



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

**PERSPECTIVA ACTUARIAL DE LA RESERVA DE SONOR**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

**A C T U A R I A**

P R E S E N T A :

**JESSICA GARIBAY MURGUÍA**



DIRECTOR DE TESIS: ACT. ALFONSO PARRAO GUZMÁN

ASESOR DE TESIS: ACT. RICARDO SEVILLA AGUILAR



FACULTAD DE CIENCIAS  
SECCION ACTUARIAL

m.340609



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el contenido de mi trabajo recepcional.

NOMBRE: Garibay Murguía  
Jessica

FECHA: 10 Febrero 2005

FIRMA: [Firma]

**ACT. MAURICIO AGUILAR GONZÁLEZ**  
**Jefe de la División de Estudios Profesionales de la**  
**Facultad de Ciencias**  
**Presente**

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo escrito:

"Perspectiva Actuarial de la Reserva de SONOR"

realizado por Jessica Garibay Murguía

con número de cuenta 09524785-2 , quien cubrió los créditos de la carrera de:

Actuaría

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

Director de Tesis

Propietario

Asesor de Tesis

Propietario

Propietario

Suplente

Suplente

Act. Alfonso Parrao Guzmán

[Firma]

Act. Ricardo Humberto Sevilla Aguilar

[Firma]

Act. Fernando Pérez Márquez

Fernando Pérez M.

Act. Felipe Zamora Ramos

[Firma]

Act. Miguel Angel Torres Ramirez

[Firma]

Consejo Departamental de Matemáticas



[Firma]

Act. Jaime Muñoz Alamillo

CONSEJO DEPARTAMENTAL

DE

MATEMÁTICAS

A Dios por permitirme llegar a este momento de mi vida acompañada de las personas que más amo.

A mi mamá por motivarme a seguir siempre adelante y alcanzar mis metas, por el apoyo incondicional y por su amor.

A mi papá por su gran cariño, y por ser siempre un pilar importante en mi vida.

A mi Ericso, el amor de mi vida, gracias por tu apoyo y gran amor.

A mi princesa Sarahi, eres la luz que ilumina mi camino y llena mis días de felicidad.

A mis Hermanos, que los quiero mucho: Ricardo por su apoyo y su cariño y Ángel por estar siempre a mi lado.

A mi tía Lety por sus consejos y su cariño.

A Paula y a Marlene por su hermosa amistad y los momentos compartidos.

Y mi especial agradecimiento a Alfonso por brindarme su ayuda, tiempo y paciencia para realizar este trabajo.

## **“Perspectiva Actuarial de la Reserva de SONOR”**

# Índice

---

	Pág.
<b>Introducción</b>	<b>i</b>
<b>Siglas</b>	<b>iv</b>
<b>Desarrollo</b>	
<b>Capítulo I</b>	
<b>Marco Teórico de la Reserva de SONOR.</b>	
1.1 Antecedentes	1
1.2 El Concepto de Siniestro	3
1.2.1 Clases de Siniestros	4
1.2.2 Clasificación de los Siniestros con Base en la Fecha de Ocurrencia y en la Fecha de Reporte	5
1.2.2.1 Los Siniestros Pagados	6
1.2.2.2 Los Siniestros Pendientes de Pago	7
1.3 Los Siniestros Ocurridos pero No Reportados	9
1.3.1 Los Siniestros No Totalmente Reportados	10
1.3.2 Los Siniestros Todavía No Reportados	11
1.4 Las Reservas. Definición	12
1.4.1 La importancia de las Reservas	13
1.5 La Reserva para Obligaciones Pendientes de Cumplir (OPC)	14
1.5.1 Reserva de Siniestros Pendientes de Pago	14
1.5.2 Reserva de Siniestros Ocurridos pero No Reportados	15
1.6 Clasificación de los Siniestros que forman parte de la Reserva de SONOR	18
1.7 Incertidumbre de la Reserva de SONOR	19
1.8 La Importancia de la Reserva de SONOR	20
1.9 Factores que afectan la estimación de la Reserva SONOR	20
1.10 Reserva de Gastos de Ajuste Asignados al Siniestro (GAAS)	23

## Capítulo II

### Análisis Gráfico de la Reserva de SONOR.

2.1 Análisis Gráfico y Comparativo de la Reserva de SONOR y GAAS con otras variables	24
--	----

## Capítulo III

### Métodos para estimar la Reserva de SONOR.

3.1 La Reserva de SONOR en diversos países	40
3.2 Métodos para el estimar la Reserva de SONOR	47
3.2.1 Clasificación de los métodos para estimar la Reserva de SONOR	48
3.2.1.1 Triángulo de desarrollo	49
3.2.1.2 Métodos No-Estocásticos	53
3.2.1.2.1 Método Chain-Ladder	53
3.2.1.2.2 Método del Crecimiento	56
3.2.1.2.3 Método de la Razón	61
3.2.1.2.4 Método de Bornhuetter-Ferguson	63
3.2.1.2.5 Método de Loss Ratio	65
3.2.1.2.6 Método de Separación	66
3.2.1.3 Métodos Estocásticos	68
3.2.1.3.1 Método de Mínimos Cuadrados de De Vylder	68
3.2.1.3.2 El Modelo de Regresión	69
3.2.1.3.3 Método de Credibilidad de De Vylder	71
3.2.1.3.4 Método de Mack	73
3.2.1.3.5 Inferencia Bayesiana	74

## Capítulo IV

### Perspectiva Actuarial de la Reserva de SONOR.

4.1 Comparativa de la Reserva de SONOR	80
a) Chain-Ladder	80
b) Bornhuetter-Ferguson	83
c) Crecimiento	84
d) Razón	86
e) Intuición	88
4.2 Análisis y Crítica de Resultados	92
4.3 Perspectiva Actuarial de la Reserva de SONOR	95
4.3.1 Credibilidad	99
4.4 Nota Técnica de la Reserva de SONOR	100

---

<b>Conclusiones</b>	<b>108</b>
<b>Apéndice</b>	
• Marco Legal	<b>113</b>
<b>Glosario</b>	<b>118</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>121</b>



## Introducción

---

El tema de seguros engloba una gran diversidad de subtemas y problemáticas, cuyos orígenes, interacción y consecuencias abarcan un ámbito muy amplio que no sería posible analizar en un solo trabajo. Por tal razón, en el presente documento se tomará un aspecto específico denominado *Reservas*, particularmente, la llamada Reserva de Siniestros Ocurredos pero No Reportados.

La Reserva de Siniestros Ocurredos pero No Reportados se constituye en las operaciones de Vida (excepto Pensiones), Daños (excepto Crédito) y Accidentes y Enfermedades.

La razón por la cual la Reserva de Siniestros Ocurredos pero No Reportados no se estima para Fianzas, Crédito y Pensiones, es porque en estas operaciones los negocios tienen un seguimiento continuo y las reclamaciones se conocen de antemano.

Por tanto, cuando se refiera a operaciones o ramos, será para Vida (excepto Pensiones), Daños (excepto Crédito) y Accidentes y Enfermedades.

Uno de los aspectos básicos de la regulación (supervisión y vigilancia), así como objetivo de las mismas instituciones en las operaciones de seguros se basa en lograr que las compañías de seguros cumplan con las obligaciones que han contraído con los asegurados. Debido a que el cumplimiento de tales obligaciones consiste esencialmente en hacer frente a las reclamaciones futuras que presenten los asegurados, las compañías deberán contar con los recursos financieros suficientes a través de la constitución de reservas. Así, el principal recurso con que cuenta una compañía de seguros para tales efectos son las reservas, por lo que es fundamental que existan criterios generales para la constitución de las mismas.

Por lo anterior, es clara la necesidad de que cada compañía de seguros debe cuantificar, de acuerdo con la legislación y estándares generalmente aceptados, las obligaciones futuras derivadas de sus operaciones a una fecha de corte y que dichas obligaciones sean reflejadas en los reportes financieros, con la finalidad de plasmar con mayor claridad y consistencia su situación actual.

De esta manera, la importancia de constituir reservas, radica en que éstas se enmarcan dentro del contexto de solvencia y estabilidad financiera de cada compañía de seguros. Entendiendo por solvencia la capacidad de una empresa para hacer frente a las obligaciones contraídas.

Asimismo, partiendo del principio de que las obligaciones de las compañías de seguros corresponden al pago de siniestros, particularmente de aquellos que se desfasan en el tiempo respecto de su fecha de ocurrencia y reporte, se implementó la Reserva de Siniestros Ocurredos pero No Reportados. La adecuada cuantificación de esta reserva permitirá reflejar reportes financieros más reales y por lo tanto, que las primas de tarifa<sup>1</sup> se ajusten a tal situación.

Por otra parte, si la prima es insuficiente para cubrir razonablemente el riesgo y los costos asociados a dicha cobertura, la compañía de seguros podría enfrentar fuertes pérdidas económicas. Por ello, debe existir un mecanismo que asegure que las reservas reflejarán, en todo momento, las obligaciones asumidas por dichas compañías de seguros.

## OBJETIVO

El presente documento tiene como objetivo conocer la importancia que tienen las Reservas de Siniestros Ocurredos pero No Reportados (SONOR) y de Gastos de Ajuste Asignados al Siniestro (GAAS) para las compañías de seguros desde una perspectiva actuarial, la aplicación de diversos métodos para su cálculo, un análisis y crítica del uso y explotación de tales metodologías, así como una visión a futuro.

---

<sup>1</sup> Prima de tarifa: Se denomina también Prima Comercial o Prima Bruta y es la que aplica el asegurador a un riesgo determinado y para una cobertura concreta. Está formada, como elemento base por la Prima Pura (ver glosario) más los recargos para gastos generales de gestión y administración, gastos comerciales o de adquisición, gastos de cobranza de las primas, gastos de liquidación de siniestros más, en su caso, coeficiente de seguridad y ganancia comercial.

Por otra parte, en el primer capítulo de este documento se da una breve explicación teórica de lo que son las Reservas en general y la importancia de constituir las; asimismo, se realiza una explicación más detallada de las Reservas de Siniestros Ocurredos pero No Reportados y de Gastos de Ajuste Asignados al Siniestro.

En lo que se refiere al capítulo II, se realiza un análisis gráfico de la Reserva de Siniestros Ocurredos pero No Reportados y de la Reserva de Gastos de Ajuste Asignados al Siniestro (cifras al 31 de diciembre de los años de 1999 a 2003 del balance general), para cada año y por compañía<sup>2</sup> comparando con otras variables relacionadas, como son: Primas y Siniestros.

Asimismo, en el capítulo III se describe el cálculo de la Reserva de Siniestros Ocurredos pero No Reportados en diferentes países, también se presenta un breve resumen de los métodos que más se utilizan en México y en el mundo para el cálculo de la reserva de Siniestros Ocurredos pero No Reportados.

En el cuarto capítulo se hace una estimación de la Reserva de Siniestros Ocurredos pero No Reportados con varios métodos, incluyendo uno de invención propia llamado de "Intuición", se comparan y analizan dichos métodos así como los resultados obtenidos.

Y para finalizar, se da un apartado de conclusiones y un enfoque a futuro de esta reserva.

---

<sup>2</sup> Fuente: Página CNSF ([www.cnsf.gob.mx](http://www.cnsf.gob.mx)), en la ruta: Módulo de Información → Información Instituciones → Información Financiera → Balance General.

# Siglas

---

En el presente documento se hace uso de las siguientes siglas.

<b>CNSF</b>	Comisión Nacional de Seguros y Fianzas
<b>CONAC</b>	Colegio Nacional de Actuarios A.C.
<b>CONDUSEF</b>	Comisión Nacional para la Protección y Defensa de los Usuarios de Servicios Financieros
<b>DOF</b>	Diario Oficial de la Federación
<b>IBNFR</b>	Incurred But Not Fully Reported (por sus siglas en inglés)
<b>IBNR</b>	Incurred But Not Reported (por sus siglas en inglés)
<b>IBNYR</b>	Incurred But Not Yet Reported (por sus siglas en inglés)
<b>LGISMS</b>	Ley General de Instituciones y Sociedades Mutualista de Seguros
<b>LSCS</b>	Ley Sobre el Contrato del Seguro
<b>OPC</b>	Obligaciones Pendientes de Cumplir
<b>OPNR</b>	Ocurridos Pero No Reportados
<b>SHCP</b>	Secretaría de Hacienda y Crédito Público
<b>SONR ó SONOR</b>	Siniestros Ocurridos pero No Reportados
<b>SONTR U OPNRC</b>	Siniestros Ocurridos y No Totalmente Reportados o Siniestros Ocurridos pero No Reportados Completamente
<b>SOTNR U OPANR</b>	Siniestros Ocurridos y Todavía No Reportados o Siniestros Ocurridos Pero aún No Reportados

# Capítulo I

## Marco Teórico de la Reserva de SONOR

---

### 1.1 Antecedentes

La obligatoriedad de afrontar las responsabilidades por parte de las compañías<sup>3</sup> de seguros así como el desconocer cuándo se deberán atender dichas responsabilidades, las induce a que constituyan reservas<sup>4</sup> de diversas índoles, en apego a la normatividad establecida en México.

De acuerdo con la normatividad, toda compañía de seguros debe contar con los recursos financieros suficientes para poder cumplir con el pago de las indemnizaciones<sup>5</sup> en caso de siniestro<sup>6</sup>, siempre y cuando dicho siniestro cumpla con las condiciones establecidas en el contrato y que además se encuentre en vigor al momento de la ocurrencia; por lo que es fundamental establecer criterios generales para la constitución de reservas en las compañías de seguros, ya que es una de sus principales obligaciones legales.

Particularmente, una de las reservas técnicas<sup>7</sup> que se obliga a constituir en las compañías de seguros es la llamada *Reserva para Obligaciones Pendientes de Cumplir*.

A su vez, la reserva de Siniestros Ocurredos pero No Reportados, forma parte de la Reserva para Obligaciones Pendientes de Cumplir y necesariamente debe ser

---

<sup>3</sup> **Compañía:** Compañía de Seguros = Institución = Aseguradora = Entidad Aseguradora.

<sup>4</sup> Ver 1.4 Las Reservas.

<sup>5</sup> **Indemnización:** Es la prestación a cargo del Asegurador en caso de producirse el siniestro.

<sup>6</sup> Ver 1.2 El Concepto de Siniestro.

<sup>7</sup> Ver 1.4 Las Reservas.

constituida por las compañías de seguros como un pasivo contingente<sup>8</sup>. La razón que motiva el cálculo de esta reserva, se basa en permitir a las compañías de seguros contar con las provisiones necesarias para hacer frente a responsabilidades derivadas de siniestros ocurridos en períodos contables anteriores, pero reportados en el ejercicio en curso o con posterioridad. También ofrece certidumbre a la suficiencia de primas de tarifa al considerar un recargo por este concepto.

La constitución y valuación de una reserva que refleje la estimación de Siniestros Ocurridos pero No Reportados, evita que las compañías de seguros tomen utilidades que no corresponden al ejercicio.

Así, la constitución de la reserva de Siniestros Ocurridos pero No Reportados está prevista en la Ley General de Instituciones y Sociedades Mutualistas de Seguros desde 1981 (Artículo 50, fracción II); sin embargo, no fue reglamentada sino hasta 1994 (Circular S-10.6), ya que se suponía que su función era cubierta parcialmente por las *Reservas de Previsión y Catastrófica*; no obstante, dichas reservas son de naturaleza distinta.

En términos generales, la *Reserva de Previsión* fue utilizada para cubrir posibles pérdidas por desviaciones extraordinarias en la siniestralidad a nivel mercado, y la *Reserva de Riesgos Catastróficos* sirve para cubrir la posible ocurrencia de siniestros de eventos naturales como terremoto, granizo, huracán, etc., la cual sólo se constituye en la operación de Daños, mientras que la *Reserva de Siniestros Ocurridos pero No Reportados* se utiliza para cubrir aquellos siniestros que se reportan después del cierre contable o que no fueron reportados completamente.

Sin embargo, como anteriormente se dijo, la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, en apego a lo dispuesto en la Ley General de Instituciones y Sociedades Mutualistas de Seguros Artículo 50 fracción II, con fecha 13 de abril de 1994 publicó en el Diario Oficial de la Federación las reglas para la constitución de la Reserva por Siniestros Ocurridos pero No Reportados (SONOR).

---

<sup>8</sup> **Pasivo:** Valor monetario total de las deudas y compromisos que gravan a una empresa, Institución o individuo, y que se reflejan en su contabilidad y contingente debido a su naturaleza aleatoria.

Dicha Reserva debe ser auditada por un actuario externo autorizado por la Comisión Nacional de Seguros y Fianzas y certificado por el Colegio Nacional de Actuarios A.C. (CONAC).

Adicionalmente a la reserva de SONOR, se prevé la constitución de la Reserva para Gastos de Ajuste Asignados al Siniestro (GAAS), la cual, de la misma manera que la reserva de SONOR también es susceptible de separar en retención y cesión.

Para calcular las reservas de Siniestros Ocurridos pero No Reportados existen muchos modelos, sin embargo, la mayoría de ellos son variaciones de unos cuantos.

El método o combinación de métodos, deberá seleccionarse en función del tipo de negocio, disponibilidad de información, recursos técnicos y académicos (preparación del actuario).

En general, la metodología para realizar la estimación de los Siniestros Ocurridos pero No Reportados, se basa en la idea de resumir la información en una matriz triangular de registro (se analiza a detalle en el capítulo III), que muestra los pagos o reclamaciones realizados en diferentes periodos de tiempo (meses, trimestres<sup>9</sup>, años o cualquier otro periodo), contra el periodo de desfase en que el siniestro ocurre y se reporta o se reporta y paga.

## 1.2 El Concepto de Siniestro

**Siniestro** "es un acontecimiento que, por causar eventos concretos previstos en la póliza, origina la aparición del principio indemnizatorio, obligando a la entidad aseguradora a satisfacer, total o parcialmente, al asegurado o a sus beneficiarios, el capital garantizado en el contrato"<sup>10</sup>.

Una vez ocurrido el siniestro, éste debe ser evaluado mediante un conjunto de procesos, realizados por especialistas (peritos, ajustadores, médicos, etc.) o por la compañía de seguros, encaminados a determinar el valor económico de las pérdidas sufridas por el asegurado.

<sup>9</sup> En general, el periodo utilizado es el trimestral.

<sup>10</sup> Castelo Matrán, Julio. Diccionario MAPFRE de Seguros. Editorial. MAPFRE. Madrid, España, 1992. Pág. 368

### 1.2.1 Clases de Siniestros<sup>11</sup>

Por el grado de intensidad del evento producido:

- *Siniestro Total*: Se da este nombre a aquél cuyas consecuencias han afectado a la totalidad del ente asegurado, destruyéndolo completa o casi completamente, en el caso de Daños, para Vida y Accidentes y Enfermedades se llama siniestro Permanente.
- *Siniestro Parcial*: Es aquél cuyas consecuencias sólo afectan parte del ente asegurado, sin destruirlo completamente, en el caso de daños, para Vida y Accidentes y Enfermedades este siniestro se denomina Total.

Por su estado de trámite:

- *Siniestro Declarado o Reportado*: Aquél que ha sido comunicado por el asegurado a su compañía de seguros.
- *Siniestro Pendiente*: Es aquél cuyas consecuencias económicas aún no han sido totalmente indemnizadas por la compañía de seguros.

Puede estar pendiente de pago por haber sido ya evaluado por la compañía de seguros; pendiente de liquidación, si se encuentra en estudio su valuación; o pendiente de declaración, si habiendo ocurrido, no ha sido comunicado pero debe ser contabilizado.

- *Siniestro Liquidado (o Pagado)*: Aquél cuyas consecuencias económicas han sido completamente indemnizadas o reparadas por la compañía de seguros.

Por la regularidad estadística del riesgo del que proceden:

- *Siniestro Ordinario*: Es el que tiene su origen en la ocurrencia de un riesgo ordinario o “normal”; por ejemplo, accidente de automóvil.

---

<sup>11</sup> Clasificación de MAPFRE, Curso MAPFRE de Introducción al Seguro, Módulo 2.



- *Siniestro Extraordinario o Catastrófico*: Es aquél que está originado por un riesgo de naturaleza extraordinaria o “excepcional”, por ejemplo, erupción volcánica o terremoto.

### 1.2.2 Clasificación de los Siniestros con base en la Fecha de Ocurrencia y en la Fecha de Reporte.

El monto de siniestros se acumula durante un plazo determinado siguiendo el estándar contable en México, dicho plazo se conoce como ejercicio contable anual de la compañía de seguros, y que se subdivide en otros períodos (semestrales, trimestrales o mensuales).

Al término de cada período contable se conoce el monto de siniestros acumulado que registra la compañía desde el 1º de enero hasta el final del mismo y que se divide en los siniestros pagados y los siniestros pendientes de pago.

Cada una de estas categorías se compone por los montos correspondientes a siniestros conocidos a la fecha de cierre contable. Sin embargo, al analizar detenidamente cada uno de estos conceptos se encuentra que algunos ocurrieron antes de iniciar el ejercicio, situación que implica que no son de este período, de lo cual se deduce que posiblemente se reportarán en lo futuro siniestros correspondientes al presente ejercicio.

Esta problemática implica diferentes impactos para la economía de una compañía de seguros, dependiendo del momento, en relación al de ocurrencia, en el cual se registran los siniestros dentro de sus resultados.

En resumen, puede existir un desfase entre las fechas de ocurrencia y reporte del siniestro o contra el pago del mismo en relación al período de registro contable de la compañía de seguros, hecho que resalta la necesidad de conocer el tipo de reclamaciones que componen la siniestralidad.

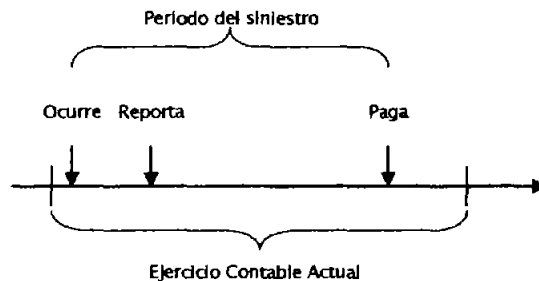
### 1.2.2.1 Los Siniestros Pagados

Se definen como *Siniestros Pagados* aquellos cuyo monto ha sido liquidado *en su totalidad* dentro del período de ejercicio de la compañía de seguros, y por los cuales se estima que ya no se realizarán pagos en lo futuro.

Dentro de esta categoría puede realizarse la siguiente clasificación:

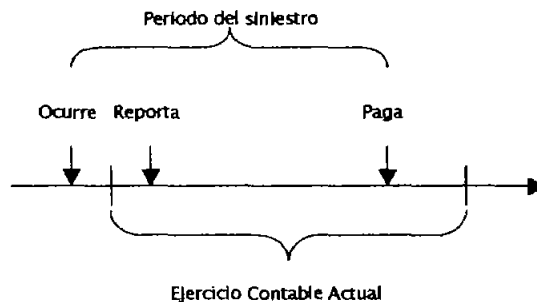
1. Siniestro Ocurrido, Reportado y Pagado durante el mismo ejercicio (Tabla 1.1).

