensiones y los planes de previsión asegurados: su inclusión en el caudal hereditario. 2007
117. Evolução de resultados técnicos e financeiros no mercado segurador iberoamericano. 2007
116. Análisis de la Ley 26/2006 de Mediación de Seguros y Reaseguros Privados. 2007
115. Sistemas de cofinanciación de la dependencia: seguro privado frente a hipoteca inversa. 2007
114. El sector asegurador ante el cambio climático: riesgos y oportunidades. 2007
113. Responsabilidade social empresarial no mercado de seguros brasileiro influências culturais e implicações relacionais. 2007

112. Contabilidad y análisis de cuentas anuales de entidades aseguradoras. 2007
111. Fundamentos actuariales de primas y reservas de fianzas. 2007
110. El Fair Value de las provisiones técnicas de los seguros de Vida. 2007
109. El Seguro como instrumento de gestión de los M.E.R. (Materiales Especificados de Riesgo). 2006
108. Mercados de absorción de riesgos. 2006
107. La exteriorización de los compromisos por pensiones en la negociación colectiva. 2006
106. La utilización de datos médicos y genéticos en el ámbito de las compañías aseguradoras. 2006
105. Los seguros contra incendios forestales y su aplicación en Galicia. 2006
104. Fiscalidad del seguro en América Latina. 2006
103. Las NIC y su relación con el Plan Contable de Entidades Aseguradoras. 2006
102. Naturaleza jurídica del Seguro de Asistencia en Viaje. 2006
101. El Seguro de Automóviles en Iberoamérica. 2006
100. El nuevo perfil productivo y los seguros agropecuarios en Argentina. 2006
99. Modelos alternativos de transferencia y financiación de riesgos "ART": situación actual y perspectivas futuras. 2005
98. Disciplina de mercado en la industria de seguros en América Latina. 2005
97. Aplicación de métodos de inteligencia artificial para el análisis de la solvencia en entidades aseguradoras. 2005
96. El Sistema ABC-ABM: su aplicación en las entidades aseguradoras. 2005
95. Papel del docente universitario: ¿enseñar o ayudar a aprender? 2005
94. La renovación del Pacto de Toledo y la reforma del sistema de pensiones: ¿es suficiente el pacto político? 2005



92. Medición de la esperanza de vida residual según niveles de dependencia en España y costes de cuidados de larga duración. 2005
91. Problemática de la reforma de la Ley de Contrato de Seguro. 2005
90. Centros de atención telefónica del sector asegurador. 2005
89. Mercados aseguradores en el área mediterránea y cooperación para su desarrollo. 2005
88. Análisis multivariante aplicado a la selección de factores de riesgo en la tarificación. 2004
87. Dependencia en el modelo individual, aplicación al riesgo de crédito. 2004
86. El margen de solvencia de las entidades aseguradoras en Iberoamérica. 2004
85. La matriz valor-fidelidad en el análisis de los asegurados en el ramo del automóvil. 2004
84. Estudio de la estructura de una cartera de pólizas y de la eficacia de un Bonus-Malus. 2004
83. La teoría del valor extremo: fundamentos y aplicación al seguro, ramo de responsabilidad civil autos. 2004
81. El Seguro de Dependencia: una visión general. 2004
80. Los planes y fondos de pensiones en el contexto europeo: la necesidad de una armonización. 2004
79. La actividad de las compañías aseguradoras de vida en el marco de la gestión integral de activos y pasivos. 2003
78. Nuevas perspectivas de la educación universitaria a distancia. 2003
77. El coste de los riesgos en la empresa española: 2001.
76. La incorporación de los sistemas privados de pensiones en las pequeñas y medianas empresas. 2003

75. Incidencia de la nueva Ley de Enjuiciamiento Civil en los procesos de responsabilidad civil derivada del uso de vehículos a motor. 2002
74. Estructuras de propiedad, organización y canales de distribución de las empresas aseguradoras en el mercado español. 2002
73. Financiación del capital-riesgo mediante el seguro. 2002
72. Análisis del proceso de exteriorización de los compromisos por pensiones. 2002
71. Gestión de activos y pasivos en la cartera de un fondo de pensiones. 2002
70. El cuadro de mando integral para las entidades aseguradoras. 2002
69. Provisiones para prestaciones a la luz del Reglamento de Ordenación y Supervisión de los Seguros Privados; métodos estadísticos de cálculo. 2002
68. Los seguros de crédito y de caución en Iberoamérica. 2001
67. Gestión directiva en la internacionalización de la empresa. 2001
65. Ética empresarial y globalización. 2001
64. Fundamentos técnicos de la regulación del margen de solvencia. 2001
63. Análisis de la repercusión fiscal del seguro de vida y los planes de pensiones. Instrumentos de previsión social individual y empresarial. 2001
62. Seguridad Social: temas generales y régimen de clases pasivas del Estado. 2001
61. Sistemas Bonus-Malus generalizados con inclusión de los costes de los siniestros. 2001
60. Análisis técnico y económico del conjunto de las empresas aseguradoras de la Unión Europea. 2001
59. Estudio sobre el euro y el seguro. 2000
58. Problemática contable de las operaciones de reaseguro. 2000
56. Análisis económico y estadístico de los factores determinantes de la demanda de los seguros privados en España. 2000