Tabla 1.1



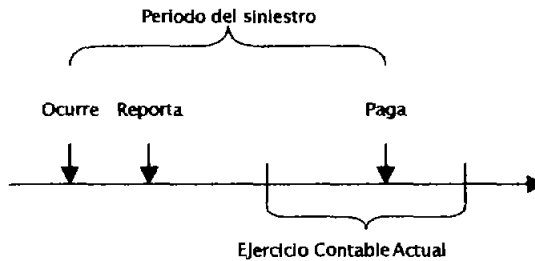
2. Ocurrido durante ejercicios anteriores, Reportado y Pagado durante el actual (Tabla 1.2).

Tabla 1.2



3. Ocurrido y Reportado durante ejercicios anteriores, pagado en el ejercicio actual (Tabla 1.3).

Tabla 1.3



1.2.2.2 Los Siniestros Pendientes de Pago

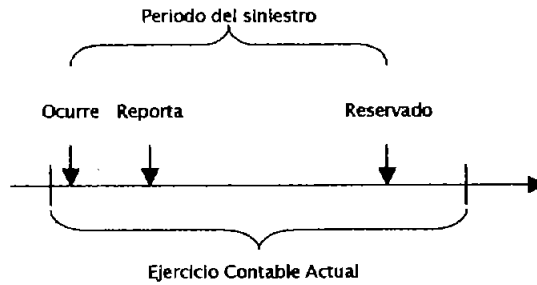
Los *Siniestros Ocurridos, Reportados y Pendientes de Pago* son aquellos siniestros conocidos por la compañía de seguros y que al final de un período de ejercicio, por alguna causa, todavía no puede determinar si procede la indemnización y/o el importe por el que habrá de responder<sup>12</sup>.

Dentro de esta categoría puede realizarse la siguiente clasificación:

1. Siniestro Ocurrido y Reportado durante el mismo ejercicio, todavía Reservado (Tabla 1.4).

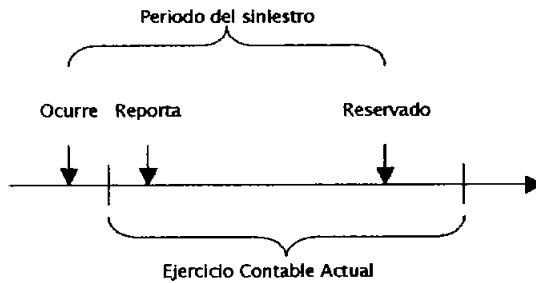
<sup>12</sup> Circular 10.6.4 mediante la cual se dan a conocer a las instituciones y sociedades mutualistas de seguros, las disposiciones de carácter general para establecer la forma y términos en que deberán presentar la información de la valuación de la Reserva para Obligaciones Pendientes de Cumplir.

Tabla 1.4



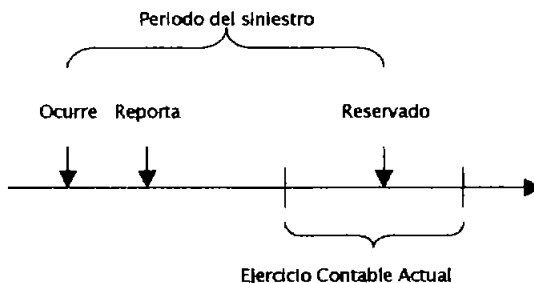
2. Ocurrido durante ejercicios anteriores, Reportado y todavía Reservado durante el actual (Tabla 1.5).

Tabla 1.5



3. Ocurrido y Reportado durante ejercicios anteriores, todavía Reservado en el actual (Tabla 1.6).

Tabla 1.6



En caso de desconocer el monto exacto que implica la reclamación, es común realizar una estimación de ésta y, si fuera el caso, de reclamaciones adicionales con motivo del mismo evento.

Cabe señalar, que los siniestros pagados y los reservados o pendientes de pago son sólo una parte de la verdadera responsabilidad que tiene la compañía por siniestros. La situación de estos siniestros (al registrar algunos que no corresponden al ejercicio en curso) es probable que se repita en lo futuro, ya que durante el ejercicio en curso posiblemente también existen siniestros que, habiendo ocurrido durante el mismo, todavía no se conocen.

### 1.3 Los Siniestros Ocurredos pero No Reportados

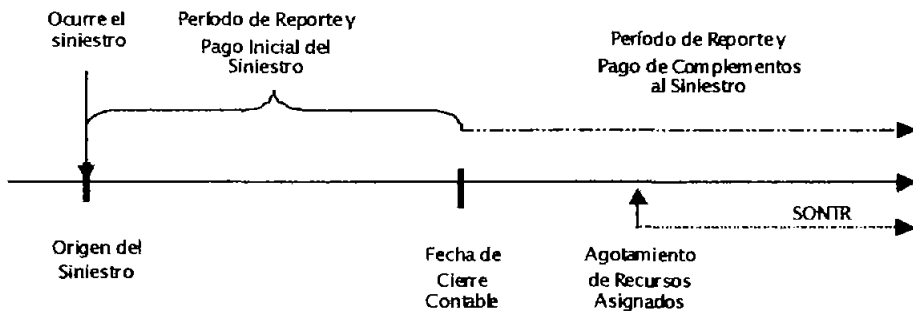
Las clasificaciones hechas para los siniestros pagados y pendientes de pago se ven incrementadas al tomar en cuenta aquellos siniestros que ocurrieron en algún momento en el pasado y que presentarán reclamaciones en el futuro, para las cuales se deben constituir recursos con qué hacerles frente.

Esta clase de siniestros no fue tomada en cuenta durante un largo período en México como anteriormente se mencionó. Sin embargo, éstos representan una fuerte responsabilidad para la compañía de seguros, y el ignorarlos pudo traer como consecuencia; resultados técnicos con mayor utilidad o menor pérdida de la reportada, haciéndolos en realidad inexactos.

### 1.3.1 Los Siniestros No Totalmente Reportados

Se conocen como *Siniestros Ocurridos y No Totalmente Reportados (SONTR)* o *Siniestros Ocurridos pero No Reportados Completamente (OPNRC)* aquellas reclamaciones ya reportadas durante un período del ejercicio, por las cuales ya se han efectuado pagos a cuenta, pero que se sabe o estima que se realizarán pagos adicionales posteriores a la fecha de cierre contable. Es decir, ya ha sido reportada la ocurrencia del siniestro, pero su costo está incompleto, como en el caso de salud o de gastos médicos, debido a la rehabilitación derivado de un accidente y/o enfermedad. En el idioma inglés estos siniestros se denominan *IBNFR (Incurred But Not Fully Reported)* (Tabla 1.7).

Tabla 1.7



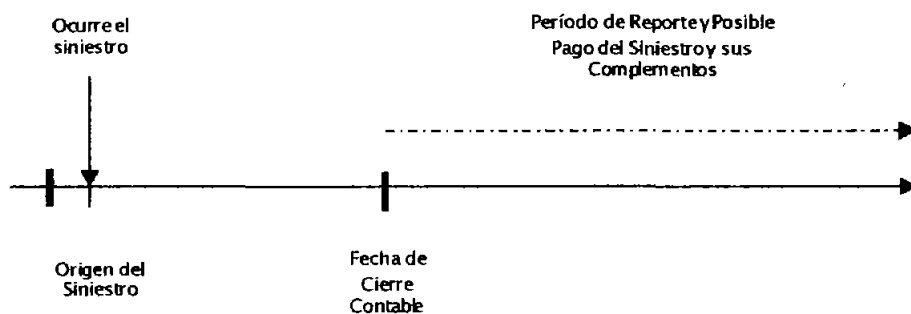
La problemática de esta clase de siniestros es, que se desconoce el monto de las futuras reclamaciones posibles y el momento en que éstas se presentarán o en el que se hará patente un agotamiento de los recursos asignados.

### 1.3.2 Los Siniestros Todavía No Reportados

Se conocen como *Siniestros Ocurridos y Todavía No Reportados (SOTNR)* o *Siniestros Ocurridos Pero aún No Reportados (OPANR)* aquellos que ocurrieron durante un período de un ejercicio pero que, al momento del cierre contable, todavía no se reportan a la compañía de seguros, suponiéndose que serán avisados en fecha posterior a dicho cierre. Otra forma de definirlos es aquellos eventos que ocurren aleatoriamente en algún período fijo de exposición e incurrir en un retraso aleatorio antes de ser reportados. Estos retrasos pueden ser por el tipo de contingencia cubierta, como en el caso de enfermedades profesionales o de trabajo. Un ejemplo puede ser el fallecimiento de un asegurado que por alguna causa no se ha reclamado.

Esta clase de siniestros se le conoce por sus siglas en inglés como *IBNYR (Incurred But Not Yet Reported)* (Tabla 1.8).

Tabla 1.8



La problemática de esta clase de siniestros es que se desconoce si existirán futuras reclamaciones y el momento en que se presentarán.

Los SONTR y los SOTNR forman en su conjunto los Siniestros Ocurridos Pero No Reportados (SONOR) cuyas siglas en inglés son IBNR (Incurred But Not Reported). A manera de resumen, esta relación puede presentarse como una suma:

$$\text{SONOR} = \text{SONTR} + \text{SOTNR}$$

Ahora bien, un aspecto que debe cubrirse es el de los recursos que tiene una compañía de seguros para hacer frente a su siniestralidad, los cuales son conocidos como *Reservas*.

Cabe señalar, que para fines de estimación de la Reserva de SONOR, la siniestralidad ocurrida es más utilizada en Vida y Daños, debido a que el momento de reporte es aleatorio, pues no depende de cuando se pagan o no los mismos. Sin embargo, en Accidentes y Enfermedades se utilizan los siniestros pagados, debido a que las fechas de ocurrencia en las enfermedades son inciertas, y en este caso es más fácil manejar siniestralidad pagada con implicaciones de problemas en la capacidad administrativa de la compañía de seguros.

## 1.4 Las Reservas

### Definición

Las reservas, son aquellas provisiones económicas constituidas por las compañías de seguros con el objeto de contar con un fondo, del cual podrán disponer de los recursos necesarios para afrontar sus responsabilidades de indemnización y/o prestación ante sus asegurados<sup>13</sup>.

Por lo que, para una compañía de seguros, el cálculo o estimación de las reservas es de suma importancia pues muestran el conjunto de responsabilidades que tiene y que por consiguiente, se ven reflejadas en su situación contable y financiera en general.

En México las reservas se clasifican en reservas patrimoniales, técnicas y legales.

La Reserva Patrimonial es la parte del *patrimonio neto*<sup>14</sup>, complementaria del capital, que se constituye con beneficios no distribuidos, con plusvalías efectivas y contabilizadas y, en su caso, con el importe de la prima<sup>15</sup> de emisión de acciones;

---

<sup>13</sup> Castelo Matrán, Julio. Diccionario MAPFRE de Seguros. Editorial. MAPFRE. Madrid, España, 1992.

<sup>14</sup> Ver Glosario

<sup>15</sup> Prima: Es el importe que determina la compañía de seguros, como contraprestación o pago, por la protección que otorga en los términos del contrato de seguros o póliza. Es el precio pactado por el seguro contratado.



es decir, los pasivos que pertenecen a la compañía de seguros<sup>16</sup>. La Reserva de SONOR es una Reserva Patrimonial.

Por otra parte las Reservas Técnicas son aquellas que constituyen las provisiones económicas que cualquier compañía de seguros debe realizar para hacer frente a obligaciones futuras que surgirán una vez efectuado el cierre contable de cada ejercicio, que en general no coincide con el fin de las pólizas suscritas<sup>17</sup>. Esto es, los pasivos que no pertenecen a la compañía. Como ejemplos de Reservas Técnicas podemos mencionar a la OPC y la de Riesgos en Curso.

A su vez, las Reservas Legales, son las impuestas obligatoriamente por disposición legal (Ley General de Instituciones y Sociedades Mutualistas de Seguros, artículo 29 fracción VIII). Es decir, las que se constituyen al momento de crear una compañía de seguros.

#### 1.4.1 La importancia de las Reservas

La prima de tarifa depende en gran medida de la siniestralidad esperada que la compañía de seguros contemple, así como la estimación de los gastos operativos, administrativos y de adquisición, entre otros, es por ello que la compañía de seguros debe crear las reservas suficientes<sup>18</sup> para hacer frente a las responsabilidades asumidas, de lo contrario, podría existir insolvencia<sup>19</sup>.

Encauzando al tema que nos concierne, el artículo 46 fracción II de la Ley General de Instituciones y Sociedades Mutualistas de Seguros, señala que las compañías de seguros deben constituir las reservas para Obligaciones Pendientes de Cumplir (OPC).

---

<sup>16</sup> Castelo Matrán, Julio. Diccionario MAPFRE de Seguros. Editorial. MAPFRE. Madrid, España, 1992. Pág. 329.

<sup>17</sup> Ídem.

<sup>18</sup> Circular S-10.1.8 Se dan a conocer los estándares de práctica actuarial que deberán aplicarse para la valuación de las reservas técnicas. CIRCULAR S-19.2, Se dan a conocer a las instituciones y sociedades mutualistas de seguros, sociedades de auditoría externa y auditores externos actuariales, las disposiciones de carácter general sobre los requisitos para ser auditor externo actuarial, las características de su función, así como la forma y términos en que deberán realizar sus Informes sobre la situación y suficiencia de las reservas técnicas de las instituciones y sociedades mutualistas de seguros. Artículo 105 párrafo 6º de la LGISMS.

<sup>19</sup> **Insolvencia:** Es la incapacidad de una empresa para hacer frente a las deudas contraídas.

## 1.5 La Reserva para Obligaciones Pendientes de Cumplir (OPC)

La reserva de obligaciones pendientes de cumplir es una reserva técnica que corresponde básicamente a la suma de dos reservas distintas, por una parte la reserva de siniestros pendientes de pago, y por otra la reserva de Siniestros Ocurredos pero No Reportados; ambas reservas constituyen obligaciones pendientes de cumplir, sin embargo su metodología de constitución es distinta.

### 1.5.1 Reserva de Siniestros Pendientes de Pago

La reserva de obligaciones pendientes de cumplir por concepto de siniestros pendientes de pago es, junto con la reserva de riesgos en curso<sup>20</sup>, esencial para asegurar la solvencia de la compañía de seguros. La Reserva de Siniestros Pendientes de Pago se constituye con los saldos de las obligaciones derivadas de reclamaciones recibidas por la compañía y que por alguna razón no se han liquidado o pagado. En los casos más comunes, se constituye cuando la compañía de seguros tiene conocimiento de la ocurrencia de un siniestro, pero su valor no ha quedado totalmente definido por el ajustador<sup>21</sup> o administrador<sup>22</sup>, o bien, no se ha logrado determinar si la reclamación es procedente.

*Siniestros Pendientes de pago de Montos Conocidos:* Se refiere a la reserva constituida para obligaciones pendientes de cumplir de pólizas donde se conoce en forma previa el monto de la obligación y no se requiere que su saldo sea determinado mediante valuación actuarial.

*Siniestros Pendientes de pago de Montos Estimados:* Se refiere a la reserva constituida para obligaciones pendientes de cumplir de pólizas donde no se conoce en forma previa el monto de la obligación y su saldo puede variar, por lo que se requiere que sea determinado mediante valuación actuarial<sup>23</sup>.

---

<sup>20</sup> Ver glosario.

<sup>21</sup> **Ajustador:** Es la persona física o moral que con base en sus conocimientos y experiencia, es contratada por la compañía de seguros para determinar el monto y valor de los daños que sean causados a bienes a consecuencia de un siniestro.

<sup>22</sup> **Administrador:** Es la persona encargada del área de siniestros.

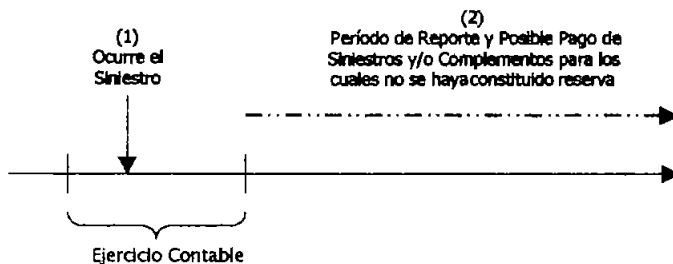
<sup>23</sup> Circular 10.6.4 valuación de la Reserva para Obligaciones Pendientes de Cumplir.

La reserva de obligaciones pendientes de cumplir, por su naturaleza, no tiene un procedimiento de cálculo específico, ya que ésta se constituye con los saldos estimados por los ajustadores o administradores de siniestros que hayan ocurrido y se tengan que liquidar en el futuro. Asimismo, dentro de esta reserva deben incluirse otros gastos asignados al siniestro, como son gastos de ajuste<sup>24</sup>, intereses por mora, devoluciones de primas, penalizaciones, entre otros.

**1.5.2 Reserva de Siniestros Ocurredos pero No Reportados**

De acuerdo a lo mencionado, las reservas comúnmente se crean en función de hechos ya conocidos por la compañía de seguros, o bien, que se espera puedan llegar a ocurrir. Sin embargo, para el caso de la Reserva de Siniestros Ocurredos pero No Reportados esta no se había constituido estrictamente<sup>25</sup> debido, por una parte, a que la Ley no definía claramente los criterios que debían atenderse, y por otro lado, fue un argumento general el pensar que esta responsabilidad estaba cubierta por otras clases de reservas.

Tabla 1.9 SONOR



La Tabla 1.9 muestra que, a partir de la ocurrencia el siniestro (1), se tiene un período de *duración incierta* para que la compañía de seguros conozca dicho evento y constituya la reserva correspondiente.

Esta situación hace necesario establecer una provisión de los recursos que hagan frente a los siniestros que posiblemente ya ocurrieron pero aún no se conocen, y que además se desconoce cuándo se notificarán. Este hecho se vuelve más

<sup>24</sup> Gastos de Ajuste: Son los gastos extras al siniestro. Gastos adicionales por grúas, abogados, etc.

<sup>25</sup> Ver 1.1 Antecedentes.

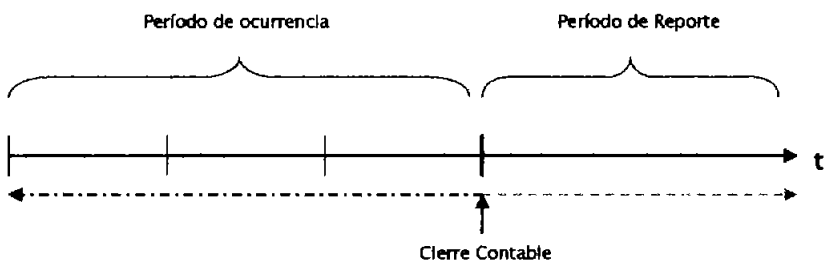
trascendente si se considera que al momento de conocer estos siniestros la póliza que cubría el riesgo *puede estar o no en vigor*, pero dado que su fecha de ocurrencia se registró cuando dicha póliza estaba vigente, existe una responsabilidad legal de atender estas reclamaciones, a pesar de que la Ley sobre el Contrato de Seguro (capítulo V, artículo 81) menciona que existen 2 años de prescripción, bajo ciertas circunstancias esto deja de operar.

Por lo anterior, la compañía de seguros debe considerar esta posibilidad de siniestralidad adicional en sus cierres contables. De esta manera, se define:

**Reserva de Siniestros Ocurridos pero No Reportados:** Es una reserva patrimonial que ha de constituirse para hacer frente a los montos reclamados por aquellos siniestros que ocurrieron (conocidos parcialmente y/o todavía no conocidos) y para los cuales no se ha constituido reserva al cierre contable, pero que se espera sean reportados de manera complementaria o inicial durante ejercicios futuros.

Así, la reserva de Siniestros Ocurridos pero No Reportados muestra una naturaleza muy específica, ya que ofrece una estimación del posible impacto futuro (no necesariamente inmediato) que tengan los siniestros que posiblemente ocurrieron y aún no se reportan a la compañía de seguros (Tabla 1.10).

Tabla 1.10

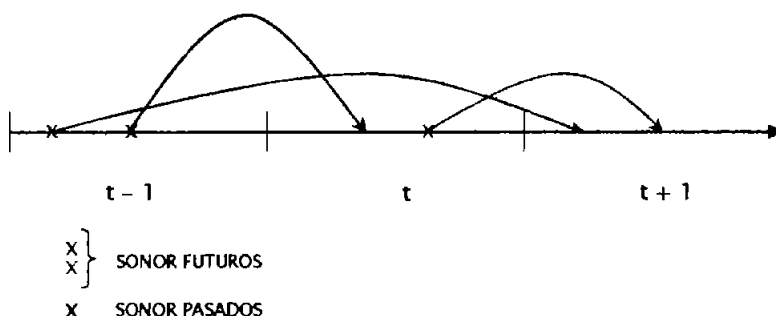


Cabe señalar que la Reserva de SONOR se utiliza para pagar los siniestros *únicamente* cuando la compañía de seguros *cesa su operación*, de otra manera sólo se ajusta<sup>26</sup> durante cada período de acuerdo a su valuación.

El concepto “No Reportado” está en relación directa con el período en que ocurre el siniestro. De esta manera, los SONOR pueden dividirse en:

- \* Siniestros ocurridos en períodos anteriores, reportados durante el actual (SONOR pasados).
- \* Siniestros ocurridos en períodos anteriores o en el actual, conocidos después del período actual (SONOR futuros) (Tabla 1.11).

Tabla 1.11



Para calcular dicha reserva, existen diversos métodos; sin embargo, el criterio general para su valuación está dado como el valor estimado de la suma de los Siniestros Ocurridos pero No Reportados (SONOR) que se espera pagar en el futuro, respecto del período de tiempo “n” (que se conoce como período de desarrollo) y que provienen de un determinado año de origen.

Asimismo, la reserva se debe ajustar periódicamente, conforme a los resultados que se obtengan de la valuación actuarial incorporando las nuevas tendencias que la compañía de seguros tenga en la siniestralidad a la fecha de cálculo.

<sup>26</sup> Ajustes: Se refiere a los ajustes hechos a la reserva, los cuales son montos de *aumento o disminución* que sufre la reserva debido al recálculo periódico con el modelo utilizado.

Por otra parte, una reserva complementaria de la Reserva de SONOR es la reserva de Gastos de Ajuste Asignados al Siniestro que se puede constituir de la misma forma que la Reserva de SONOR o bien, como una proporción de los gastos asignados entre el monto de siniestros, y tiene como objeto reconocer las obligaciones que se generen por los gastos de ajuste que se deriven de los Siniestros Ocurredos pero No Reportados. Esta reserva se constituye en casi todos los ramos de Daños y Accidentes y Enfermedades.

## 1.6 Clasificación de los siniestros que forman parte de la Reserva de SONOR

Los siniestros son operativamente hablando, dinámicos porque van cambiando de un estatus<sup>27</sup> a otro en el tiempo; todos en algún momento forman parte de la reserva de Obligaciones Pendientes de Cumplir pero para efectos del cálculo de la reserva de SONOR casi todos estos siniestros son utilizados (a excepción de los que se encuentran en litigio), llámese siniestro rechazado, procedente o no procedente, entre otros.

- ❖ El siniestro *Rechazado*: Es el siniestro para el cual se cuenta con información suficiente para no ser aprobado (vencimiento de póliza al momento de ocurrencia del siniestro, falta de documentación, siniestro fuera de cobertura, fraude, etc.), si el asegurado se inconforma ante la CONDUSEF, entonces, el estatus del siniestro podría ser de litigio y dependiendo del laudo del juicio cambiará a un nuevo estatus. Este tipo de siniestros no forman parte de la Reserva de SONOR, sino de la llamada reserva Específica (se constituye en NAFIN).
- ❖ El siniestro *No Procedente*, cuando la compañía por razones legales o de dictamen del Departamento de Siniestros lo declara No Procedente, este tipo de siniestros también son susceptibles al litigio. Sin embargo, éstos sí forman parte de la Reserva de SONOR, siempre que no se encuentre en litigio.

---

<sup>27</sup> Estatus: Estado en el que se encuentra un siniestro (rechazado, procedente o no procedente).

- ❖ El siniestro *Procedente*, cuando la compañía de seguros se hace responsable del siniestro. Por consiguiente, los siniestros procedentes deben formar parte de la Reserva de SONOR en el momento  $t$ , es decir al momento del cálculo.

Por otra parte, los siniestros por su naturaleza pueden ser de Cola Corta (hasta 2 años), de Cola Mediana (entre 2 y 5 años) y de Cola Larga (5 y más años), es decir, los siniestros presentaron un desfase de tiempo en su reporte y/o complementos respecto a la fecha de valuación.

### 1.7 Incertidumbres de la Reserva de SONOR

Cuando se calcula la Reserva de SONOR, aplicando algunos de los métodos (se mencionarán en el capítulo III), esencialmente se realiza una *estimación*, tomando en cuenta la experiencia pasada, entre otros aspectos y haciendo ajustes a la función y/o resultados obtenidos por los métodos utilizados, por lo que dicho cálculo no debería ser un número de mucha precisión, sino cerrado y se debe tener un intervalo alrededor de éste.

Por ejemplo: Supongamos una Reserva de  $SONOR_t = 1,505.32$ , un número cerrado adecuado para representar a esta Reserva es: Reserva de  $SONOR_t = 1,500 \pm (10)$ .

Por otra parte, se sabe que para fines contables, la Reserva de SONOR "se puede" ajustar a las necesidades de la compañía de seguros; esto es, si la compañía tiene altas ganancias puede agrandar la reserva (declara mayor reserva), o bien, si la compañía tiene pocas ganancias o pérdidas puede disminuir la reserva (declara poca reserva). Lo cual no debería ocurrir, ya que el cálculo de esta reserva no debe depender de la situación de la empresa sino de su realidad estadística, atendiendo a la independencia del criterio del Actuario.

## 1.8 La Importancia de la Reserva de SONOR

La reserva de SONOR, es una reserva que teóricamente<sup>28</sup> sirve para atender aquellas demandas que aún no son del conocimiento de la compañía de seguros dado que no han sido reportadas al momento de su valuación.

Por lo tanto, el propósito de la Reserva de Siniestros Ocurredos No Reportados es crear un fondo necesario para hacer frente a los siniestros que se reportaron después del cierre contable, además de los siniestros que no se reportaron completamente (su estimación no fue la adecuada o pagos futuros de siniestros no terminados) y los siniestros que, ya habiendo sido cerrados, requieren de efectuar pagos adicionales con posterioridad a dicho cierre contable y así cuidar la posible falta de solvencia causada por el pago de dichos siniestros.

Como punto relevante, se considera que la falta de la Reserva de SONOR, puede ser una de las causas importantes de la inexactitud de los resultados técnicos de las compañías de seguros que no la constituyan, ya que al no considerar la creación de la reserva de SONOR dentro de los resultados, subestima la siniestralidad, lo que puede conducir a primas insuficientes y en última instancia, a problemas de solvencia.

## 1.9 Factores que afectan la estimación de la Reserva de SONOR

Tabla 1.12

INTERNOS	EXTERNOS
Prácticas de administración de siniestros	Regulación
Programas de Reaseguro	Inflación
Cambios en la estructura organizacional	Devaluación
Cambios en condiciones	Estacionalidad
Comportamiento del negocio (creciente/decreciente)	Sociedad/Cultura

<sup>28</sup> Debido a que la Reserva de SONOR se utiliza para pagar los siniestros únicamente cuando la compañía de seguros cierra operaciones, de otra manera sólo se va ajustando durante cada período.



## Factores Internos

### ➤ Prácticas de administración de siniestros

Se refiere a los siniestros pagados, pues depende de la buena o mala administración de la compañía de seguros para el pago de los siniestros, implicando colas largas o cortas.

### ➤ Programas de Reaseguro

El porcentaje de cesión es la proporción entre la Prima Cedida y la Prima Retenida y/o la proporción entre la Recuperación de Reaseguro y el Monto de Siniestralidad, en cada momento  $t$  y para cada ramo.

$$\%Cesión = \frac{Prima\_Cedida}{Prima\_Retención} \quad \text{o bien,}$$

$$\%Cesión = \frac{Recuperación\_de\_Reaseguro}{Monto\_de\_Siniestralidad}$$

Para calcular la Reserva de SONOR de retención, se deduce el porcentaje de lo cedido y se reserva por la parte de retención<sup>29</sup>.

### ➤ Cambios en la estructura organizacional

Es importante que la compañía de seguros no cambie constantemente su personal técnico especializado en el cálculo de la Reserva de SONOR.

### ➤ Cambios en condiciones

Que no se realicen cambios continuos de modelos y/o condiciones para el cálculo de la reserva.

<sup>29</sup> CIRCULAR S-9.1 mediante la cual se comunica a las Instituciones y sociedades mutualistas de seguros, el establecimiento del Informe Periódico de Reaseguro.

➤ **Comportamiento del negocio (creciente/decreciente)**

Si el comportamiento de las Primas y/o los Siniestros se comporta de manera creciente o decreciente, se espera que la Reserva de SONOR también tenga el mismo comportamiento.

## **Factores Externos**

➤ **Regulación**

Cambios en la Ley que afecten o modifiquen la valuación de la reserva.

➤ **Inflación y Devaluación**

Desvalorización a través del tiempo que conduce a un cálculo subestimado o sobreestimado de la reserva.

➤ **Estacionalidad**

Existen períodos o estaciones en el tiempo en donde ocurren mayor número de siniestros.

➤ **Sociedad/Cultura**

Se refiere a la mala educación y cultura del Seguro.

### 1.10 Reserva de Gastos de Ajuste Asignados al Siniestro (GAAS)

La Reserva de SONOR se complementa con la Reserva de Gastos de Ajuste Asignados al Siniestro (GAAS), la cual considera los gastos para ajustadores, médicos y abogados externos a las compañías de seguros entre otros.

Igualmente, la constitución y valuación de la Reserva de Gastos de Ajuste Asignados al Siniestro se efectúa en los mismos términos previstos para la reserva por Siniestros Ocurridos pero No Reportados, es decir, los métodos para el cálculo de la Reserva de GAAS son los mismos que se utilizan para la Reserva de SONOR, los cuales se mencionarán en el capítulo III.

También se puede calcular como proporción de la Reserva de SONOR, obteniendo la relación de GAAS total por período entre los siniestros ocurridos totales por período, de manera que al calcular la Reserva de SONOR, se aplica la relación encontrada anteriormente como porcentaje y se obtiene la reserva de GAAS.

**Ejemplo de la Proporción:**

Suponiendo un monto de siniestros de un millón, una Reserva de GAAS de cien mil y una Reserva de SONOR de  $x$  unidades, entonces la proporción a que se refiere para la Reserva de GAAS sería de un 10% de  $x$  unidades.

## Capítulo II

### Análisis Gráfico de la Reserva de SONOR y GAAS

#### 2.1 Análisis Gráfico y Comparativo de la Reserva de SONOR y GAAS con otras variables.

En la Gráfica 1 se muestran las Reservas de SONOR y GAAS para las cinco compañías más representativas y el resto, en todas las operaciones. En general, no se observan variaciones importantes en el tiempo. Sin embargo, de 1999 a 2002 va aumentando el monto de ambas reservas de acuerdo con los cuadros 1 y 2, en el año 2003 disminuyen en comparación con el 2002.

Asimismo, al sumar los porcentajes totales de SONOR con los de GAAS de cada año, se obtiene el 100%.

Cuadro 1

Cía.	1999	2000	2001	2002	2003
A	26.70%	29.69%	26.24%	25.52%	26.71%
B	13.23%	11.59%	14.34%	17.70%	15.30%
C	9.97%	11.24%	11.02%	8.08%	7.55%
D	6.38%	7.28%	7.61%	6.61%	8.20%
E	5.50%	4.95%	4.29%	4.03%	4.20%
Demás cías.	29.63%	27.52%	28.28%	29.90%	29.89%
<b>% Total</b>	<b>91.40%</b>	<b>92.28%</b>	<b>91.78%</b>	<b>91.85%</b>	<b>91.95%</b>
<b>Monto Total</b> (Millones de pesos)	<b>3,693</b>	<b>4,255</b>	<b>4,666</b>	<b>6,177</b>	<b>6,173</b>

A continuación se muestran los porcentajes correspondientes a GAAS.

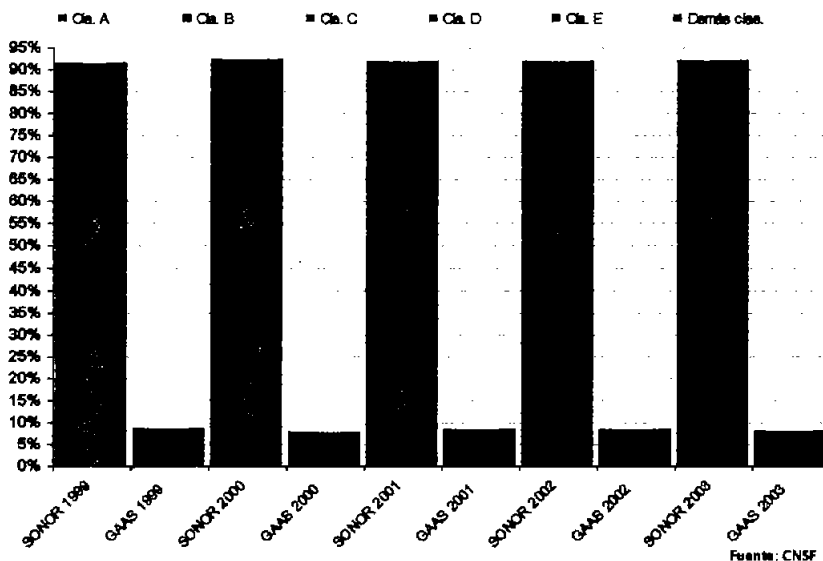
Cuadro 2

Cía.	1999	2000	2001	2002	2003
A	0.00%	0.00%	0.04%	0.02%	0.01%
B	1.38%	1.21%	0.00%	1.28%	1.09%
C	5.04%	4.58%	4.82%	4.21%	4.58%
D	0.36%	0.46%	0.40%	0.87%	0.45%
E	0.11%	0.07%	0.04%	0.03%	0.01%
Demás clas.	1.71%	1.40%	2.92%	1.93%	1.91%
<b>% Total</b>	<b>8.60%</b>	<b>7.72%</b>	<b>8.22%</b>	<b>8.15%</b>	<b>8.05%</b>
<b>Monto Total</b> (Millones de pesos)	<b>347</b>	<b>356</b>	<b>417</b>	<b>548</b>	<b>540</b>

Los cuadros anteriores se presentan en seguida de manera gráfica.

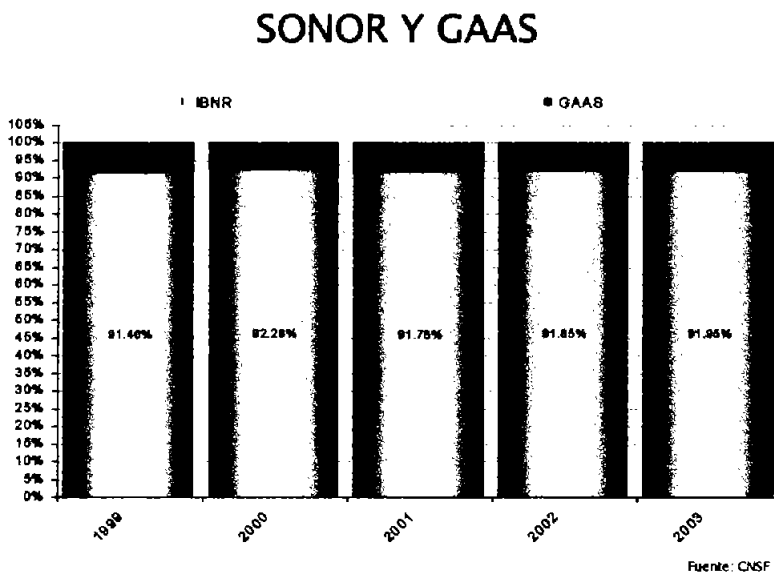
Gráfica 1

### SONOR Y GAAS POR COMPAÑÍA



La Reserva de SONOR es mayor que la de GAAS, ya que la reserva GAAS es un complemento de la de SONOR. Así, se tiene que los porcentajes para ambas reservas varían poco entre un año y otro, en promedio, la reserva de SONOR representa el 91.85% y la reserva de GAAS el 8.15%, los cuales coinciden con los porcentajes de 2002 (Gráfica 2).

Gráfica 2



En la Gráfica 3 se observa que el porcentaje de SONOR es mayor en la operación de Vida, aproximadamente representa la mitad del total de SONOR, a nivel mercado total, esto quiere decir que en esta operación tardan más tiempo en hacer una reclamación. En segundo lugar se encuentra Daños y en último Accidentes y Enfermedades. Asimismo en el año 2003 fue casi la misma reserva para Accidentes y Enfermedades que para Daños (ver cuadros 3 y 4).

Cuadro 3

	1999	2000	2001	2002	2003
<b>VIDA</b>	42.46%	43.43%	41.03%	42.98%	39.44%
<b>ACC. Y ENF.</b>	17.87%	21.75%	22.19%	20.21%	26.08%
<b>DAÑOS</b>	31.07%	27.10%	28.56%	28.66%	26.44%
<b>TOTAL</b>	91.40%	92.28%	91.78%	91.85%	91.95%

A continuación se muestra la misma información en montos.

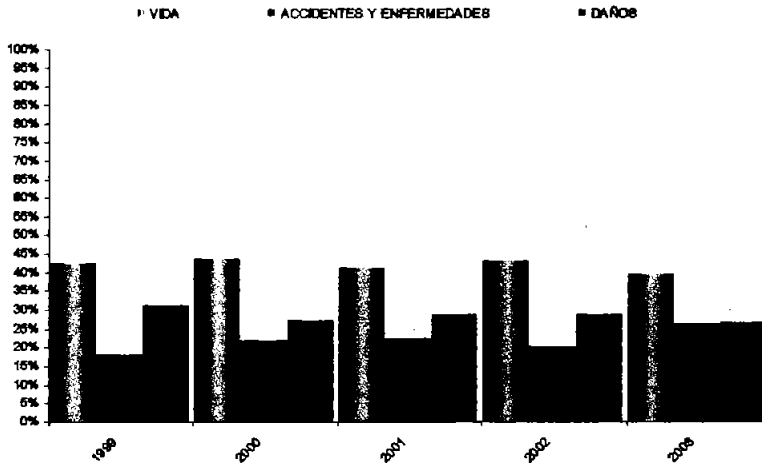
Cuadro 4

	1999	2000	2001	2002	2003
<b>VIDA</b>	1,715,872,582	2,003,004,170	2,086,249,448	2,890,723,721	2,647,708,194
<b>ACC. Y ENF.</b>	722,255,217	1,002,879,873	1,128,269,241	1,359,157,751	1,750,836,760
<b>DAÑOS</b>	1,255,417,159	1,250,011,352	1,451,967,112	1,827,276,632	1,774,891,245
<b>TOTAL</b>	3,693,344,939	4,255,895,395	4,666,505,801	6,177,158,104	6,173,236,199

En la siguiente gráfica, se presenta la información del cuadro 3.

Gráfica 3

### SONOR POR OPERACIÓN



Fuente: CNSF

En el caso de la Reserva de GAAS, la operación de Daños abarca casi el total, ya que en las operaciones de Vida y Accidentes y Enfermedades los gastos de ajuste asignados al siniestro son no significativos (cuadros 5 y 6, Gráfica 4).

Cuadro 5

	1999	2000	2001	2002	2003
<b>VIDA</b>	0.06%	0.06%	0.07%	0.04%	0.04%
<b>ACC. Y ENF.</b>	0.22%	0.27%	0.30%	0.48%	0.25%
<b>DAÑOS</b>	<b>8.32%</b>	<b>7.40%</b>	<b>7.84%</b>	<b>7.83%</b>	<b>7.75%</b>
<b>TOTAL</b>	<b>8.60%</b>	<b>7.72%</b>	<b>8.22%</b>	<b>8.15%</b>	<b>8.05%</b>

En seguida, se muestra la información anterior en montos.

Cuadro 6

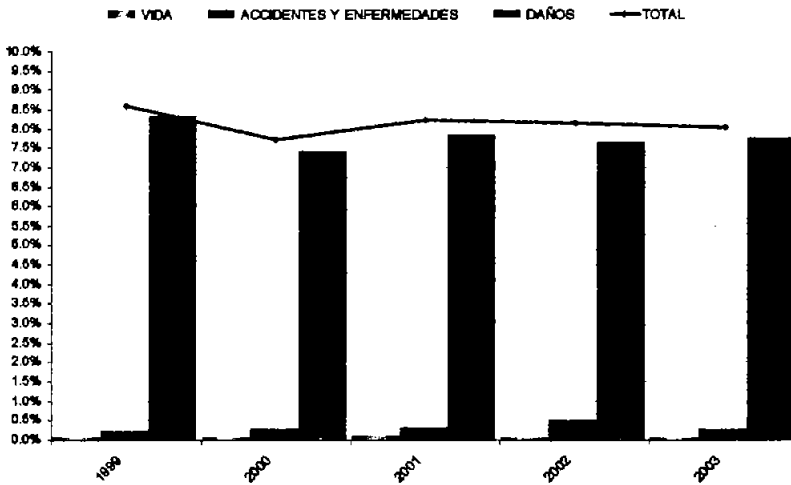
	1999	2000	2001	2002	2003
<b>VIDA</b>	2,323,982	2,622,111	3,775,408	2,982,502	2,970,303
<b>ACC. Y ENF.</b>	8,788,543	12,234,854	15,317,588	32,230,427	17,083,468
<b>DAÑOS</b>	336,194,179	341,208,878	398,725,317	512,833,508	520,141,109
<b>TOTAL</b>	<b>347,306,705</b>	<b>358,065,843</b>	<b>417,818,311</b>	<b>548,046,435</b>	<b>540,194,878</b>



Así, con la información del cuadro 5 obtenemos la siguiente gráfica.

Gráfica 4

### GAAS POR OPERACIÓN

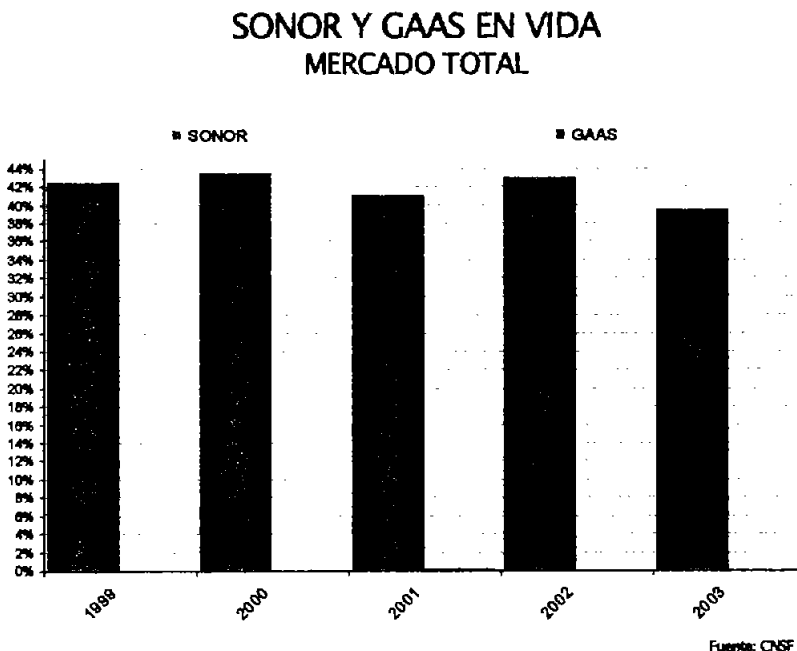


Fuente: CNSF

Para todas las operaciones en cuestión, la Reserva de SONOR es notablemente mayor a la Reserva de GAAS, ya que como se mencionó la segunda es un complemento de la primera.

En Vida la Reserva de SONOR representa en promedio el 41.87% del mercado total, siendo en el año 2000 el porcentaje más alto (43.43%) y la reserva de GAAS figura escasamente con un promedio del 0.05% a nivel mercado total (Gráfica 5).

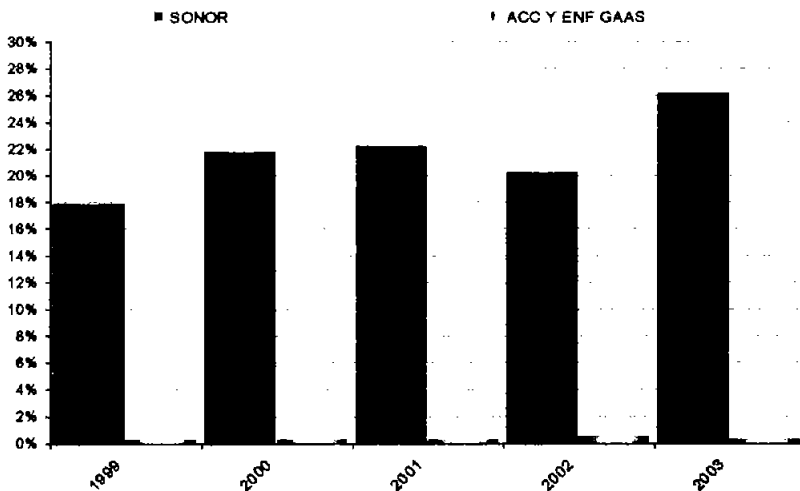
Gráfica 5



En Accidentes y Enfermedades la Reserva de SONOR representa en promedio el 24.62% del mercado total, siendo en el año 2003 el porcentaje más alto (26.08%) y la reserva de GAAS representa en promedio el 0.3% del mercado total (Gráfica 6).