54. El corredor de reaseguros y su legislación específica en América y Europa. 2000
53. Habilidades directivas: estudio de sesgo de género en instrumentos de evaluación. 2000
52. La estructura financiera de las entidades de seguros, S.A. 2000
51. Seguridades y riesgos del joven en los grupos de edad. 2000
50. Mixturas de distribuciones: aplicación a las variables más relevantes que modelan la siniestralidad en la empresa aseguradora. 1999
49. Solvencia y estabilidad financiera en la empresa de seguros: metodología y evaluación empírica mediante análisis multivariante. 1999
48. Matemática Actuarial no vida con MapleV. 1999
47. El fraude en el Seguro de Automóvil: cómo detectarlo. 1999
46. Evolución y predicción de las tablas de mortalidad dinámicas para la población española. 1999
45. Los Impuestos en una economía global. 1999
42. La Responsabilidad Civil por contaminación del entorno y su aseguramiento. 1998
41. De Maastricht a Amsterdam: un paso más en la integración europea. 1998
39. Perspectiva histórica de los documentos estadístico-contables del órgano de control: aspectos jurídicos, formalización y explotación. 1997
38. Legislación y estadísticas del mercado de seguros en la comunidad iberoamericana. 1997
37. La responsabilidad civil por accidente de circulación. Puntual comparación de los derechos francés y español. 1997
36. Cláusulas limitativas de los derechos de los asegurados y cláusulas delimitadoras del riesgo cubierto: las cláusulas de limitación temporal de la cobertura en el Seguro de Responsabilidad Civil. 1997
35. El control de riesgos en fraudes informáticos. 1997

34. El coste de los riesgos en la empresa española: 1995
33. La función del derecho en la economía. 1997
32. Decisiones racionales en reaseguro. 1996
31. Tipos estratégicos, orientación al mercado y resultados económicos: análisis empírico del sector asegurador español. 1996
30. El tiempo del directivo. 1996
29. Ruina y Seguro de Responsabilidad Civil Decenal. 1996
28. La naturaleza jurídica del Seguro de Responsabilidad Civil. 1995
27. La calidad total como factor para elevar la cuota de mercado en empresas de seguros. 1995
26. El coste de los riesgos en la empresa española: 1993
25. El reaseguro financiero. 1995
24. El seguro: expresión de solidaridad desde la perspectiva del derecho. 1995
23. Análisis de la demanda del seguro sanitario privado. 1993
22. Rentabilidad y productividad de entidades aseguradoras. 1994
21. La nueva regulación de las provisiones técnicas en la Directiva de Cuentas de la C.E.E. 1994
20. El Reaseguro en los procesos de integración económica. 1994
19. Una teoría de la educación. 1994
18. El Seguro de Crédito a la exportación en los países de la OCDE (evaluación de los resultados de los aseguradores públicos). 1994
16. La legislación española de seguros y su adaptación a la normativa comunitaria. 1993
15. El coste de los riesgos en la empresa española: 1991

14. El Reaseguro de exceso de pérdidas 1993
12. Los seguros de salud y la sanidad privada. 1993
10. Desarrollo directivo: una inversión estratégica. 1992
9. Técnicas de trabajo intelectual. 1992
8. La implantación de un sistema de controlling estratégico en la empresa. 1992
7. Los seguros de responsabilidad civil y su obligatoriedad de aseguramiento. 1992
6. Elementos de dirección estratégica de la empresa. 1992
5. La distribución comercial del seguro: sus estrategias y riesgos. 1991
4. Los seguros en una Europa cambiante: 1990-95. 1991
2. Resultados de la encuesta sobre la formación superior para los profesionales de entidades aseguradoras (A.P.S.). 1991
1. Filosofía empresarial: selección de artículos y ejemplos prácticos. 1991