Gráfica 6

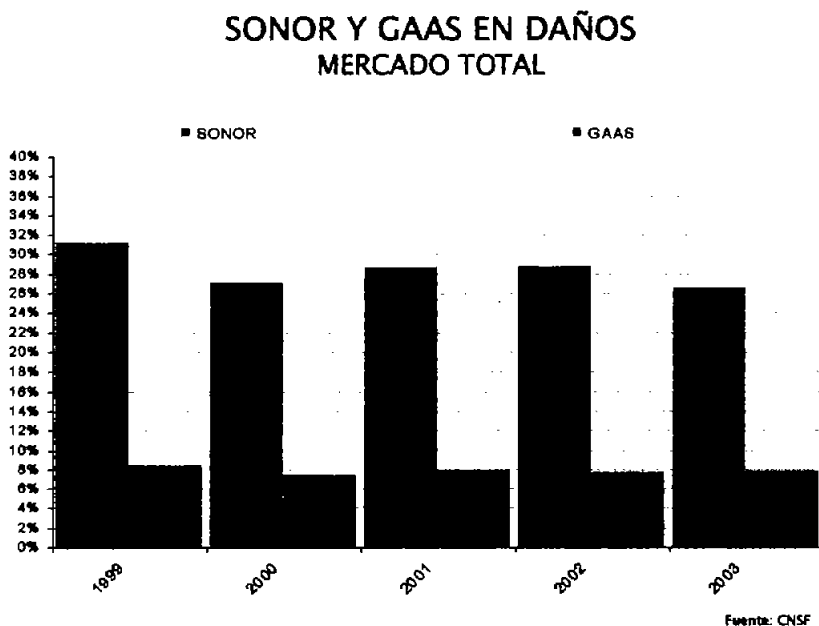
**SONOR Y GAAS EN ACCIDENTES Y ENFERMEDADES  
MERCADO TOTAL**



Fuente: CNSF

En Daños la Reserva de SONOR representa en promedio el 28.37% del mercado total, siendo en el año 1999 el porcentaje más alto (31.07%) y la reserva de GAAS representa en promedio el 7.79% del mercado total (Gráfica 7).

Gráfica 7



La regularidad de los saldos en montos de las reservas se debe, posiblemente a que las compañías de seguros no han cambiado de metodología para su cálculo, al menos desde 1999.

En cuanto a Primas y Siniestros, a nivel mercado, la operación de Daños tiene los porcentajes más altos, ya que en Primas representa aproximadamente la mitad del total de éstas y en Siniestros representa en promedio más del 86% para todo el período. No obstante, cabe destacar que para el año 2000, las Primas fueron más altas en Vida, asimismo, se observa que la información es constante para cada operación. En todas las operaciones las Primas son mayores que los Siniestros (cuadros 7 y 8, Gráficas 8 y 9).

Cuadro 7

	1999	2000	2001	2002	2003
<b>PRIMAS VIDA</b>	40.60%	50.21%	38.94%	42.89%	33.48%
<b>SINIESTROS VIDA</b>	11.27%	10.97%	13.15%	10.62%	11.94%
<b>PRIMAS ACC. Y ENF.</b>	10.62%	9.70%	11.44%	10.97%	12.82%
<b>SINIESTROS ACC. Y ENF.</b>	1.79%	2.63%	3.45%	2.13%	2.13%
<b>PRIMAS DAÑOS</b>	48.78%	40.09%	49.62%	46.14%	53.70%
<b>SINIESTROS DAÑOS</b>	86.93%	86.40%	83.40%	87.25%	85.93%

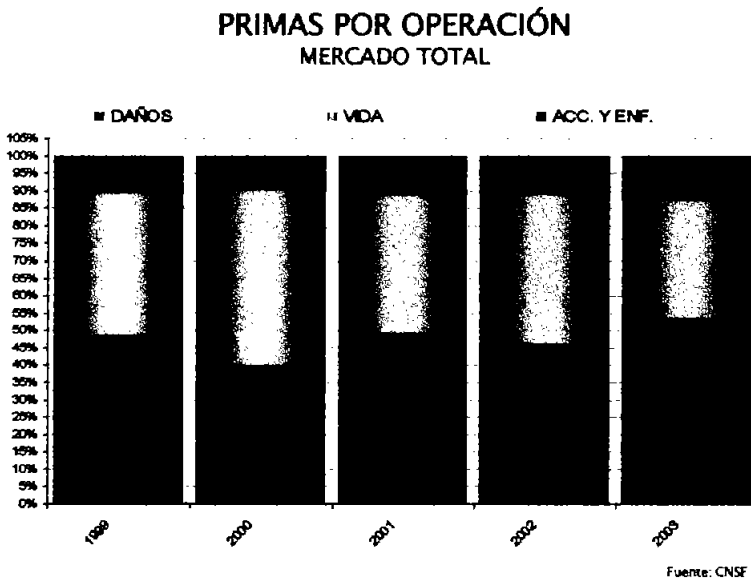
A continuación se presenta la información del cuadro 7 en montos.

Cuadro 8

	1999	2000	2001	2002	2003
<b>PRIMAS VIDA</b>	28,460,705,527	47,003,577,806	36,766,491,648	49,528,110,179	37,158,637,476
<b>SINIESTROS VIDA</b>	1,324,149,375	1,679,419,201	2,038,145,505	2,141,381,958	2,343,458,234
<b>PRIMAS ACC. Y ENF.</b>	7,447,339,843	9,084,157,285	10,801,807,370	12,689,515,019	14,228,068,235
<b>SINIESTROS ACC. Y ENF.</b>	210,422,654	403,207,087	534,875,172	429,123,754	417,508,487
<b>PRIMAS DAÑOS</b>	34,183,274,021	37,524,829,932	48,844,087,623	53,273,816,130	59,594,072,138
<b>SINIESTROS DAÑOS</b>	10,209,590,883	13,227,464,005	12,927,703,792	17,595,084,207	16,962,092,222
<b>TOTAL PRIMAS</b>	70,101,319,391	93,612,584,823	94,412,188,640	115,471,441,328	110,980,977,849
<b>TOTAL SINIESTROS</b>	11,744,182,911	15,310,090,293	15,500,524,468	20,165,569,918	19,623,058,923

En la siguiente gráfica se muestran los porcentajes de Primas para las operaciones de Daños, Vida y Accidentes y Enfermedades (información contenida en el cuadro 7).

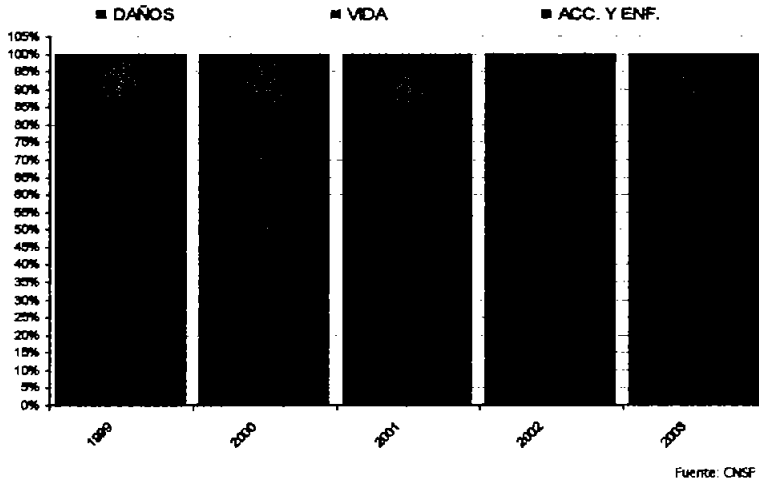
Gráfica 8



A continuación se muestran los porcentajes de Sinistros para las operaciones de Daños, Vida y Accidentes y Enfermedades (información contenida en el cuadro 7).

Gráfica 9

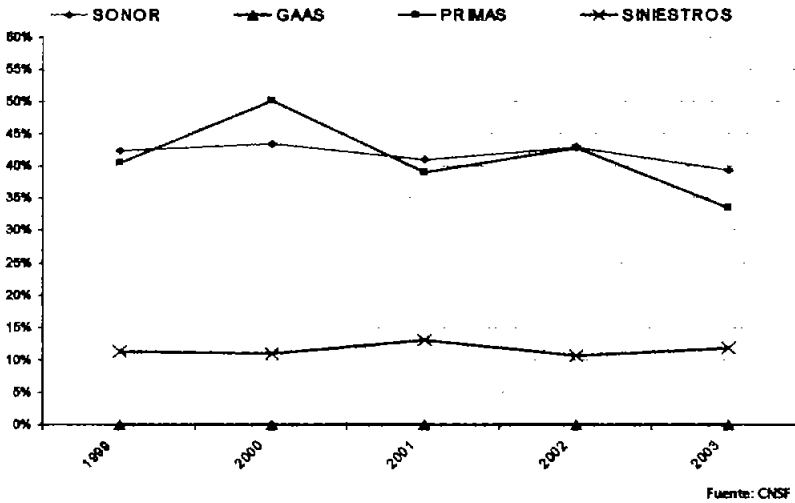
**SINIESTROS POR OPERACIÓN  
MERCADO TOTAL**



En seguida se muestra el comportamiento gráfico de las variables SONOR, GAAS, Primas y Siniestros en las operaciones de Vida, Accidentes y Enfermedades y Daños, así como la correlación que existe entre ellas.

Gráfica 10

**VIDA**  
**MERCADO TOTAL**



En la operación de Vida, los porcentajes de la Reserva de SONOR y las Primas son semejantes, fluctúan entre el 35% y 50% y el promedio de ambas es aproximadamente el 41%, se observa que el comportamiento de sus gráficas es semejante. Los Siniestros tienen un comportamiento inversamente proporcional a la Reserva de SONOR y a las Primas, por otro lado, la Reserva de GAAS es insignificante (gráfica 10).

En el siguiente cuadro se observan los coeficientes de correlación de las cuatro variables mencionadas, confirmando que, (como se observó en la gráfica 10) las variables de SONOR y Primas tienen una correlación del 91%.



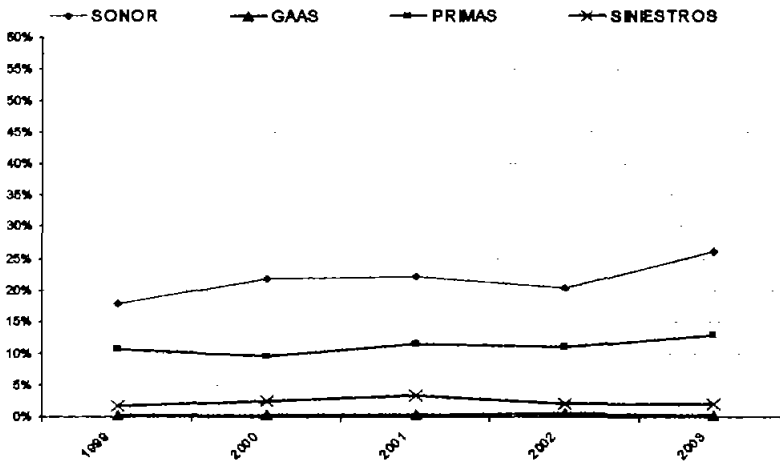
Cuadro 9

	SONOR	GAAS	PRIMAS	SINIESTROS
SONOR	1			
GAAS	0.205119	1		
PRIMAS	<b>0.910436</b>	0.301301	1	
SINIESTROS	-0.675339	0.522809	-0.544118	1

En Accidentes y Enfermedades, se observa que el comportamiento de las gráficas de SONOR y siniestros son semejantes, sin embargo, en el período de 1999 al 2002 el comportamiento de las Primas es inversamente proporcional a estas dos y en el 2003 se comporta similar a SONOR. Asimismo, la Reserva de GAAS como se observa, es no significativa (gráfica 11).

Gráfica 11

ACCIDENTES Y ENFERMEDADES  
MERCADO TOTAL



Fuente: CNSF

En el cuadro 10 se observa baja correlación entre las variables, no obstante, al igual que en Vida las variables que más se correlacionan son Primas y SONOR.

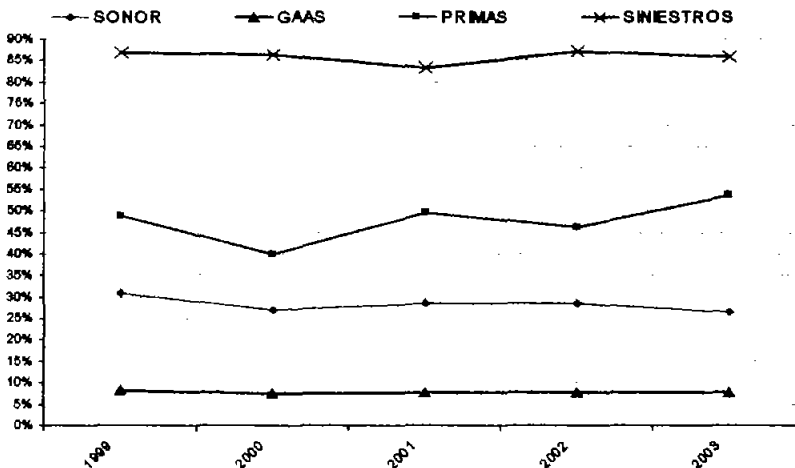
Cuadro 10

	SONOR	GAAS	PRIMAS	SINIESTROS
SONOR	1			
GAAS	-0.148189	1		
PRIMAS	0.698317	-0.081914	1	
SINIESTROS	0.268806	0.023679	-0.034617	1

En Daños, el comportamiento de las gráficas de SONOR y Primas se observa semejante en el período de 1999 al 2002 y en el 2003 son contrarios, los Siniestros se comportan proporcionales a SONOR en los períodos de 1999 a 2000 y de 2001 a 2003, en cuanto al período de 2000 a 2001 los siniestros son inversos a SONOR. También se observa que el comportamiento de las gráficas de las Reservas de SONOR y GAAS es parecido (gráfica 12).

Gráfica 12

### DAÑOS MERCADO TOTAL



Fuente: CNSF

En Daños, las variables mejor correlacionadas son GAAS y SONOR, con un coeficiente de 0.809743.

Cuadro 11

	SONOR	GAAS	PRIMAS	SINIESTROS
SONOR	1			
GAAS	<b>0.809743</b>	1		
PRIMAS	0.025404	0.532782	1	
SINIESTROS	0.183756	0.004577	-0.305736	1

Cabe hacer notar que, el cálculo de los coeficientes de correlación es sólo para observar la relación que existe entre las variables, ya que como se sabe son variables dependientes, tomando en cuenta que para dicha relación se considera un significativo número de siniestros y no uno solo.

Por otra parte, de este análisis gráfico se deduce que, en los últimos 5 años (1999 al 2003), los modelos en Vida no han cambiado, en Accidentes y Enfermedades un poco y en Daños además de su gran diversidad, si han variado.

## Capítulo III

### Métodos para estimar la Reserva de SONOR

---

#### 3.1 La Reserva SONOR en diversos países

Al realizar un estudio a través de búsquedas por Internet sobre el cálculo de la Reserva de SONOR en distintos países tales como Bolivia, Chile, El Salvador, Guatemala, Paraguay, Venezuela, España, Canadá y Estados Unidos, se encontró que no hay diferencias significativas con los métodos que se utilizan en México. Existen muchos modelos, desde los más simples hasta los más complejos, sin embargo, la mayoría de ellos son variaciones de unos cuantos. También se observó como una característica general en todos los países antes mencionados, que el método a utilizar debe seleccionarse en función del tipo de negocio, disponibilidad de información, recursos técnicos y académicos (preparación del actuario).

A continuación se indican algunos puntos importantes que se establecen en algunos de los países referidos, en cuanto a la constitución y cálculo en la normativa aplicable de la Reserva de SONOR.

Dentro de la normativa del mercado asegurador *Chileno*, –las compañías de seguros establecidas en ese país deben constituir, entre otros aspectos, la Reserva de Siniestros *para hacer frente a obligaciones por siniestros ocurridos, pendientes de pago, y por los ocurridos y no reportados*, en conformidad a procedimientos, tablas de mortalidad, tasas de interés técnico y otros aspectos fijados por la Superintendencia<sup>30</sup>.

---

<sup>30</sup> Superintendencia: Actúa como Órgano Técnico y Regulador de los bancos, Instituciones de Seguros y Financieras.

“Siniestros ocurridos y no reportados: deberá constituirse una provisión, de acuerdo a la experiencia histórica de siniestros no denunciados con anterioridad a la fecha de cierre.

Para calcular dicha reserva mínima, se debe utilizar la siguiente fórmula:

$$\text{OYNR} = \text{S.D.} \times \text{P.P.D.} \times \text{C.S.P.}$$

donde:

OYNR = Monto de siniestros ocurridos y no reportados

S.D. = Número de siniestros diarios

P.P.D = Plazo promedio demora en la denuncia del siniestro

C.S.P. = Costos de siniestros retenidos promedio”<sup>31</sup>

Asimismo, en *Paraguay* se establece –que las empresas de seguros que operan en el ramo de elementales o patrimoniales constituyan, como mínimo, las provisiones para riesgos en curso y de siniestros.

**Siniestros Pendientes de Declaración:** Comprende todos aquellos siniestros ocurridos pero no comunicados a la compañía a la fecha del cierre del ejercicio. Esta provisión se efectuará de la siguiente forma:

### 1. Ramo Patrimoniales

Las compañías de seguros que operan en este ramo, deben constituir esta provisión multiplicando el factor 0.00665 por el resultado obtenido en el punto 4.4 de la Planilla 4 anexa a la Resolución N° 17/96 del 1 de julio de 1996 (Margen de Solvencia y Fondo de Garantía) de esta Superintendencia.

### 2. Ramo Vida

Las compañías de seguros que operan en el ramo de vida deben constituir esta provisión de la siguiente forma:

$$\text{PSPD}_t = (\text{SP}_t + \text{PSPL}_t - \text{PSPL}_{t-1}) \times 0.00603$$

<sup>31</sup> CIRCULAR: N° 376 FECHA: 30.12.83. NORMAS SOBRE CONSTITUCION DE RESERVAS

Donde:

$PSPD_t$ : Provisiones para Siniestros Pendientes de Declaración al final del período.

$SP_t$ : Siniestros pagados durante el período.

$PSPL_t$ : Provisiones para Siniestros Pendientes de Liquidación o Pago al final del período.

$PSPL_{t-1}$ : Provisiones para Siniestros Pendientes de Liquidación o Pago al final del período inmediatamente anterior.

Los períodos referidos corresponden a los últimos doce meses.<sup>-32</sup>

Por otra parte, en *El Salvador* –la reserva de siniestros ocurridos y no reportados se calculará con base a las estadísticas de cada sociedad de seguros, considerando el promedio de los últimos tres años.

Si la aseguradora no tiene las estadísticas necesarias para establecer este cálculo, debe mantener una reserva igual a 5% de los siniestros retenidos por cuenta propia pagados en los últimos treinta y seis meses.

Las estadísticas mencionadas en el inciso anterior, deberán ser establecidas en un plazo máximo de un año, a partir de la vigencia de este Reglamento.<sup>-33</sup>

Además, en *Venezuela* –Para Reservas de Siniestros Ocurridos y No Reportados: Corresponde a una estimación de aquellos siniestros que a la fecha de cálculo de la reserva han ocurrido y no han sido denunciados a la entidad aseguradora.<sup>-34</sup>

---

<sup>32</sup> Ley N° 827/96 De Seguros. RESOLUCIÓN N° SS.RG. 6/97. Asunción Paraguay.

<sup>33</sup> DECRETO No.44. (EL SALVADOR), Reglamento de La Ley de Sociedades de Seguros, Artículo 23.

<sup>34</sup> DECRETO SUPREMO N° 25201 (VENEZUELA), Ley 1883 del 25 de Junio de 1998, Ley de Seguros.

Otro país de estudio fue *Guatemala*, en el que se utilizan los siguientes métodos:

#### **a. Aproximación al Cálculo de la IBNR**

Cuando la compañía disponga de información completa, fidedigna, confiable e individualizada por ramos, será factible establecer cortes, y en cada uno revisar hacia atrás los avisos, los pagos y las reservas pendientes del período, y establecer cuáles de esos siniestros fueron objeto de reporte oportuno y cuáles de información tardía. Si, como suele acontecer, la información recopilada no posee ese grado de detalle, la IBNR puede obtenerla por diferencia entre la pérdida final o full estimate loss y los siniestros pagados a la fecha reportados oportunamente, método que se conoce como remainder term o remanente. Por supuesto, la ecuación compuesta por tres elementos funcionará con dos conocidos para encontrar el tercero. En este método, si la reserva de siniestros reportados no está ajustada por el factor conocido como future development, la IBNR será más bien IBNER. De lo contrario, estaremos en presencia de una típica reserva de incurridos pero no reportados.

#### **b. El Principio Subyacente**

No obstante, si la situación real es tal que la información estadística no se encuentra disponible o no reviste la precisión o amplitud requerida, habrá que recurrir a otra medida para establecer una correlación. Si esto se logra, la IBNR seguirá una proporción de la medida alternativa, es decir que se trabaja sobre un cociente obtenido de un numerador que será el valor de la IBNR, y un denominador equivalente a la medida escogida para el análisis, aplicados ambos a un período determinado.

#### **c. Bases Alternativas Para la Proyección de la IBNR**

En realidad, éste es el punto crucial en el cálculo, pues la exactitud de la proyección dependerá del acierto de la medida de comparación escogida, que bien puede referirse a primas, siniestros, dinero o unidades.

#### **d. El Método de Tarbell**

Este sistema parte de la base de analizar la exposición en un año concreto, y al final del período establecer los siniestros adicionando a los pagos las reservas, lo cual nada reflejará aún acerca de siniestros todavía no conocidos. Sin embargo, durante el año siguiente al inicial, estos reclamos comenzarán a emerger, siendo inicialmente registrados como IBNR, para luego desplazarse hacia siniestros reportados. No obstante, el status de IBNR para estos reclamos se conservará para

todos los siniestros reportados en ese segundo año que hubieran emergido en el primero. En el año siguiente, se determinarán los siniestros reportados que correspondan en cuanto a su ocurrencia a la vigencia anterior, lo que significa que se referirán a eventos que ocurrieron en el año precedente pero fueron reportados después de la expiración del citado período, siendo la cifra resultante la base para la constitución de la IBNR. En cada año, se reflejará entonces el desenvolvimiento de los siniestros incurridos tardíamente reportados, siendo la hipótesis general de Tarbell que en la mayoría de los casos el proceso de run off de la IBNR ocurrirá doce meses después de la expiración de un año dado.

Sin embargo, Tarbell también contempla la posibilidad de considerar colas, con base en la experiencia de lo registrado después del primer año por este concepto. La medida que se utiliza en este sistema corresponde a los siniestros incurridos durante los tres últimos meses del año de exposición, pero el valor de los mismos no corresponde a la suma total de tales pagos y reservas sino a su valor promedio (valor total sobre número de casos), neutralizando así el efecto que podría derivarse de los siniestros inusualmente cuantiosos. La selección del período trimestral de observación se basa en la importancia de escoger un lapso suficientemente reciente, a fin de que refleje la tendencia actual de los siniestros, y suficientemente largo, para que la información estadística tenga credibilidad.

#### **e. Sistema de Valor Promedio por Siniestro Incurrido Pero no Reportado**

Este procedimiento supone partir del número de siniestros tardíamente reportados en un momento dado, estableciendo su valor promedio, proyectando ambas variables (número de casos y monto) al futuro, para asumir así la responsabilidad. Suponiendo que la información sobre el run off de la IBNR se encuentre disponible para los años anteriores al análisis, el cálculo al futuro sería más bien simple. La manera más sencilla de obtenerlo, es asumir un índice estable entre el número de reclamos tardíamente reportados -IBNR- y el número de reclamos reportados en el año, siendo factible completar el cálculo, recolectando la información de siniestros correspondientes a años anteriores al primero hacia atrás, aplicando un factor de recarga para los años entre el tercero y el quinto, estableciendo una tendencia que debe ser observada y extrapolada. Al utilizar este método obtendríamos una información no muy refinada, por lo cual el ejercicio puede mejorarse realizando observaciones mensuales o trimestrales en vez de anuales. De esta manera, se puede construir una tabla de desenvolvimiento de número de reclamos, usando el sistema de triángulos, en el que el eje izquierdo vertical representará el mes o trimestre de ocurrencia del



accidente, mientras que en el eje horizontal se reflejará el año de desenvolvimiento. Luego se aplicará el factor escogido a los siniestros reportados en el año corriente y se obtendrá el valor final estimado de reclamos, pudiendo derivar los siniestros de IBNR por diferencia.

#### f. Costo Promedio de IBNR por Siniestro

Es factible asumir una relación estable entre el costo promedio de los siniestros de IBNR y el costo promedio de los reclamos oportunamente reportados en un período dado. Sin embargo, para que esta suposición arroje un razonable coeficiente de certeza, es preciso examinar con ese criterio las relaciones de varios años hacia atrás, siendo frecuente que cuanto más prolongado sea el número de años observados, más desviaciones aparezcan. Estas pueden también medirse e incorporarse en el modelo, para finalmente obtener un resultado de IBNR que será el producto del número estimado de siniestros y el costo promedio por reclamo.

#### g. IBNR por Proyección del Año de Accidente

En muchos ramos de seguros, como sucede en el de cumplimiento, se presenta la llamada cola de siniestros, entendiéndose por tal, la ocurrencia de reclamos en momentos posteriores al año siguiente al de iniciación de vigencia de la póliza. Lo que se pretende para poder medir el impacto económico de esta realidad, es construir tablas completas de desarrollo que muestren el afloramiento de los siniestros tardíos por año del accidente. La información se presenta graficada en forma triangular, siendo el eje vertical a la izquierda el año de accidente y el eje horizontal el desenvolvimiento de la IBNR.—<sup>35</sup>

De la misma manera, el Real Decreto 1042/1990 del 27 de julio, publicado en el BOE el 10 de agosto de 1990, establece por primera vez en *España* un sistema para el cálculo de las provisiones para siniestros pendientes de declaración.

El método establecido en el RD 1042/90 establece las siguientes reglas:

---

<sup>35</sup> Documento de Sonia Galvis Segura, Directora de la Gerencia Regional de Latin American Reinsurance Company Ltd.

- a) “La provisión se dotará separadamente para cada modalidad de seguro en función de la experiencia de la Entidad<sup>36</sup>, de acuerdo a un período de observación de los cinco últimos años.

Para las entidades que no hayan operado en una modalidad de seguro durante ese período de observación o que carezcan de la necesaria experiencia, la provisión equivaldrá al 5% de la provisión para prestaciones pendientes de liquidación del propio ejercicio en el seguro directo.

- b) A efectos de cálculo de las provisiones, cada año se determinará el número de siniestros que, habiendo ocurrido en el ejercicio anterior, hayan sido comunicados con posterioridad al cierre de cuentas del mismo.
- c) Se calculará, asimismo, el importe medio de dichos siniestros (los que habiendo ocurrido en el ejercicio anterior se han comunicado con posterioridad al cierre de cuentas), referido al último ejercicio.
- d) Finalmente, la provisión para prestaciones pendientes de declaración se obtendrá multiplicando la media aritmética del número de siniestros de los últimos cinco años a que se refiere el apartado b) por el importe medio de los siniestros del último ejercicio referido en el apartado c).

También existen otros sistemas de cálculo de la Reserva IBNR, desde los más utilizados como Chain Ladder, Cape Cod, Link Ratio o Bornhuetter-Ferguson hasta los más sofisticados apoyados en la teoría de la credibilidad.”<sup>37</sup>

---

<sup>36</sup> Entidad: Se refiere a la Compañía de Seguros.

<sup>37</sup> “La Provisión para Siniestros Pendientes de Declaración”, Act. D. Javier del Río, MAPFRE.

### 3.2 Métodos para estimar la Reserva de SONOR

La teoría de las metodologías para estimar la Reserva de SONOR tiene sus inicios en 1972, año en que fue diseñado el primer modelo básico de cálculo para dicha reserva por Verbeek.

A partir de entonces fueron desarrollados distintos trabajos con diferentes hipótesis y parámetros, a fin de conocer el mecanismo que rige la relación existente entre el momento de ocurrencia y el momento de notificación de un siniestro.

Esta variedad de metodologías se fundamenta en el hecho de que la estimación de los Siniestros Ocurredos pero No Reportados no puede basarse sólo en juicios e intuiciones respaldadas por una amplia experiencia personal en el negocio del seguro, ya que existen factores que van más allá del control de la compañía de seguros tales como la inflación, entre otros, que obligan a que no puedan esperarse reservas cien por ciento exactas de estos métodos de pronóstico.

Sin embargo, a pesar de su gran diversidad, estas metodologías tienen como finalidad el resolver el siguiente problema: dada la historia registrada de los SONOR pasados estimar el costo de los SONOR futuros.

Es importante mencionar que estas metodologías pueden dar resultados distintos entre sí, debido principalmente, a factores que se relacionan con el comportamiento de la información y a los señalados en el capítulo I (1.9), por lo que se deben analizar o seleccionar cuidadosamente las hipótesis del modelo con respecto a las características de la operación o ramo de seguros al que se aplicará.

Así, cualquier modelo de estimación para la Reserva de SONOR debe ser aplicable dentro de la vida cotidiana de las compañías de seguros, para lo cual se dice que deben observarse los siguientes puntos importantes:

- Aplicar un modelo ya establecido, o bien desarrollar una metodología. En ambos casos, el método deberá tomar en cuenta el comportamiento de la información a la que se aplicará.
- Estimar los parámetros del modelo.

- Examinar las desviaciones del modelo, comparando los resultados obtenidos con los de aquellos períodos cuyo desarrollo es conocido.
- Si las estimaciones difieren mucho de la realidad, deben hacerse las correcciones necesarias, o bien, reiniciar el proceso con algún otro modelo.

En seguida se muestra la clasificación de los métodos para estimar la Reserva de SONOR, propuesta por Taylor en el año de 1986.

### 3.2.1 Clasificación de los métodos para estimar la Reserva de SONOR

Existe una clasificación de los métodos para estimar la Reserva de SONOR, en donde el primer grupo (*Métodos Estocásticos*), engloba aquellos métodos que utilizan algún supuesto probabilístico en el transcurso de la estimación de la reserva, el otro grupo (*Métodos No-Estocásticos*), obviamente, engloba a los métodos que no lo hacen. A pesar de esta diferenciación existen algunos métodos no-estocásticos que se les puede dar una interpretación estadística.

La mayoría de los métodos toman en cuenta variables explicativas tales como: volumen de expuestos por año de origen, tiempo de desarrollo, alguna medida de riesgo como el tamaño promedio de las reclamaciones, tiempo en que se finiquitan los siniestros y el crecimiento en el monto de los siniestros, causado probablemente por la inflación, la cual se puede tomar como variable exógena y decidir si se utiliza o no en los cálculos.

Es importante hacer notar que la mayoría de estos métodos están enfocados a estimar el total de siniestros acumulados para algún período de ocurrencia dado que, a partir de la determinación de este monto, sólo es necesario restarle el total de siniestros reportados hasta ese momento para obtener la Reserva de SONOR.

Los resultados que se obtienen a partir de aplicar los métodos para estimar esta reserva es la de obtener, por un lado, sólo una estimación puntual, sin tener idea del posible error cometido; en cambio, la introducción de técnicas estadísticas en el cálculo de la reserva permite estimar el error cometido y en algunos casos conocer la distribución entera del estimador.

Sin embargo, a pesar de esta información adicional que ofrecen algunos métodos estocásticos, en nuestro país su uso no es muy común, debido a la cantidad considerable de información que se requiere para aplicar dichos métodos.

Por otra parte, para el análisis de los SONOR la información disponible generalmente se presenta en el llamado *triángulo de desarrollo*, el cual se describe a continuación.

### 3.2.1.1 Triángulo de desarrollo

Un requisito importante para poder estimar la Reserva de SONOR es conocer la manera en que históricamente se ha comportado la siniestralidad<sup>38</sup> de una operación o ramo asegurado. Este patrón de desarrollo puede ser descrito en el llamado *Triángulo de Desarrollo*, el cual es sólo un arreglo matricial triangular de valores  $X_{j,s}$  ( $j=0,1,2, \dots, t$ ;  $s=0,1,2, \dots, t$ ) (Tabla 3.1), donde:

$X_{j,s}$  Monto de siniestralidad registrado durante el período  $j$  y reportado en el momento de desarrollo  $s$ .

$j$  Base de identificación Siniestral: Período durante el cual ocurre el siniestro.

$s$  Momento de Desarrollo Siniestral: Número de períodos que transcurren entre el instante de origen y el de reporte del siniestro. También puede interpretarse como el momento calendario  $j+s$ .

**Desarrollo Siniestral:** Es el lapso de unidades de tiempo  $s$  que se genera a consecuencia de reclamos iniciales o complementarios inesperados que se registran " $n$ " períodos después de la siniestralidad inicial  $X_{j,0}$ .

---

<sup>38</sup> **Siniestralidad ó Índice de siniestralidad:** Es la proporción entre el importe total de los siniestros y las primas devengadas. **Prima devengada:** Porción de prima correspondiente al período estricto de seguro transcurrido durante el ejercicio en que se ha asumido a la cobertura del riesgo.

Por lo general se toman períodos anuales, aunque también pueden ser meses, trimestres, semestres, etc. y no necesariamente tiene que coincidir la periodicidad en los renglones y en las columnas, sin embargo, la legislación mexicana solicita períodos trimestrales, y por otro lado, es más consistente el considerar períodos iguales como renglón-columna.

Tabla 3.1 Triángulo de desarrollo

$X_{0,0}$	$X_{0,1}$	$X_{0,2}$	...	$X_{0,5}$	...	$X_{0,t-1}$	$X_{0,t}$
$X_{1,0}$	$X_{1,1}$	$X_{1,2}$	...	$X_{1,5}$	...	$X_{1,t-1}$	
$X_{2,0}$	$X_{2,1}$	$X_{2,2}$	...	$X_{2,5}$	...		
$X_{3,0}$	$X_{3,1}$	$X_{3,2}$	...	$X_{3,5}$	...		
.	.	.	...	.			
.	.	.	...	.			
.	.	.	...	.			
$X_{j,0}$	$X_{j,1}$	$X_{j,2}$	...	$X_{j,5}$			
.	.	.					
.	.	.					
.	.	.					
$X_{t-1,0}$	$X_{t-1,1}$						
$X_{t,0}$							

Ejemplos:

1. Si el período de ocurrencia  $j=0$  (primer renglón) es el primer trimestre de 1992 (92-1) entonces  $X_{92-1,9}$  es el monto de siniestralidad ocurrida durante 92-1 reportada 9 trimestres después, o lo que es lo mismo, dentro del trimestre 94-2.
2. El período de ocurrencia  $j=7$  es el cuarto trimestre de 1993 (93-4) entonces  $X_{92-4,0}$  es el monto de siniestralidad ocurrida durante 93-4 reportada 0 trimestres después, o lo que es lo mismo, dentro del mismo trimestre 93-4.

De esta manera, el primer ejemplo es un caso de SONR mientras que el segundo no se considera así. Sin embargo, cabe señalar que estos conceptos se modifican si son cambiadas las unidades de períodos de desarrollo siniestral. Por ejemplo, si

en lugar de trimestres se toman años entonces  $X_{92,0}$  es el monto de siniestralidad ocurrida durante 1992 y reportada en el mismo año (de este modo, un siniestro ocurrido en 92-1 y reportado en 92-4 no es un caso de SONOR al encontrarse dentro del mismo período de desarrollo siniestral), por lo que el período (años, semestres trimestres, meses, etc.) queda a juicio de quien evalúe la información y/o necesidades legales o técnicas.

Asimismo, es necesario seleccionar cuidadosamente el período que se establecerá como base estadística para el cálculo, pues la información que tenga mucho tiempo de haber sido generada puede presentar desviaciones en su estructura fundamental, como pueden ser: cambios internos en la compañía, tales como la modificación en la administración de siniestros, oferta de nuevos beneficios y/o endosos adicionales que afecten el tiempo de reclamación, etc., o cambios externos, como la inflación, o bien una combinación de ambos.

También deberá determinarse cuidadosamente el tipo de siniestralidad ( $X_{j,s}$ ) que se tomará como base estadística de cálculo, ya que el utilizar distinta información puede arrojar niveles de reserva que no reflejen el verdadero comportamiento de los SONR. Esto es:

1. *Siniestros Pagados*, el utilizar siniestros pagados, en ocasiones da resultados poco consistentes, debido a que el instante en que se paga un siniestro puede darse mucho tiempo después de que se reportó y constituyó la reserva correspondiente.
2. *Siniestros Ocurridos*, establece un sistema de mayor consistencia ya que, al excluir del cálculo aquellas reclamaciones que han sido pagadas en el tiempo, establece una mayor exactitud en la información registrada.

Como se mencionó en el capítulo I, para fines de estimación de la Reserva de SONOR, la siniestralidad ocurrida es más utilizada en Vida y Daños, debido a que el momento de reporte es aleatorio, pues no depende de cuando se pagan o no los mismos. Sin embargo, en Accidentes y Enfermedades se utilizan los siniestros pagados, debido a que las fechas de ocurrencia en las enfermedades son inciertas, y en este caso es más fácil manejar siniestralidad pagada con implicaciones de problemas en la capacidad administrativa de la compañía de seguros.

Para poder interpretar correctamente el triángulo de desarrollo, es importante considerar lo siguiente:

- a. La lectura horizontal de cualquier renglón J fijo describe como evolucionan los montos de siniestros ocurridos durante el período J en cada momento S.
- b. La lectura vertical de cualquier columna S fija describe el comportamiento que se ha observado por montos de siniestros ocurridos en cualquier período J en el momento S.
- c. La lectura de las diagonales describe los montos reportados en el período J por siniestros ocurridos durante el lapso considerado, cuya suma se representa  $M_j$ .

Tabla 3.2

The diagram shows a triangle of development. The horizontal axis represents the development period (S) with values 0, 1, 2, and 3. The vertical axis represents the occurrence period (J) with values 95-1, 95-2, 95-3, and 95-4. The diagonal axis represents cumulative amounts (M) with values  $M_{95-1}$ ,  $M_{95-2}$ ,  $M_{95-3}$ , and  $M_{95-4}$ . Arrows point from each cell in the triangle to its corresponding cumulative amount on the diagonal.

Trimestre J de Ocurrencia	Trimestre S de Desarrollo Siniestral			
	0	1	2	3
95-1	$X_{95-1,0}$	$X_{95-1,1}$	$X_{95-1,2}$	$X_{95-1,3}$
95-2	$X_{95-2,0}$	$X_{95-2,1}$	$X_{95-2,2}$	
95-3	$X_{95-3,0}$	$X_{95-3,1}$		
95-4	$X_{95-4,0}$			

De este modo  $M_{95-4}$  es el monto total de los siniestros reportados en 95-4 correspondientes al período considerado, sin importar el trimestre del cual provienen ni el período de desarrollo siniestral en el que se encuentren.

Bajo este orden de ideas, el registro estadístico de los SONOR pasados en un triángulo de desarrollo es información que debe ser usada cuidadosamente, ya que deben evaluarse meticulosamente los cambios que han tenido lugar y de los que posiblemente se darán en el futuro; entre el tiempo en que los datos fueron desarrollados y el tiempo para el cual se hacen las estimaciones.

A continuación se presenta un breve resumen de los métodos, tanto estocásticos como no-estocásticos.



### 3.2.1.2 Métodos No-Estocásticos

Como ya se mencionó, estos métodos no utilizan explícitamente ningún supuesto probabilístico para el cálculo de la reserva, sin embargo, por la relativa facilidad en su aplicación, son más utilizados por las compañías de seguros, tanto en México como en otros países.

#### 3.2.1.2.1 Método Chain-Ladder

Este método utiliza un factor para “suavizar” los datos y con base en estos datos suavizados realizar interpolaciones para estimar los siniestros agregados para cada período de ocurrencia y posteriormente la reserva correspondiente.

El supuesto básico de este método es que las columnas en el triángulo de desarrollo son proporcionales, es decir, independientemente del período de origen, en cada período de desarrollo se reporta una proporción constante de siniestros, con respecto al total, que depende únicamente del período de desarrollo. El sustento del supuesto depende en buena medida, tanto del tipo de negocio que se trate, como de la homogeneidad y de la operación o ramo.

Ejemplo:

Paso 1: Sea  $X_{i,j}$  los siniestros Ocurridos, por período de desarrollo y ocurrencia.

Tabla 3.3

1998	3,245	3,129	1,987	958	782	429	205
1999	4,114	3,981	2,156	1,050	853	556	
2000	4,547	3,981	1,854	931	654		
2001	4,295	3,568	2,365	987			
2002	4,278	3,645	1,978				
2003	5,233	4,289					
2004	6,198						

Datos en miles de pesos

Fuente: Autor

Paso 2: Los siniestros acumulados están dados por  $C_{i,j} = \sum_{k=1}^j X_{i,k}$ .

Tabla 3.4

1998	3,245	6,374	8,361	9,319	10,101	10,530	10,735
1999	4,114	8,095	10,251	11,301	12,154	12,710	
2000	4,547	8,528	10,382	11,313	11,967		
2001	4,295	7,863	10,228	11,215			
2002	4,278	7,923	9,901				
2003	5,233	9,522					
2004	6,198						

Paso 3: Se calculan los factores de desarrollo como sigue:  $D_{i,j} = \frac{C_{i,j}}{C_{i,j-1}}$

Paso 4: Se realiza un Promedio de los factores de desarrollo:

$$D'_j = \frac{\sum_{i=1}^{s-j+1} C_{i,j}}{\sum_{i=1}^{s-j+1} C_{i,j-1}} = \frac{\sum_{i=1}^{s-j+1} (C_{i,j-1} * D_{i,j})}{\sum_{i=1}^{s-j+1} C_{i,j-1}}$$

Tabla 3.5

1998	1.96	1.31	1.11	1.08	1.04	1.02
1999	1.97	1.27	1.10	1.08	1.05	
2000	1.88	1.22	1.09	1.06		
2001	1.83	1.30	1.10			
2002	1.85	1.25				
2003	1.82					
Promedio	1.88	1.27	1.10	1.07	1.04	1.02

Paso 5: Se completa el rectángulo.

$$C'_{i,j} = C_{i,s-i+1} * \prod_{k=s-i+2}^s D'_k$$

Tabla 3.6

	10,735	10,735	0
	12,957	12,710	247
	12,738	11,967	771
	12,802	11,215	1,587
	12,441	9,901	2,540
	15,186	9,522	5,664
	18,632	6,198	12,434
<b>Total</b>	<b>95,492</b>	<b>72,248</b>	

Siniestros Totales Estimados = Siniestros Pagados a la fecha multiplicado por el correspondiente factor de desarrollo promedio (Valores del último período de desarrollo, tabla 3.6).

Siniestros pagados a la fecha = Valores de la Diagonal que representa el presente (tabla 3.6).

SONOR = Siniestros Totales Estimados - Siniestros Pagados a la fecha. En el ejemplo numérico el valor de SONOR es 23,244 (en miles de pesos de la tabla 3.6).

### 3.2.1.2.2 Método del Crecimiento

Este método fue propuesto por la Insurance Accounting & Systems Association, Inc. en 1991. Con este método se calcula la responsabilidad de la pérdida, por medio de los montos acumulados a siniestros reportados hasta la fecha y no por medio de la siniestralidad total. En los cuadros 3-a y 3-b se representa la información necesaria para estimar dicho monto. Se calcula la responsabilidad de la pérdida por medio de los montos acumulados de los siniestros pagados durante varios períodos. Dicha responsabilidad se obtiene a partir de porcentajes de los montos pagados con los cuales se calcula el monto final. Por lo que en este caso las variables  $D_{t-k,t}$  y  $D_t$  representan respectivamente los montos de los siniestros reportados en el año  $t-k$ , con fecha de ocurrencia en el año  $t-L$ , y el monto total de los siniestros con fecha de ocurrencia en  $t-L$ .

Con el fin de ilustrar el método con mayor claridad, se presenta la siguiente notación y posteriormente empleando los valores numéricos antes mencionados.

Cuadro 3-a  
Monto Acumulado de Siniestros

Período de Ocurrencia	0	1	...	$L-1$	$L$
$t-L$	$D_t^L$	$D_t^{L-1}$	...	$D_t^1$	$D_t$
$t-L+1$	$D_{t+1}^L$	$D_{t+1}^{L-1}$	...	$D_{t+1}^1$	
...	...	...	...		
$t-1$	$D_{t+L-1}^L$	$D_{t+L-1}^{L-1}$			
$t$	$D_{t+L}^L$				

En valores numéricos se muestra como sigue:

Cuadro 3-b

1998	3,245	6,374	8,361	9,319	10,101	10,530	10,735
1999	4,114	8,095	10,251	11,301	12,154	12,710	
2000	4,547	8,528	10,382	11,313	11,967		
2001	4,295	7,863	10,228	11,215			
2002	4,278	7,923	9,901				
2003	5,233	9,522					
2004	6,198						

Una vez obtenida la información, se calcula el porcentaje que representan los siniestros acumulados para cada trimestre de desarrollo, con respecto al valor del último período de desarrollo conocido, de manera que se obtenga el triángulo de SONOR expresado en porcentajes (Cuadros 3-c y 3-d).

Cuadro 3-c  
Monto Acumulado de Siniestros en Porcentaje del Último Monto

Periodo de Ocurrencia	0	1	...	L-1	L
$t-L$	$D_t^L / D_t$	$D_t^{L-1} / D_t$	...	$D_t^1 / D_t$	$D_t / D_t$
$t-L+1$	$D_{t+1}^L / D_{t+1}^1$	$D_{t+1}^{L-1} / D_{t+1}^1$	...	$D_{t+1}^1 / D_{t+1}^1$	
...	...	...	...		
$t-1$	$D_{t+L-1}^L / D_{t+L-1}^{L-1}$	$D_{t+L-1}^{L-1} / D_{t+L-1}^{L-1}$			
$t$	$D_{t+L}^L / D_{t+L}^L$				

A continuación se muestran los cálculos numéricos.

Cuadro 3-d

1998	30.23%	59.38%	77.89%	86.81%	94.09%	98.09%	100.00%
1999	32.37%	63.69%	80.65%	88.91%	95.63%	100.00%	
2000	38.00%	71.26%	86.76%	94.53%	100.00%		
2001	38.30%	70.11%	91.20%	100.00%			
2002	43.21%	80.02%	100.00%				
2003	54.96%	100.00%					
2004	100.00%						

El siguiente paso consiste en estimar el monto de siniestros que se considera se reportarán entre los años  $t$  y  $t-L$  (colas). Este se presentará como un porcentaje  $\alpha$ , cuyo valor se determinará con base en la experiencia que se tenga.