## **LIBROS**

La Responsabilidad Civil en el ámbito de los ciberriesgos. 2017

Longevidad y envejecimiento en el tercer milenio. 2017

El Ahorro en perspectiva histórica. 2016

Lo bueno, si breve... Microrrelatos de Seguros. 2016

The risk of longevity and its practical application to Solvency II. 2015

Historia de FIDES –Federación Interamericana de Empresas de Seguros. 2015

El riesgo de longevidad y su aplicación práctica a Solvencia II. 2014

Historia del Seguro en España. 2014

Actas del III Congreso Internacional de Nuevas Tecnologías: sus repercusiones en el seguro: internet, biotecnología y nanotecnología: 12 y 13 de noviembre de 2012, Santiago de Chile. 2013

Emergencia y reconstrucción: el antes y después del terremoto y tsunami del 27F en Chile. 2012

Riesgo sistémico y actividad aseguradora. 2012

La historia del seguro en Chile (1810-2010). 2012

Modelo de proyección de carteras de seguros para el ramo de decesos. 2011

Desarrollo comercial del seguro colectivo de dependencia en España. 2010

La mediación de seguros en España: análisis de la Ley 26/2006, de Mediación de Seguros y Reaseguros Privados. 2010

Museo del Seguro. Catálogo. 2010

Diccionario MAPFRE de Seguros. 2008

Teoría de la credibilidad: desarrollo y aplicaciones en primas de seguros y riesgos operacionales. 2008

El seguro de caución: una aproximación práctica. 2007

El seguro de pensiones. 2007

Las cargas del acreedor en el seguro de responsabilidad civil. 2006

Diccionario bilingüe de expresiones y términos de seguros: inglés-español, español-inglés. 2006

El seguro de riesgos catastróficos: reaseguro tradicional y transferencia alternativa de riesgos. 2005

La liquidación administrativa de entidades aseguradoras. 2005

## **INFORMES Y RANKINGS**

Desde 1994 se publican anualmente estudios que presentan una panorámica concreta de los mercados aseguradores europeos, de España e Iberoamérica y que pueden consultarse en formato electrónico en castellano y en inglés desde la página Web: [www.fundacionmapfre.org](http://www.fundacionmapfre.org)

Mercado español de seguros

Mercado asegurador latinoamericano

Ranking de grupos aseguradores europeos

Ranking de grupos aseguradores iberoamericanos

Panorama económico y sectorial 2018

Regímenes de regulación de solvencia 2018

Elementos para el expansión del seguro en América Latina. 2017

Sistemas de Pensiones. 2017

Los millennials y el seguro en España. 2016

Tendencias de crecimiento de los mercados aseguradores de América Latina para 2016

Estudio social sobre la jubilación: expectativas y experiencias. 2015

La percepción social del seguro en España. 2014

Informe de predicción de la actividad aseguradora en España. 2014

La internacionalización de la empresa española: riesgos y oportunidades. 2014

El seguro en la sociedad y la economía españolas. 2013

Papel del seguro en el desarrollo sostenible. ICEA, 2013

Emprender en momentos de crisis: riesgos y factores de éxito. 2012

La percepción social del seguro en España. 2012



Puedes descargar la versión digital  
en el **Centro de Documentación**

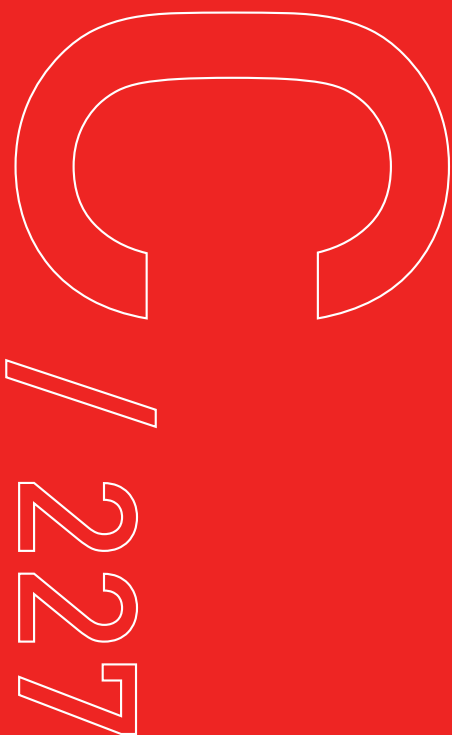
[www.fundacionmapfre.org/documentacion](http://www.fundacionmapfre.org/documentacion)



**FM** Fundación **MAPFRE**



Fundación **MAPFRE**



Paseo de Recoletos, 23  
28004 Madrid (España)  
[www.fundacionmapfre.org](http://www.fundacionmapfre.org)

P.V.P.: 20€  
978-84-9844-709-5