Al fijar este porcentaje, se está suponiendo que se reportará entre  $t-L$  y  $t$  un  $\alpha$  por ciento del monto total correspondiente al año de ocurrencia  $t-L$ . Por ejemplo, puede darse el caso de que se estime que entre  $t-L$  y  $t$  se registre  $\alpha = 95\%$  del monto total correspondiente al año de ocurrencia  $t-L$ , por lo que, para obtener una buena estimación del monto total esperado, se aumenta el porcentaje de siniestralidad reportada hasta el tiempo  $t$  por un factor equivalente al 5% faltante, es decir, por el inverso de 95%. Cabe mencionar que este factor es muy importante, ya que de su valor depende la estimación final, sin embargo, no existe una metodología objetiva para determinarlo, por lo que esto introduce un cierto grado de subjetividad al método.

Una vez determinado este porcentaje el procedimiento es el siguiente:

- Se actualizan todos los porcentajes correspondientes al primer período de ocurrencia con respecto a  $\alpha$ .
- Se actualizan los porcentajes del siguiente período de ocurrencia, utilizando para el último trimestre de desarrollo, el promedio de los porcentajes correspondientes a ese período de desarrollo, pero para períodos de ocurrencia anteriores, y así sucesivamente.

Cuadro 3-e  
Porcentajes Acumulados de Siniestralidad, Ajustados por  $\alpha$ .

Período de Ocurrencia	0	1	...	$L-1$	$L$
$t-L$	$(D_t^L / D_t) * \alpha$	$(D_t^{L-1} / D_t) * \alpha$	...	$(D_t^1 / D_t) * \alpha$	$(D_t / D_t) * \alpha$
$t-L+1$	$(D_{t+1}^L / D_{t+1}^1) * \beta$	$(D_{t+1}^{L-1} / D_{t+1}^1) * \beta$	...	$(D_{t+1}^1 / D_{t+1}^1) * \beta$	
...	...	...	...		
$t-1$	$(D_{t+L-1}^L / D_{t+L-1}^{L-1}) * \delta$	$(D_{t+L-1}^{L-1} / D_{t+L-1}^{L-1}) * \delta$			
$t$	$\lambda$				

Donde:

$$\beta = (D_t^1 / D_t) * \alpha / 1$$

...

$$\delta = \left[ (D_t^{L-1} / D_t) * \alpha + (D_{t+L-2}^{L-1} / D_{t+L-2}^{L-2}) * \gamma \right] / L - 1$$

Donde  $\gamma$  es el promedio del período de desarrollo 2.

$$\lambda = \left[ (D_t^L / D_t) * \alpha + (D_{t+1}^L / D_{t+1}^1) * \beta + \dots + (D_{t+L-1}^L / D_{t+L-1}^{L-1}) * \delta \right] / L$$

Cuadro 3-f

								con $\alpha = 5\%$
1998	30.23%	59.38%	77.89%	86.81%	94.09%	98.09%	100.00%	95.00%
1999	32.37%	63.69%	80.65%	88.91%	95.63%	100.00%		93.19%
2000	38.00%	71.26%	86.76%	94.53%	100.00%			89.25%
2001	38.30%	70.11%	91.20%	100.00%				83.23%
2002	43.21%	80.02%	100.00%					75.62%
2003	54.96%	100.00%						59.65%
2004	100.00%							31.69%

En seguida se presentan los porcentajes acumulados de siniestralidad pagada, ajustados por  $\alpha$ .

Cuadro 3-g

Porcentajes Acumulados de Siniestralidad Pagada, Ajustados por  $\alpha$ .

1998	28.72%	56.41%	73.99%	82.47%	89.39%	93.19%	95.00%
1999	30.16%	59.35%	75.16%	82.86%	89.11%	93.19%	
2000	33.91%	63.60%	77.43%	84.37%	89.25%		
2001	31.88%	58.36%	75.91%	83.23%			
2002	32.67%	60.51%	75.62%				
2003	32.78%	59.65%					
2004	31.69%						

Después se procede a estimar la Reserva de SONOR como sigue:

Cuadro 3-h

Fecha	Pagos	% Acum.	Estim. Final	Rva. SONOR
1998	10,735	95.00%	11,300	565
1999	12,710	93.19%	13,639	929
2000	11,967	89.25%	13,408	1,441
2001	11,215	83.23%	13,474	2,259
2002	9,901	75.62%	13,093	3,192
2003	9,522	59.65%	15,964	6,442
2004	6,198	31.69%	19,560	13,362
Total				28,192

Pagos = Diagonal que representa el presente de los siniestros Acumulados (cuadro 3-b).

% Acum. = Diagonal de Porcentajes Acumulados de Siniestralidad Pagada, Ajustados por  $\alpha$  (Cuadro 3-g).

Estim. Final = Pagos / % Acum.

Rva. SONOR = Estim. Final - Pagos. Cuyo valor es 28,192 (miles de pesos del cuadro 3-h).



### 3.2.1.2.3 Método de la Razón

Este método estima el monto total de los siniestros para cada año de ocurrencia, por medio de un *producto*. Utilizando la misma información que en métodos anteriores tenemos lo siguiente:

Tabla 3.7

1998	3,245	6,374	8,361	9,319	10,101	10,530	10,735
1999	4,114	8,095	10,251	11,301	12,154	12,710	
2000	4,547	8,528	10,382	11,313	11,967		
2001	4,295	7,863	10,228	11,215			
2002	4,278	7,923	9,901				
2003	5,233	9,522					
2004	6,198						

Como siguiente paso, se calcula el crecimiento que presentó entre un período de desarrollo y otro. Posteriormente se calculan los promedios para cada período de desarrollo. Estos últimos son acumulados para cada período de desarrollo, con el fin de obtener factores que permitan estimar el monto total de los siniestros para cada período de ocurrencia. Al igual que en el modelo del Crecimiento, se utiliza un factor  $\alpha$  pero ahora en el último período de desarrollo (Tablas 3.8 y 3.9).

Tabla 3.8  
Factores de Siniestralidad

Período de Ocurrencia	Período 0 al 1	Período 1 al 2	...	Período L - 1 al L	Factor $\alpha$
$t - L$	$D_t^{L-1} / D_t^L$	$D_t^{L-2} / D_t^{L-1}$	...	$D_t / D_t^1$	$1 + \alpha$
$t - L + 1$	$D_{t+1}^{L-1} / D_{t+1}^L$	$D_{t+1}^{L-2} / D_{t+1}^{L-1}$	...	$D_{t+1}^1 / D_{t+1}^2$	
...	...	...	...		
$t - 1$	$D_{t+L-1}^{L-1} / D_{t+L-1}^L$	$D_{t+1}^{L-2} / D_{t+1}^{L-1}$			
Promedio Aritmético	Promedio 1	Promedio 2	...	Promedio L	
Promedio Acumulado	$(1 + \alpha) * \text{Prom. 1}^*$ ... * Prom. 2 * Prom. 1	$(1 + \alpha) * \text{Prom. L}^*$ ... * Prom. 2	...	$(1 + \alpha) * \text{Prom. L}$	$1 + \alpha$

A continuación se muestran los valores numéricos.

Tabla 3.9

1998	1.96	1.31	1.11	1.08	1.04	1.02	1.05
1999	1.97	1.27	1.10	1.08	1.05		1.05
2000	1.88	1.22	1.09	1.06			1.05
2001	1.83	1.30	1.10				1.05
2002	1.85	1.25					1.05
2003	1.82						1.05
	1.88	1.27	1.10	1.07	1.04	1.02	1.05
	3.16	1.67	1.32	1.20	1.12	1.07	1.05

Pagos = Diagonal que representa el presente de los siniestros Acumulados (Tabla 3.7).

% Acum. = Promedio Acumulado

Estim. Final = Pagos \* % Acum. (*producto*)

Rva. SONOR = Estim. Final - Pagos

Tabla 3.10

1998	10,735	1.05	11,272	537
1999	12,710	1.07	13,605	895
2000	11,967	1.12	13,375	1,408
2001	11,215	1.20	13,442	2,227
2002	9,901	1.32	13,063	3,162
2003	9,522	1.67	15,945	6,423
2004	6,198	3.16	19,564	13,366
			Total	

Rva. SONOR = 28,018 (miles de pesos).

### 3.2.1.2.4 Método de Bornhuetter-Ferguson

El método Bornhuetter-Ferguson combina los métodos de Loss Ratio y Chain Ladder, éste método es llamado estabilizador para colas largas o datos iniciales.

Del Método Loss Ratio:

Siniestros Totales Estimados = (Siniestralidad Esperada) x (Prima Total)

SONOR = Siniestros Totales Estimados - Siniestros Reportados

Del Método Chain Ladder:

Siniestros Totales Estimados = (Siniestros Pagados) x  $\prod_j f_j$ , donde  $f_j$  es el factor de desarrollo de siniestros del período de la póliza  $j$ .

$$\text{Sea } f_{UN} = \prod_j f_j$$

Bornhuetter-Ferguson:

SONOR = Siniestros Totales Estimados - Siniestros Pagados

$$= \text{Siniestros Pagados} \times (f_{UN} - 1)$$

$$= \text{Siniestros Totales Estimados} \times \left(1 - \frac{1}{f_{UN}}\right)$$

Ejemplo:

Misma información del ejemplo de Chain Ladder, pero ahora tenemos primas y Loss Ratio.

$$1. \text{ Sea } f_{UN} = \prod_j f_j = \frac{\text{Siniestros Totales Estimados en Chain Ladder}}{\text{Siniestros Pagados a la Fecha}},$$

tenemos los siguientes valores:

Tabla 3.11

Año	Prima Emitida	Prima Recibida	Loss Ratio
1998	10,735	10,735	1.00
1999	12,957	12,710	1.02
2000	12,738	11,967	1.06
2001	12,802	11,215	1.14
2002	12,441	9,901	1.26
2003	15,186	9,522	1.59
2004	18,632	6,198	3.01

2. Se calculan los siniestros totales estimados:

Siniestros Totales Estimados = Prima Emitida \* Loss Ratio (para este ejemplo se supone del 73%<sup>39</sup>).

3. SONOR = Siniestros Totales Estimados \*  $(1 - \frac{1}{f_{ou}})$ .

Tabla 3.12

Año	Prima Emitida	Loss Ratio	Siniestros Totales Estimados	SONOR
1998	15,400	1.00	11,242	0
1999	16,345	1.02	11,932	228
2000	18,554	1.06	13,544	820
2001	15,362	1.14	11,214	1,390
2002	21,489	1.26	15,687	3,203
2003	21,056	1.59	15,371	5,733
2004	25,841	3.01	18,864	12,589
*Loss Ratio 73%			Total	

SONOR = 23,962 (en miles de pesos).

<sup>39</sup> Estos factores se estiman en función de la experiencia estadística siniestral.

### 3.2.1.2.5 Método de Loss Ratio (Proporción de Pérdida Esperada)

La fórmula principal es:

$$\text{Siniestros Totales Esperados} = (\text{Siniestralidad Esperada}) \times (\text{Prima Total})$$

$$\text{SONOR} = \text{Siniestros Totales Esperados} - \text{Siniestros Reportados, o bien:}$$

$$\text{SONOR} = \text{Siniestros Totales Esperados} - \text{Siniestros Pagados} - \text{Reserva de Siniestros Reportados}$$

Consideraciones del Método Loss Ratio:

- Sujeto a manipulaciones
- Se debe tener cuidado cuando la siniestralidad se aplica a varios períodos, ya que puede haber aumento o disminución de tarifas que implican una siniestralidad distinta.
- Si existen varias clases de riesgo, se debe tomar en cuenta la distribución de estas.

Sin embargo, hay ocasiones en las cuales éste es el único método posible de aplicar y sirve también para verificar otros métodos.

### 3.2.1.2.6 Método de Separación

Este método considera que los siniestros representados en el triángulo de desarrollo están formados por dos vectores de parámetros  $\underline{r}$  y  $\underline{\lambda}$ , que juntos definen el desarrollo de los siniestros (Tabla 3.7), es decir que  $X_{t,j} = r_j \lambda_{t+j-1}$ . Donde  $r_j$  puede interpretarse como la proporción de siniestros que se han reportado hasta el período  $j$  con respecto al total y  $\lambda_t$  describe la evolución de los siniestros, es decir, costos.

Tabla 3.13 Método de Separación

Período	1	2	...	t
1	$r_1 \lambda_1$	$r_2 \lambda_2$	...	$r_t \lambda_t$
2	$r_1 \lambda_2$	$r_1 \lambda_3$	...	$r_{t-1} \lambda_t$
...		.	...	
t-1		.	...	
t				$r_1 \lambda_t$

Luego entonces, se tiene que resolver el sistema para los dos vectores  $\underline{r}$  y  $\underline{\lambda}$ , para lo cual se emplea una restricción, definida por el modelo, ya sea  $\sum_j r_j = 1$  o  $\prod_j r_j = 1$ . Si se usa la primera restricción el método es llamado Método de Separación Aritmética, la segunda opción produce el llamado Método de Separación Geométrica. A continuación se presenta la solución para ambos métodos.

#### Método de Separación Aritmética

Del supuesto mencionado,  $\sum_j r_j = 1$ , obtenemos que  $\lambda'_t = \sum_{t+j=t+1} X_{j,t+1-j}$ , de donde podemos obtener el primer valor  $r'_t = \frac{X_{1t}}{\lambda'_t}$ . Si seguimos este procedimiento obtendremos los siguientes valores de los parámetros  $\underline{r}$  y  $\underline{\lambda}$ , ahora haciendo

$\lambda'_{t-1} = \frac{1}{1-r'_t} \sum_{j=1}^{t-1} X_{j,t-j}$  para obtener  $r'_{t-1} = \frac{X_{1,t-1} + X_{2,t-1}}{\lambda'_t + \lambda'_{t-1}}$  y de esta manera calcular los parámetros necesarios.

### Método de Separación Geométrica

Para el método de separación Geométrica, utilizamos la restricción  $\prod_j r_j = 1$ ,

calculando  $\lambda'_t = \left( \prod_{j=1}^t X_{j,t+1-j} \right)^{\frac{1}{t}}$  y  $r'_t = \frac{X_{1t}}{\lambda'_t}$ . El esquema se completa utilizando estos

valores ya calculados para obtener los siguientes parámetros:  $\lambda'_{t-1} = \left( \prod_{j=1}^{t-1} X_{j,t-j} \right)^{\frac{1}{t-1}}$   
 y  $r'_{t-1} = \left( \frac{X_{1,t-1} X_{2,t-1}}{\lambda'_t \lambda'_{t-1}} \right)^{\frac{1}{2}}$ .

Para ambos métodos, las estimaciones de los valores  $\lambda_\beta$  para  $\beta > t$  tendrán que ser calculados, ya sea extrapolando la serie de éstos o introduciendo estimaciones exógenas. Una vez estimados los parámetros del modelo, se calculan los montos finales haciendo  $X'_{\alpha,\beta} = r'_\beta \lambda'_\alpha$ .

Una de las desventajas de los métodos no estocásticos es la de no dar límites de confianza para la estimación de la reserva. A raíz de esto se introducen técnicas estadísticas en el desarrollo de los métodos con el fin de obtener una estimación por intervalos y eventualmente la distribución completa del estimador.

### 3.2.1.3 Métodos Estocásticos

Entre los métodos estocásticos se encuentran El Modelo de Regresión, El Método de Credibilidad de De Vylder, El Método de Mack, El Modelo Bayesiano, entre otros. La mayoría utilizan técnicas de regresión.

Una desventaja de estos métodos es, que no toman en cuenta la variabilidad en que se incurre al estimar los parámetros involucrados y la del modelo propuesto. Esto es, estiman los parámetros y al hacer el pronóstico, simplemente los introducen en el modelo seleccionado como si fueran sus verdaderos valores.

Otra desventaja es, que requieren una cantidad importante de información para obtener estimaciones, relativamente confiables, que no siempre están disponibles y lo cual no es factible para las compañías de seguros.

Cabe mencionar que no es objeto de este documento el analizar dichos métodos estocásticos, por lo que sólo se da una breve descripción para conocimiento del lector.

#### 3.2.1.3.1 Método de Mínimos Cuadrados de De Vylder

Este método supone que la fracción de siniestros reportados hasta el período  $\beta$  es independiente del período de ocurrencia  $\alpha$ , como varios de los métodos anteriores, de esta manera se puede usar un modelo multiplicativo para la representación de las reclamaciones. Así se supone que  $Y_{\alpha\beta} = X_{\alpha}v_{\beta}$ , donde  $v_{\beta}$  es la proporción de siniestros reportados hasta el período de desarrollo  $\beta$  con respecto al total del período correspondiente,  $Y_{\alpha\beta}$  es el monto reportado correspondiente al período de ocurrencia  $\alpha$  y período de desarrollo  $\beta$  y  $X_{\alpha}$  es el monto de siniestros reportados acumulado correspondiente al año de ocurrencia  $\alpha$ , es decir que  $X_{\alpha\beta} = \sum_{j=1}^{\beta} Y_{\alpha,j}$  como se ha definido anteriormente. Adicionalmente se supone  $t$  lo suficientemente grande como para que  $\sum_{j=1}^t v_j = 1$ .



Ahora se sigue el determinar los valores de los parámetros  $\underline{x}$  y  $\underline{v}$  tales que  $\sum [Y_{j,s} - x_j v_s]^2$  sea mínima, donde la suma se realiza sobre el conjunto de subíndices en el que se tenga información. Al realizar esta operación se obtiene el

siguiente sistema de ecuaciones 
$$x'_j = \frac{\sum_s Y_{j,s} v_s}{\sum_s v_s^2}, \quad v'_s = \frac{\sum_j Y_{j,s} x_j}{\sum_j x_j^2}.$$

El sistema se resuelve interactivamente partiendo de algún valor arbitrario, es decir.  $v_1 = v_2 = \dots = v_t = \frac{1}{t}$ . Una vez que la convergencia ocurre, los valores del vector  $\underline{v}$  son reescalados de manera que su suma sea uno; entonces, los valores del vector  $\underline{x}$  son calculados. La estimación final de los siniestros tiene la forma  $X'_{\alpha\beta} = x'_\alpha v'_\beta$

Como se mencionó, la desventaja principal de los métodos *no-estocásticos* es la de no dar límites de confianza para la estimación de la reserva correspondiente. A raíz de esto se introducen técnicas estadísticas en el desarrollo de los métodos con el fin de obtener este tipo de estimación por intervalos y eventualmente la distribución completa del estimador. Ahora, se presenta una breve recopilación de algunos Métodos Estocásticos, tratándolos de la manera más general posible.

### 3.2.1.3.2 El Modelo de Regresión

Tomando en cuenta la conceptualización de los siniestros presentada en el método de separación  $X_{ij} = r_j \lambda_{i+j-1}$ . Se toman logaritmos en ambos lados de la expresión, se obtiene que  $\ln(X_{ij}) = \ln(r_j) + \ln(\lambda_{i+j-1})$  para  $i + j \leq t + 1$ , el cual es lineal en los parámetros. El modelo lineal se denota de la siguiente manera:

$$Y_{\left(\frac{t}{2}, (t+1)\lambda\right)} = v_{\left(\frac{t}{2}, (t+1)2t\right)} \underline{\beta}^{(2t,1)} + U_{\left(\frac{t}{2}, (t+1)\lambda\right)},$$

donde  $Y$  contiene los logaritmos de los valores  $\frac{t(t+1)}{2}$  observados, agrupados por año de accidente y  $U$  es el vector de errores.

La matriz de diseño  $v$ , de tamaño  $\frac{t(t+1)}{2} \times 2t$ , tiene la siguiente forma:

$$v = \begin{bmatrix} I^{(t,t)} & \dots & \dots & I^{(t,t)} \\ I^{(t-1,t-1)} & 0^{(t-1,1)} & 0^{(t-1,1)} & I^{(t-1,t-1)} \\ I^{(t-s,t-s)} & 0^{(t-s,s)} & 0^{(t-s,s)} & I^{(t-s,t-s)} \\ I^{(1,1)} & 0^{(1,t-1)} & 0^{(1,t-1)} & I^{(1,1)} \end{bmatrix}$$

Con este modelo, dado que la matriz es singular, se hace la misma consideración que en el método de separación y se introduce la restricción  $\sum r_j = 1$  y de esta manera se define  $\tilde{v}$  y  $\tilde{\beta}$  omitiendo la primera columna en la matriz de diseño y el primer elemento de  $\beta$ , obteniendo el sistema lineal  $Y_{\left(\frac{t}{2}^{(t+1)}\right)} = v_{\left(\frac{t}{2}^{(t+1)}\right)} \beta_{(2,t)} + U_{\left(\frac{t}{2}^{(t+1)}\right)}$ , con el cual claramente se pueden utilizar las técnicas de regresión ya sea bayesiana, mínimos cuadrados, etc. y obtener propiedades estadísticas del vector de parámetros  $\tilde{\beta}$ . Para calcular los pronósticos de la parte inferior del triángulo, se tiene que invertir la transformación logarítmica; entonces, si se supone que los errores en el modelo lineal tienen una distribución normal, las  $X_{i,j}$  tienen una distribución lognormal por lo que el estimador del pronóstico tiene la forma  $\hat{X}_{i,j} = \exp\left\{y'_{i,j} + \frac{1}{2}V(y'_{i,j})\right\}$ , donde  $y' = v\beta'$  es el vector de valores ajustados por la regresión y  $V(y') = v[V(\beta')]'$  es la matriz de varianza-covarianza de la regresión.

Otra forma de visualizar el problema es expuesta por Elizondo y Guerrero (1994) en donde proponen estimar la siniestralidad total para cada año de ocurrencia por medio de una regresión lineal simple, la fórmula general de pronóstico es, en este caso  $S_{t-k}^k = \beta_{k0} + \beta_{k1}S_{t,k} + \varepsilon_{kt}$ , donde  $S_{t-k}^k$  es el pronóstico de la siniestralidad total para el año de ocurrencia  $t$  con la información de  $k$  períodos de desarrollo,  $S_{t,k}$  es la siniestralidad acumulada para el año de ocurrencia  $t$  hasta período de desarrollo  $k$  y  $\beta_{i,j}, i = 0, 1$  son los parámetros involucrados en la regresión. Ahora, haciendo uso de los supuestos clásicos de regresión, se utiliza la técnica de mínimos cuadrados ordinarios para estimar los parámetros necesarios para cada

año de ocurrencia. Finalmente se resta la siniestralidad acumulada hasta el momento al pronóstico y se multiplica esta diferencia por el monto de primas para ese año para obtener la reserva correspondiente.

Para la implementación de ambos métodos es evidente que los supuestos involucrados deberán ser validados con los datos observados. En principio el supuesto de independencia entre las observaciones parece consistente en el sentido de que el desarrollo en el reporte de un siniestro en particular no tiene relación directa con algún otro. El supuesto de homoscedasticidad tal vez no sea tan sencillo de validar estructuralmente como el anterior, pero con una cartera formada por riesgos homogéneos la validación de este supuesto será menos difícil.

### 3.2.1.3.3 Método de Credibilidad de De Vylder

El método parte de que el vector de siniestros  $\underline{X}_\alpha$  depende únicamente del parámetro  $\theta_\alpha$ , para los años de ocurrencia  $\alpha = 1, \dots, t$ , que se interpreta como la realización de una variable estructural  $\Theta_\alpha$ , fuera de esta diferencia, todos los años son iguales.

Este método necesita de cuatro supuestos principales, a saber:

- I) Los vectores  $(\Theta_1, \underline{X}_1), \dots, (\Theta_t, \underline{X}_t)$  son independientes, es decir que los años de ocurrencia son independientes.
- II)  $\underline{X}_j = \beta(\Theta_j)\underline{Y}_j$ , donde  $\underline{Y}_j$  es un vector aleatorio desconocido y  $\beta(\Theta_j)$  una función escalar de la variable  $\Theta_j$ , ambas independientes entre sí.
- III)  $\underline{Y}_j$  es tal que  $E[\underline{Y}_j] = (y_1, \dots, y_t)$  es independiente de  $j$ , resultando entonces que, en promedio, el patrón de desarrollo es el mismo. Más aun  $Cov[\underline{Y}_j] = \frac{r^2}{p_j} I^{(t,t)}$  donde  $r^2$  es un escalar desconocido independiente de  $j$ ,  $p_j$  es un peso conocido para el año de ocurrencia  $j$  e  $I^{(t,t)}$  es la matriz identidad de  $t \times t$ .

IV) Las variables estructurales  $\Theta_1, \dots, \Theta_t$  son independientes e idénticamente distribuidas.

Para el análisis se utiliza únicamente el conjunto de variables observadas. Así, si  $T_j$  denota el conjunto de períodos de desarrollo para los cuales existen observaciones pertenecientes al año de ocurrencia  $j$ , se define a  $\underline{y}_j^0$  como el vector que tiene como componentes a los valores esperados  $\underline{y}$  con índices en  $T_j$ . De esta definición se desprende que  $\underline{y}_j^0$  difiere de  $\underline{y}_t^0$  únicamente por el conjunto de elementos que son observados de  $\underline{y}$ .

Como podemos ver a partir del supuesto II, el modelo detrás del método es el de una regresión lineal, con la consideración de utilizar un estimador de credibilidad  $B_j$  para  $\beta(\Theta_j)$ , que se obtiene, utilizando los supuestos anteriores de la siguiente manera:

$$B_j = (1 - z_j)b + z_j \hat{b}_j, \text{ donde:}$$

$$\hat{b}_j = \left( \underline{y}_j^0 \underline{y}_j^0 \right)^{-1} \underline{y}_j^0 X_j^0 = \frac{\sum_{q \in T_j} y_q X_{j,q}}{\sum_{q \in T_j} y_q^2}, \quad z_j = \frac{a}{a + s_j^2 w_j}, \quad s_j^2 = E[\sigma_j^2(\Theta_j)] = \frac{s^2}{p_j} \quad \text{y}$$

$$w_j = \left( \underline{y}_j^0 \underline{y}_j^0 \right)^{-1} = \frac{1}{\sum_{q \in T_j} y_q^2}, \text{ adicionalmente los parámetros estructurales están dados}$$

por  $\underline{y}$ ,  $b = E[\beta(\Theta_j)]$ ,  $s^2 = r^2 E[\beta^2(\Theta_j)]$  y  $a = V[\beta^2(\Theta_j)]$ . Luego entonces se tiene el problema de estimar éstos.

Así, si suponemos que  $E[\underline{X}_j] = E[\underline{X}_j]$ , es decir que  $b = E[\beta(\Theta_j)] = 1$ , un estimador

insesgado de  $y_q$  es  $\hat{y}_q = \frac{\sum_{j \in T_q} p_j X_{j,q}}{\sum_{j \in T_q} p_j}$ ; este supuesto nos dice que en promedio

estamos viendo el desarrollo de los siniestros y que estos no están siendo escalados por  $\beta(\Theta_j)$ , lo que parece bastante lógico. Además si se define a  $t_j$  como el número de elementos en  $T_j$  y  $m = \sum (t_j - 1)$ , entonces

$$s_j^2 = \frac{1}{t_j - 1} \left( X_j^0 - \underline{y}_j^0 \hat{b}_j \right) \left( X_j^0 - \underline{y}_j^0 \hat{b}_j \right) \quad \text{y} \quad s^2 = \frac{1}{m} \sum p_j \left( X_j^0 - \underline{y}_j^0 \hat{b}_j \right) \left( X_j^0 - \underline{y}_j^0 \hat{b}_j \right) \quad \text{son}$$

estimadores insesgados de  $s^2$ . Finalmente un estimador insesgado para  $a$  está dado por  $\hat{a} = \frac{1}{t} \sum_{j=1}^t z_j (\hat{b}_j - 1)^2$ , el cual tiene que ser calculado interactivamente, ya que  $z_j$  contiene a  $\hat{a}$ <sup>40</sup>.

### 3.2.1.3.4 Método de Mack

Este método pretende generalizar el Método de Credibilidad de De Vylder reemplazando el supuesto referente a la varianza haciendo  $V[X_{jq} | \Theta_j] = y_q^{2-\alpha} \frac{\sigma^2(\Theta_j)}{p_j}$ , donde, para  $\alpha = 2$  se obtiene el modelo de De Vylder y para  $\alpha = 0,1$  el de Mack. Esto nos da los siguientes supuestos:

- I) Los vectores  $(\Theta_1, X_1'), \dots, (\Theta_t, X_t')$  son independientes, es decir que los años de ocurrencia son independientes y las variables estructurales  $\Theta_1, \dots, \Theta_t$  son independientes e idénticamente distribuidas.
- II)  $E[X_{jq} | \Theta_j] = y_q \beta(\Theta_j)$  y definimos a  $b = E[\beta(\Theta_j)]$
- III)  $Cov[X_j | \Theta_j] = \frac{1}{p_j} \sigma^2(\Theta_j) Y_\alpha^{(t,t)}$ , donde  $Y_\alpha$  es una matriz diagonal con elementos  $y_i^{2-\alpha}$  para  $i = 1, \dots, t$ .

Con estos supuestos y los parámetros estructurales  $y$ ,  $a = V[\beta(\Theta_j)]$  y  $s^2 = E[\sigma^2(\Theta_j)]$ , es posible obtener los siguientes estimadores de credibilidad:

$$\hat{X}_{jq} = y_q (z_j b_j + (1 - z_j)), \text{ con } b_j = \frac{\sum_{i=1}^t y_q^{\alpha-1} X_{jq}}{i \sigma_j^2}, \quad z_j = \frac{p_j v_j}{p_j v_j + \frac{s^2}{a}}, \text{ donde } v_j = \sum_{q \in T_j} y_q^\alpha.$$

<sup>40</sup> De Vylder F., Estimations of IBNR claims by Credibility Theory, Insurance: Mathematics and Economics, Vol. 1, 1982 pp 35-40.

Además, un estimador insesgado para  $y$  esta dado por  $\hat{y}_q = \frac{\sum_{j \in I_q} p_j X_{jq}}{\sum_{j \in I_q} p_j}$ ; para el

parámetro estructural  $s^2$ ,  $\hat{s}^2 = \frac{1}{m} \sum_{j \in I_q} p_j \sum_{q \in I_j} y_q^\alpha (X_{jq} - X_{jw})^2$  es un estimador insesgado

donde  $X_{jw} = \frac{\sum_{q \in I_j} y_q^\alpha X_{jq}}{\sum_{q \in I_j} y_q^\alpha}$  y  $m = \sum_{j=1}^I (\#T_j - 1)$ ; finalmente

$\hat{a} = \frac{1}{n} \left[ \sum_{j=1}^I p_j v_j (X_{jw} - 1)^2 - t \hat{s}^2 \right]$  es un estimador insesgado de  $a$ , donde  $n = \sum_{j=1}^I p_j v_j$ .

Estos dos modelos, una vez que se han estimado los parámetros involucrados, cumplen con las condiciones necesarias para aplicar un modelo de regresión a los datos, en particular Hachemeister (1975) ha desarrollado un modelo de regresión útil bajo estas condiciones.

### 3.2.1.3.5 Inferencia Bayesiana

La teoría de decisión, como su nombre lo indica, se relaciona con el problema de tomar decisiones. La teoría de decisión estadística se refiere entonces a la toma de decisiones en presencia de conocimiento estadístico, que ayude en el problema de decisión bajo condiciones de incertidumbre. Esta incertidumbre se puede pensar en términos de cantidades desconocidas, que usualmente se llaman parámetros y se denotan generalmente como  $\theta$  y que podrá tomar valores en el espacio  $\Theta$ .

La estadística clásica se dirige directamente al uso de datos muestrales para hacer inferencia acerca de  $\theta$ , sin tomar en cuenta que generalmente se tienen otras dos fuentes de información relevante en la mayoría de los problemas.

La primera es el conocimiento de las posibles consecuencias de las decisiones, que puede ser cuantificado determinando la pérdida en que se incurrirá para cada decisión posible junto con los posibles valores de  $\theta$ . Una motivación importante acerca del uso de este tipo de información es el hecho de que, en muchos problemas inferenciales, la sobreestimación del parámetro nos puede llevar a

incurrir en decisiones más costosas que la subestimación de éste o viceversa. En general, se puede pensar en la pérdida incurrida como una función de la distancia, digamos  $L(\theta, \hat{\theta})$ , que existe entre la estimación  $\hat{\theta}$  y el verdadero valor del parámetro  $\theta$ .

La segunda fuente es lo que se denomina *información previa*. Esta información acerca del parámetro es típicamente obtenida por métodos no estadísticos, generalmente por experiencia pasada de fenómenos similares involucrando a  $\theta$ . Una manera muy útil de pensar la información previa acerca de  $\theta$  es en términos de una distribución de probabilidad  $\pi(\theta)$  sobre  $\Theta$ , el conjunto de los posibles valores del parámetro; dado que generalmente ésta no es muy precisa y resulta muy natural expresar el grado de posibilidad que se cree tiene un valor particular del parámetro en términos de probabilidad. Aquí es importante recalcar que no existe nada aleatorio acerca del verdadero valor de  $\theta$ , sino que se expresa la percepción acerca del conocimiento que se posee del parámetro con  $\pi(\theta)$ .

La aproximación que trata de utilizar formalmente estos tres aspectos en el proceso inferencial estadístico es llamado *estadística bayesiana*, en honor a Thomas Bayes.

El proceso inferencial es visto como un problema de decisión. Como consecuencia de esto se calcula una función que modele la pérdida (utilidad) en la que el tomador de decisiones (investigador) incurre al seleccionar una estimación para el parámetro de estudio, en la relación principalmente con la lejanía o cercanía a su valor real.

Dado este enfoque resulta coherente seleccionar una estimación  $\hat{\theta}$  óptima en el sentido que minimice la pérdida  $L(\theta, \hat{\theta})$  en que se incurre. Como se mencionó anteriormente, se considera un problema de toma de decisiones en un ambiente de incertidumbre, así que el verdadero valor de la pérdida no se puede conocer con certeza al momento de tomar la decisión, es decir, seleccionar una estimación. Una manera natural de proceder bajo incertidumbre es la de tomar la pérdida esperada y se podría entonces tomar una decisión óptima acerca de este promedio, como función del estimador.

También resulta muy directo pensar que como  $\theta$  es desconocida al momento de tomar la decisión y como se ha mencionado es posible tratar a  $\theta$  como una

cantidad aleatoria, se define la pérdida esperada bayesiana al estimar a  $\theta$  con  $\hat{\theta}$  como la esperanza de  $L(\theta, \hat{\theta})$  con respecto a la distribución  $\pi(\theta)$ , es decir  $E_x [L(\theta, \hat{\theta})] = \int_{\Theta} L(\theta, \hat{\theta}) \pi(\theta) d\theta$ .

Este criterio de estimación, maximizar la utilidad esperada, es óptimo en el sentido del cuerpo axiomático de coherencia que fundamenta la teoría de decisión, de hecho existen varios sistemas aunque el espíritu de ellos es el mismo; una recopilación de éstos puede ser vista en De Groot (1970).

Resulta lógico pensar que el grado de conocimiento acerca de que  $\theta$  cambie si sucede algún evento relevante que involucre al parámetro, en investigación estadística estos sucesos se presentan típicamente como muestras de la forma  $\underline{X} = (x_1, \dots, x_n)$ . Entonces se requiere una manera de procesar esta información adicional e incorporarla al estudio. Con este fin es conveniente presentar el siguiente:

#### ❖ Teorema de Bayes

Para efectos de introducir al lector sobre la teoría Bayesiana se transcribe el teorema de Bayes como sigue:

En estadística bayesiana  $\pi(\theta)$ , la distribución a-priori, representa la información previa que se tiene acerca del parámetro  $\theta$  en nuestro modelo. Esta información previa puede consistir, como se mencionó arriba, de información pasada acerca de la característica que se estudia o simplemente de conocimiento experto de algún especialista en la materia. Es importante hacer notar que la selección de esta distribución a-priori es responsabilidad del investigador y que soluciones distintas en la distribución conducirán a resultados distintos.  $f[\underline{X}|\theta]$  es la distribución conjunta de la muestra condicionada a que  $\Theta = \theta$ , que comúnmente coincide con la verosimilitud; y  $f[\theta|\underline{X}]$  es la distribución posterior de  $\theta$  una vez que se ha incluido información adicional.

Es conveniente recordar que la inferencia científica es y ha sido en buena parte subjetiva ya que, cuando un investigador realiza algún experimento es evidente que ha concebido ideas previas acerca del resultado que posiblemente obtenga; en el método científico se le llama formulación de hipótesis, al experimento se le denomina confirmatorio en el sentido de que el investigador está tratando de



corroborar o negar alguna de estas hipótesis en particular. Eventualmente, una vez que el experimento se ha llevado a cabo, el investigador dejará fuera del análisis algunos datos por razones puramente subjetivas, es decir, pensará que ocurrió un error o que no son de interés para el análisis, siendo tal vez que esos datos deberían incluirse aún a pesar de que esto signifiquen que el modelo en cuestión sea mas complejo. En el caso de que alguna hipótesis deba ser probada, el investigador elegirá, de nuevo subjetivamente, el nivel de significancia de la prueba, por ejemplo si decide utilizar un nivel del 5% tal vez rechazará la hipótesis, mientras que si utiliza un nivel del 1% no tendrá evidencia para hacerlo. De hecho si el observador tiene una fuerte inclinación a-priori hacia alguna hipótesis en particular, estará tal vez inclinado a utilizar un nivel que la confirme.

Esto significa que, en inferencia bayesiana, el hecho de que el observador realmente influya en las hipótesis y el modelo seleccionado se hace explícito y que esta información previa con la que cuenta el investigador se incluye formalmente en el transcurso de la solución del problema. En un análisis final, esto se puede reducir a un problema de tamaño de muestra ya que, si la muestra es grande, el papel de la información previa (distribución inicial) es pequeño en comparación con los datos; de este modo, es que en problemas con tamaños de muestra pequeños donde el papel del experto juega un papel determinante; y así debe ser, ya que por lo general es él quien posee una mayor y mejor información acerca del fenómeno y casi siempre se esta dispuesto a aceptar sus puntos de vista como los más acertados.

Una vez seleccionada la distribución que describa nuestro conocimiento previo del parámetro y dadas las observaciones  $\underline{y} = (y_1, \dots, y_n)$  se obtiene la densidad posterior  $f_{\theta|\underline{y}}$ , utilizando, obviamente el teorema de Bayes

$$f_{\theta|\underline{y}}(\theta/\underline{y}) = \frac{f(\underline{y}/\theta)\pi(\theta)}{f(\underline{y})}, \text{ y como el vector } \underline{y} \text{ de variables está dado, entonces}$$

$f(\underline{y})$  es una constante, por lo que  $f_{\theta|\underline{y}}(\theta/\underline{y}) \propto \prod_{j=1}^n f_j(y_j/\theta)\pi(\theta)$  o sea que,  $f_{\theta|\underline{y}}(\theta/\underline{y}) \propto L(\theta/\underline{y})\pi(\theta)$ , donde  $L(\theta/\underline{y})$  es la función de verosimilitud de  $\theta$  dada la muestra.

Esta densidad final contiene toda la información de la que se dispondrá acerca del parámetro ya que  $L(\theta/\underline{y})$  contiene la información muestral y  $\pi(\theta)$  la información previa. De este modo se actualiza, como nos muestra el teorema de Bayes, un

conocimiento previo acerca del parámetro con la información muestral, provista por los datos.

En el caso de no poseer ningún tipo de información previa, o cuando la información con la que se cuenta no fuera confiable, o simplemente no se esta dispuesto a decir nada acerca del parámetro, se utiliza comúnmente una distribución previa difusa o mínimo informativa, que refleja precisamente esta situación. Existen tres métodos bastante difundidos para calcular estas funciones, a saber: método de Jeffreys, previas como límite de conjugadas y análisis de referencia. Este tema ha sido ampliamente tratado por varios autores, en particular en Bernardo y Smith (1994) existe una extensa discusión del tema.

Se describe rápidamente la regla de Jeffreys (1961) para el cálculo de previas mínimo informativas que dice que ésta debe ser proporcional a la raíz cuadrada

de la información de Fisher, es decir que  $\pi(\theta) \propto E \left[ \frac{-\partial^2}{\partial \theta^2} \ln(L(\theta/\underline{x})) \right]^{\frac{1}{2}}$ .

Una propiedad importante de este método es su invarianza ante transformaciones del parámetro es decir que si  $\phi = f(\theta)$  es una función uno-a-uno del parámetro,

entonces  $\pi(\phi) \propto \pi(\theta) \left| \frac{\partial \theta}{\partial \phi} \right|$ .

Entonces, el siguiente paso crucial es utilizar una función de pérdida  $L(\theta, \hat{\theta})$ , donde  $\hat{\theta}$  es la estimación puntual de  $\theta$  dado el vector de observaciones, que mide la 'pérdida' que se tiene al utilizar ese estimador en particular. Lo que evidentemente se desea es hacer esta pérdida lo mas pequeña posible, de esta manera lo consecuente es minimizar la pérdida esperada bajo esta función, es decir, se pretende encontrar  $\min_{\hat{\theta}(\cdot)} E[L(\theta, \hat{\theta})] = \min_{\hat{\theta}(\cdot)} \int L(\theta, \hat{\theta}) f_{\theta|X}(\theta/\underline{y}) d\theta$ .

En particular si se toma una *función de pérdida cuadrática*, de la forma  $L(\theta, \hat{\theta}) = (\theta - \hat{\theta})' C (\theta - \hat{\theta})$ , donde  $C$  es una matriz positiva definida, se obtiene que el valor que minimiza la pérdida esperada es la esperanza de la distribución posterior para  $\theta$ . Esto es fácil de ver al recordar que el valor que minimiza la expresión  $E[Z - a]^2$  es  $a = E[Z]$ .

Otra función de pérdida bastante difundida en inferencia bayesiana es la *función de pérdida lineal* que se define como  $L(\theta, \hat{\theta}) = \begin{cases} k_1(\theta - \hat{\theta}) \rightarrow \text{si } \theta > \hat{\theta} \\ k_2(\hat{\theta} - \theta) \rightarrow \text{si } \theta < \hat{\theta} \end{cases}$ , en donde el

valor que minimiza la pérdida esperada es el percentil correspondiente a  $\frac{k_1}{k_1 + k_2}$ .

También es posible calcular la densidad predictiva, es decir la densidad de una futura observación, digamos  $X_{n+1}$ , dada la información provista por la muestra original de tamaño  $n$ . Ésta se calcula si se observa que

$$f(X_{n+1}/\underline{X}_n) = \frac{f(X_{n+1}/\underline{X}_n)}{f(\underline{X}_n)} = \frac{1}{f(\underline{X}_n)} \int f(X_{n+1}, \underline{X}_n, \theta) d\theta \propto \int f(X_{n+1}/\underline{X}_n, \theta) f(\underline{X}_n/\theta) \pi(\theta) d\theta$$

o sea que  $f_{x_{n+1}}(X_{n+1}/\underline{x}) \propto \int L(\theta/\underline{x}) \pi(\theta) f(X_{n+1}/\theta) d\theta$ .

Como se puede ver la función de densidad predictiva depende únicamente de las observaciones, es decir, no contiene parámetros desconocidos. La idea relevante involucrada es que, generalmente al momento de realizar las estimaciones, no se tiene la oportunidad de observar el valor verdadero del parámetro. De hecho "filosóficamente esto significa que en el campo de la estadística se debería de enfocar la atención en las observaciones y por esto, usar distribuciones predictivas tan frecuentemente como sea posible<sup>41</sup>."

<sup>41</sup> Press J., Bayesian Statistics: principles, Models, and Applications, 1989 pp 57-58.

## Capítulo IV

### Perspectiva Actuarial de la Reserva de SONOR

---

Este capítulo se enfoca en primer lugar, a comparar los resultados obtenidos en el capítulo anterior, en segundo a realizar un análisis y crítica de los mismos desde un punto de vista actuarial, y por último se muestra una perspectiva de lo que se espera en el futuro de los métodos para el cálculo de esta Reserva.

#### 4.1 Comparativa de la Reserva de SONOR

Suponiendo misma información, lo que procede es recopilar los principales resultados obtenidos de la Reserva de SONOR aplicando diferentes métodos: Chain-Ladder, Ferguson, Crecimiento, Razón y un modelo de invención propia al que se denominó de "Intuición", de tal manera que se pueda hacer una comparación entre los resultados de cada método.

Se tienen siniestros ocurridos según su fecha de reporte en un período de cinco años (de 1998 a 2004), y siete períodos de desarrollo (del 0 al 6). Aplicando los métodos mencionados:

##### a) Chain-Ladder

Paso 1: Sea  $X_{i,j}$  los siniestros Ocurridos, por período de desarrollo y ocurrencia.

Cuadro a-1

1998	3,245	3,129	1,987	958	782	429	205
1999	4,114	3,981	2,156	1,050	853	556	
2000	4,547	3,981	1,854	931	654		
2001	4,295	3,568	2,365	987			
2002	4,278	3,645	1,978				
2003	5,233	4,289					
2004	6,198						

Paso 2: Los siniestros acumulados están dados por  $C_{i,j} = \sum_{k=1}^j X_{i,k}$ .

Cuadro a-2

1998	3,245	6,374	8,361	9,319	10,101	10,530	10,735
1999	4,114	8,095	10,251	11,301	12,154	12,710	
2000	4,547	8,528	10,382	11,313	11,967		
2001	4,295	7,863	10,228	11,215			
2002	4,278	7,923	9,901				
2003	5,233	9,522					
2004	6,198						

Paso 3: Se calculan los factores de desarrollo como sigue:  $D_{i,j} = \frac{C_{i,j}}{C_{i,j-1}}$

Paso 4: Se realiza un Promedio de los factores de desarrollo:

$$D'_j = \frac{\sum_{i=1}^{s-j+1} C_{i,j}}{\sum_{i=1}^{s-j+1} C_{i,j-1}} = \frac{\sum_{i=1}^{s-j+1} (C_{i,j-1} * D_{i,j})}{\sum_{i=1}^{s-j+1} C_{i,j-1}}$$

Cuadro a-3

1998	1.96	1.31	1.11	1.08	1.04	1.02
1999	1.97	1.27	1.10	1.08	1.05	
2000	1.88	1.22	1.09	1.06		
2001	1.83	1.30	1.10			
2002	1.85	1.25				
2003	1.82					
Promedio	1.88	1.27	1.10	1.07	1.04	1.02

Paso 5: Se completa el rectángulo.

$$C'_{i,j} = C_{i,x-i+1} * \prod_{k=x-i+2}^x D'_k$$

Cuadro a-4

	10,735	10,735	0
	12,957	12,710	247
	12,738	11,967	771
	12,802	11,215	1,587
	12,441	9,901	2,540
	15,186	9,522	5,664
	18,632	6,198	12,434
Total	95,492	72,248	

SONOR = 23,244.

Como se puede observar este método es fijo, da un resultado riguroso y puntual que no permite ser modificable. Utiliza factores de desarrollo y el promedio de dichos factores.

A continuación se obtienen los cálculos con el método de Bornhuetter-Ferguson, utilizando la misma información que en el anterior.

### b) Bornhuetter-Ferguson

Este método utiliza montos acumulados de siniestros ocurridos. Utiliza dos parámetros; uno que estima exposición o razón de pérdida y otro que estima el porcentaje histórico de SONOR.

Este método se compone por el Chain-Ladder y el Loss Ratio, dicha combinación lo convierte un método subjetivo, lo que podría no ser confiable si se aplican porcentajes que no se apeguen a la realidad estadística de la siniestralidad. Asimismo, introduce Primas por período de ocurrencia y un factor último (factor estimado de siniestralidad que aun falta por ocurrir expresado en porcentaje).

$$\text{Paso 1: Sea } f_{un} = \prod_j f_j = \frac{\text{Siniestros Totales Estimados en Chain Ladder}}{\text{Siniestros Pagados a la Fecha}},$$

tenemos los siguientes valores:

Cuadro b-1

1998	10,735	10,735	1.00
1999	12,957	12,710	1.02
2000	12,738	11,967	1.06
2001	12,802	11,215	1.14
2002	12,441	9,901	1.26
2003	15,186	9,522	1.59
2004	18,632	6,198	3.01

Paso 2: Se calculan los siniestros totales estimados:

Siniestros Totales Estimados = Prima Emitida \* Loss Ratio (para este ejemplo se supone del 73%<sup>42</sup>).

Paso 3: SONOR = Siniestros Totales Estimados \*  $(1 - \frac{1}{f_{un}})$ , como en seguida se muestra en el cuadro b-2.

<sup>42</sup> Estos factores se estiman en función de la experiencia estadística siniestral.

Cuadro b-2

1998	15,400	1.00	11,242	0
1999	16,345	1.02	11,932	228
2000	18,554	1.06	13,544	820
2001	15,362	1.14	11,214	1,390
2002	21,489	1.26	15,687	3,203
2003	21,056	1.59	15,371	5,733
2004	25,841	3.01	18,864	12,589
*Loss Ratio 73%			Total	

SONOR = 23,962.

c) Crecimiento

El método del Crecimiento calcula la responsabilidad de la pérdida por medio de los montos acumulados de los siniestros pagados durante varios periodos. A partir del porcentaje de los montos pagados se calcula el monto final, es flexible debido a que utiliza un factor de cola  $\alpha$  que puede ser propuesto de acuerdo a la experiencia siniestral y cuyo valor varía para cada período de ocurrencia, esto es, a medida que se varía dicho factor  $\alpha$  se varía el valor estimado de la Reserva de SONOR. También se utilizan porcentajes de siniestralidad.

Paso 1. Se acumulan los siniestros.

Cuadro c-1

1998	3,245	6,374	8,361	9,319	10,101	10,530	10,735
1999	4,114	8,095	10,251	11,301	12,154	12,710	
2000	4,547	8,528	10,382	11,313	11,967		
2001	4,295	7,863	10,228	11,215			
2002	4,278	7,923	9,901				
2003	5,233	9,522					
2004	6,198						



Paso 2: Se calcula el porcentaje de siniestralidad y el factor de cola.

Cuadro c-2

								con $\alpha = .05$
1998	30.23%	59.38%	77.89%	86.81%	94.09%	98.09%	100.00%	95.00%
1999	32.37%	63.59%	80.65%	88.91%	95.63%	100.00%		93.19%
2000	38.00%	71.26%	86.76%	94.53%	100.00%			89.25%
2001	38.30%	70.11%	91.20%	100.00%				83.23%
2002	43.21%	80.02%	100.00%					75.62%
2003	54.96%	100.00%						59.65%
2004	100.00%							31.69%

Paso 3: Se aplica el factor de cola (con  $\alpha = 0.05$ ).

Cuadro c-3

1998	28.72%	56.41%	73.99%	82.47%	89.39%	93.19%	95.00%
1999	30.16%	59.35%	75.16%	82.86%	89.11%	93.19%	
2000	33.91%	63.60%	77.43%	84.37%	89.25%		
2001	31.88%	58.36%	75.91%	83.23%			
2002	32.67%	60.51%	75.62%				
2003	32.78%	59.65%					
2004	31.69%						

Paso 4: Se calcula la Estimación Final y se obtiene la estimación de la Reserva de SONOR.

Cuadro c-4

Año	Reserva	Factor	Reserva	Reserva
1998	10,735	95.00%	11,300	565
1999	12,710	93.19%	13,639	929
2000	11,967	89.25%	13,408	1,441
2001	11,215	83.23%	13,474	2,259
2002	9,901	75.62%	13,093	3,192
2003	9,522	59.65%	15,964	6,442
2004	6,198	31.69%	19,560	13,362
Total				

SONOR = 28,192.

## d) Razón

El método de La Razón, es similar al anterior, solo cambia a partir del porcentaje de crecimiento entre los períodos de cada año del accidente.

Este método es una variante del método de crecimiento que utiliza un factor de cola  $\alpha$ , fijo para cada período de ocurrencia y factores de siniestralidad en lugar de porcentajes.

Paso 1. Se acumulan los siniestros.

Cuadro d-1

1998	3,245	6,374	8,361	9,319	10,101	10,530	10,735
1999	4,114	8,095	10,251	11,301	12,154	12,710	
2000	4,547	8,528	10,382	11,313	11,967		
2001	4,295	7,863	10,228	11,215			
2002	4,278	7,923	9,901				
2003	5,233	9,522					
2004	6,198						

Paso 2: se calcula el factor de la siniestralidad.

Cuadro d-2

1998	1.96	1.31	1.11	1.06	1.04	1.02	1.05
1999	1.97	1.27	1.10	1.08	1.05		1.05
2000	1.88	1.22	1.09	1.06			1.05
2001	1.83	1.30	1.10				1.05
2002	1.85	1.25					1.05
2003	1.82						1.05
	1.88	1.27	1.10	1.07	1.04	1.02	1.05
	3.16	1.67	1.32	1.20	1.12	1.07	1.05

Paso 3: Se calcula la Estimación Final y se obtiene la estimación de la Reserva de SONOR.

Cuadro d-3

1998	10,735	1.05	11,272	537
1999	12,710	1.07	13,605	895
2000	11,967	1.12	13,375	1,408
2001	11,215	1.20	13,442	2,227
2002	9,901	1.32	13,063	3,162
2003	9,522	1.67	15,945	6,423
2004	6,198	3.16	19,564	13,366
Total				

SONOR = 28,018.

e) Intuición

HIPÓTESIS:

1. Los siniestros siempre ocurren como se muestran para cualquier operación.
2. Son directos y están totalmente reportados.
3. Tampoco incluyen GAAS como en los anteriores.
4. No hay salvamentos o recuperaciones.

Cuadro e-1

1998	3,245	3,129	1,987						10,735
1999	4,114	3,981	2,156						12,710
2000	4,547	3,981							11,967
2001	4,295	3,568							11,215
2002	4,278								9,901
2003	5,233								9,522
2004									6,198
Total	31,910	22,593	10,340	3,926	2,289	985	205		72,248

Siniestros SONOR del pasado =

Paso 1: Se estima el factor de "cola" (complemento de siniestros por reportar) de la siguiente manera:

$$X_{0,k} = \alpha * X_{0,k-1} ; \quad k = \text{Período de Desarrollo (en este caso } k > 6).$$

$X_{0,k}$  = Monto de siniestralidad estimado durante el período de ocurrencia  $J=0$  y el período de desarrollo  $k$ .

$\alpha$  = Porcentaje que se define en relación al comportamiento de los siniestros (en este caso  $\alpha = 0.654$ ).

$l$  = Número de períodos que se estiman suficientes para la "cola".

Se calcula la suma total de la "cola":

$$SC = \sum_{k=S+1}^l X_{0,k}$$

SC = Suma de "cola"

Se obtiene el Factor de cola "FC" como sigue:

$$FC = \frac{SC}{MTO_j} \%$$

Cuadro e-2

134.07
87.68178
57.34388412
37.50290021448
24.52689674027
16.04059046814
10.49054616616
6.860817192669
4.486974444006
2.934481286380
1.919150761292
1.255124597885
0.820851487017
0.536836872509
0.351091314621
0.229613719762
0.150167372724
0.098209461762
0.064228987992
<b>387.36</b>

Factor de cola = Suma de montos de los períodos de cola (en este caso del 7 al 25) / Monto total del primer período de Ocurrencia (387.36/10,735)= 3.61%.

Paso 2: Se acumulan los siniestros.

$$A_{j,s} = \sum_{h=0}^s X_{j,h}$$

En el siguiente cuadro (e-3) se muestran los siniestros acumulados.

Cuadro e-3

1998		6,374	8,361	9,319	10,101	10,530	10,735	10,735
1999		8,095	10,251	11,301	12,154	12,710		12,710
2000		8,528	10,382	11,313	11,967			11,967
2001		7,863	10,228	11,215				11,215
2002		7,923	9,901					9,901
2003		9,522						9,522
2004								6,198
Total	31,910	48,305	49,123	43,148	34,222	23,240	10,735	72,248

Paso 3: Se calcula el porcentaje de los factores de desarrollo y el promedio de dichos factores para cada período de desarrollo.

$$F_{J,S} = \frac{A_{J,S}}{A_{J,S-1}} - 1 \quad \text{y} \quad PF_S = \frac{\sum_{h=0}^{J-1} F_{h,S}}{J-1}$$

J = Período de ocurrencia

S = Período de desarrollo

Cuadro e-4

1998	96.43%	31.17%	11.46%	8.39%	4.25%	1.95%
1999	96.77%	26.63%	10.24%	7.55%	4.57%	
2000	87.55%	21.74%	8.97%	5.78%		
2001	83.07%	30.08%	9.65%			
2002	85.20%	24.97%				
2003	81.96%					
2004						
Promedio	88.50%	26.92%	10.08%	7.24%	4.41%	1.95%

Paso 4: Se proyecta la siniestralidad futura, multiplicando los valores de la diagonal de siniestros acumulados por el promedio de los factores de desarrollo para cada período de desarrollo.

$$SF_{J,S} = A_{J,J} * PF_S \quad i = \text{número total de períodos de desarrollo.}$$

En el siguiente cuadro se observan los valores obtenidos.

Cuadro e-4

1998				387	387
1999				247	459
2000				761	432
2001				1,525	405
2002				2,344	357
2003				4,818	344
2004				8,621	224
Total				18,316	2,607

SONOR sin cola = Suma de la proyección de la siniestralidad para cada período de

ocurrencia =  $\sum_{h=1}^S SF_{J,h}$

Cola SONOR = Valor de la diagonal de los siniestros acumulados multiplicado por el Factor de cola =  $A_{i-s,s} * FC$ ; donde:

$i$  = número total de períodos de desarrollo

$s = 0, 1, 2, \dots, i$

SONOR con cola = SONOR sin cola + cola SONOR =  $SC_i = \sum_{h=1}^S SF_{J,h} + (A_{i-s,s} * FC)$

ESTIMACIÓN DE SONOR =  $\sum_{i=0}^J SC_i = 20,924$  (cuadro e-4).

En la siguiente tabla se muestra un resumen de los principales puntos que consideran los métodos utilizados en el presente documento para el cálculo de la Reserva de SONOR.

Tabla 4.1  
Comparativa

Información de siniestros de períodos anteriores.	✓	✓	✓	✓	✓
Considera que el desarrollo de siniestros en el tiempo varía de acuerdo con el tipo de cobertura.	✓	✓	✓	✓	✓
Siniestros Acumulados.	✓	✓	✓	✓	✓
Factores de Desarrollo de la Siniestralidad.	✓			✓	
Carteras Homógenas	✓				
Factores de Desarrollo de la Siniestralidad en %			✓		✓
Primas para cada período de desarrollo.	opcional	✓			
Factor último (sin. ocurridos vs pagados).		✓			
Factor en función de la experiencia estadística siniestral.		✓			
Factor de cola.			✓	✓	opcional
Promedio de siniestros acumulados.				✓	
Método Flexible		✓	✓	✓	✓
Método Fijo	✓				

En el siguiente apartado se realiza el análisis y crítica de los resultados.

## 4.2 Análisis y Crítica de Resultados

En la siguiente tabla se observan los resultados obtenidos de la estimación de la Reserva de SONOR con cada uno de los métodos propuestos:

Tabla 4.2.1

Estimaciones SONOR				
Cham-Ladder	Jenssen	Crecimiento	Klein	Braden
23,244	23,962	28,192	28,018	20,924

Datos en milles de pesos.

Con el objetivo de tener una visión general del comportamiento de los datos respecto a los resultados obtenidos en la tabla 4.1, se llevó a cabo un análisis descriptivo de los mismos, el cual se detalla a continuación, utilizando la siguiente tabla:

Tabla 4.2.2

Mínimo	Máx.	Media	Mediana	Desviación Estándar	Coeficiente de Asimetría	Coeficiente de Curtosis
20,924	28,192	24,868	23,962	3,162	2,771	9,997,294

Derivado de lo anterior, una estimación de la Reserva de SONOR sería el intervalo:

$$\text{SONOR} = (20924, 28192)$$

Es decir, el valor "real" del cálculo de esta Reserva se encuentra entre los valores 20,924 y 28,192.

Sin embargo, para fines de reporte financiero no se puede dar como estimación un intervalo, sino un valor puntual, por lo que se puede reportar como estimación de la Reserva de SONOR cualquier valor de los expuestos en la tabla 4.2.2 (Mínimo, Máximo, Media o Mediana), entre otros que se encuentran en el intervalo.

Dicho valor a reportar depende del criterio del Actuario, de los diversos factores que se tomen en cuenta, tales como la influencia de los Directivos, de la subjetividad (que tan prudente se puede ser al dar ese valor), entre otros y del alcance en la información.



En el reporte de la estimación no deberían influir factores tales como las opiniones de los Directivos u otros que hagan un resultado subjetivo sin apego a la realidad.

Como se observó en el punto 4.1 existe una variedad de métodos, los cuales difieren en unas cuantas consideraciones, sin embargo, en esencia se enfocan a un mismo procedimiento.

Dichos métodos a pesar de tomar en cuenta una misma experiencia siniestral, dan como resultado diferentes estimaciones de la Reserva de SONOR, lo que lleva a pensar en diversas controversias, como por ejemplo, qué método utilizar, cuál es el mejor método a aplicar, etc.

A continuación se describen algunas características de la Reserva de SONOR que se consideran controversiales:

- ❖ Se debe definir cuántos períodos se consideran suficientes para obtener una “buena” estimación.
- ❖ El problema que enfrentan las compañías recién constituidas, debido a que tienen que reportar la estimación de la Reserva de SONOR y no cuentan con experiencia siniestral, sin embargo, tal problema se solucionaría, como por ejemplo, dando algún porcentaje que se obtenga de esta Reserva al hacer un análisis a nivel mercado, aunque la estimación en este caso no es la realidad de la compañía.
- ❖ Lo mismo sucede cuando se constituye un ramo nuevo, en el que no se tiene experiencia de la siniestralidad.
- ❖ Utilizar Primas en el cálculo de la Reserva, porque de éstas no depende el desfase de los siniestros.
- ❖ Que la flexibilidad de los métodos sea utilizada de manera subjetiva y sin apego a la realidad siniestral, se debe ser objetivo y apegarse a los códigos de ética profesional.
- ❖ Diferentes resultados para una misma información de siniestralidad, ya sea utilizando diferentes métodos e incluso con el mismo método, para lo cual

es importante no cambiar constantemente el personal involucrado en estos cálculos.

- ❖ **Métodos retrospectivos**, se considera que son sólo una parte del proceso, ya que se debe realizar una estimación prospectiva.
- ❖ **Elegir sólo un método**, ya que la Legislación Mexicana obliga a elegir un método, sin embargo, se propone que se abra la posibilidad de utilizar varios métodos como lo hacen en otros países (EE.UU.).

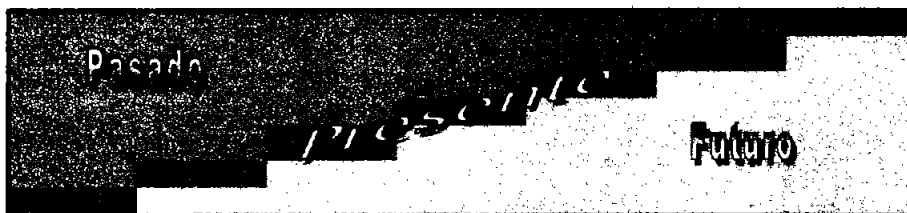
Derivado de lo anterior, no existe un “mejor” método y se puede aplicar cualquiera de éstos, ya que la elección de un método depende de las necesidades de la compañía de seguros y sobre todo, del criterio y libertades de decisión del Actuario, así como de su alcance en la información.

### 4.3 Perspectiva Actuarial de la Reserva de SONOR

El Triángulo de desarrollo como se mencionó en el capítulo III, es un requisito suficiente que permite conocer visualmente el comportamiento histórico de la siniestralidad, sin embargo, no es necesario para estimar la reserva de SONOR.

Dicho triángulo funciona de tal manera que, teniendo información de siniestros pasados y presentes, se pueden proyectar los siniestros futuros como un “espejo” y así tener una estimación de la Reserva de SONOR que al menos, se comporte como en el pasado.

Tabla 4.3



En dicho triángulo se expone un determinado número de períodos por lo que, quedan fuera los siniestros que se desfazan en el tiempo respecto a su fecha de reporte y/o tengan complementos (colas), por lo tanto, para calcular dichas colas por lo general se estima un porcentaje llamado “factor de cola” (ver Método de Intuición).

La Reserva de SONOR se puede estimar de muchas maneras sin tener que realizar el triángulo, como por ejemplo con series de tiempo, como vectores, aproximando con funciones de distribución, haciendo correlaciones, etc. Como ya se dijo el método o combinación de métodos que se utilicen dependerá del experto y su alcance en la información.

Como se mencionó, los modelos no estocásticos son los más utilizados en México y en muchos otros países, debido a la relativa facilidad en su aplicación y que no requieren una cantidad importante de información para obtener las estimaciones, sin embargo, se considera que éstos métodos dejarán de utilizarse en la medida que cambien algunas situaciones tales como: contar con grandes bases de datos,

que exista la madurez suficiente por parte de los Actuarios (mayor experiencia matemática, probabilística y estadística), que surjan avances tecnológicos para el manejo de la información y por tanto, los métodos dejarán de ser retrospectivos para convertirse en prospectivos con base en métodos estocásticos.

Una recomendación para todos los involucrados en la estimación de la reserva de SONOR es, que al valor puntual que resulta de aplicar alguno de los métodos se le de un intervalo alrededor de dicho valor estimado para obtener resultados más objetivos.

Asimismo, para saber si la reserva es suficiente para hacer frente a las obligaciones futuras, se sugiere recalcular para períodos pasados (retroceder) como si se tratara “del futuro”, calculando para la información ya conocida y se compara el resultado con la reserva real que se necesitó en ese momento para cubrir las reclamaciones.

Ejemplo:

1. Se toman los cuatros primeros períodos de la información ya analizada para saber si la Reserva es suficiente, utilizando el método de Ferguson, debido a que de los resultados obtenidos, con éste se logró un valor intermedio entre los demás métodos.

Tabla 4.3.1

1998	3,245	3,129	1,987	958
1999	4,114	3,981	2,156	
2000	4,547	3,981		
2001	4,295			

Cifras en miles de pesos.

Fuente: Autor

2. Se acumulan los siniestros.

Tabla 4.3.2

Año	1998	1999	2000	2001
Siniestros	3,245	6,374	8,361	9,319
Reserva	4,114	8,095	10,251	
Promedio	4,547	8,528		
Promedio	4,295			

3. Se calculan los factores de desarrollo.

Tabla 4.3.3

Año	1998	1999	2000	Promedio
Factor de desarrollo	1.96	1.31	1.11	
Factor de desarrollo	1.97	1.27		
Factor de desarrollo	1.88			
Promedio	1.94	1.29	1.11	

4. Se proyecta la siniestralidad futura.

Tabla 4.3.4

5. Se calcula el factor último.

Tabla 4.3.5

Año	1998	1999	2000	2001
Reserva	9,319	9,319	1.00	
Reserva	11,426	10,251	1.11	
Reserva	12,252	8,528	1.44	
Reserva	11,945	4,295	2.78	

6. Se obtienen los siniestros Totales Estimados y la estimación de la Reserva de SONOR aplicando la prima y el porcentaje de la experiencia siniestral.

Tabla 4.3.6

Año	Siniestros Totales Estimados	Prima	Reserva de SONOR	Reserva de Riesgos en Curso
1998	15,400	1.00	11,242	0
1999	16,345	1.11	11,932	1,227
2000	18,554	1.44	13,544	4,117
2001	15,362	2.78	11,214	7,182
*Loss Ratio 73%			Total	

Comparando SONOR = 12,526 con la información ya conocida del siguiente período (2002), tenemos que:

Tabla 4.3.7

Año	Siniestros Totales Estimados	Reserva de SONOR
1998	10,735	9,319
1999	12,957	11,426
2000	12,738	12,252
2001	12,802	11,945
2002		
2003	15,186	
2004	18,632	

Por lo tanto, se comprueba que la estimación de la Reserva de SONOR es "suficiente".

$$f_s = \frac{12,526}{12,441} = 1.00683225 \Rightarrow f_s > 1 \Rightarrow \text{Suficiencia}$$

Por otra parte, cabe señalar que, la reciente normativa sobre suficiencia de reservas (circulares S-10.1.8 y S-19.2), no se aplica para la Reserva de SONOR, sino únicamente para la reserva de Riesgos en Curso.

### 4.3.1 Credibilidad

Además, al resultado de la estimación de la Reserva de SONOR se le puede aplicar un factor de Credibilidad<sup>43</sup>, el cual se describe a continuación:

Un factor  $Z$  de credibilidad, el cual tiene la función de “medir” una muestra observada contra una población de referencia para diferentes usos, y que se encuentra en función de la varianza poblacional, tiene las siguientes propiedades:

$$0 \leq Z \leq 1$$

$$\frac{dZ}{dE} > 0$$

$$\frac{d}{dE} \left( \frac{Z}{E} \right) < 0$$

Para efectos de calcular la medida de una muestra observada respecto de otra de referencia mediante modelos de credibilidad se requiere considerar:

- La experiencia propia de la compañía para segmentos de riesgo similares al que se requiere medir.
- Factor de credibilidad.

Información observada disponible [o]

Información de referencia [R]

Bajo ciertas condiciones el factor de credibilidad resulta:

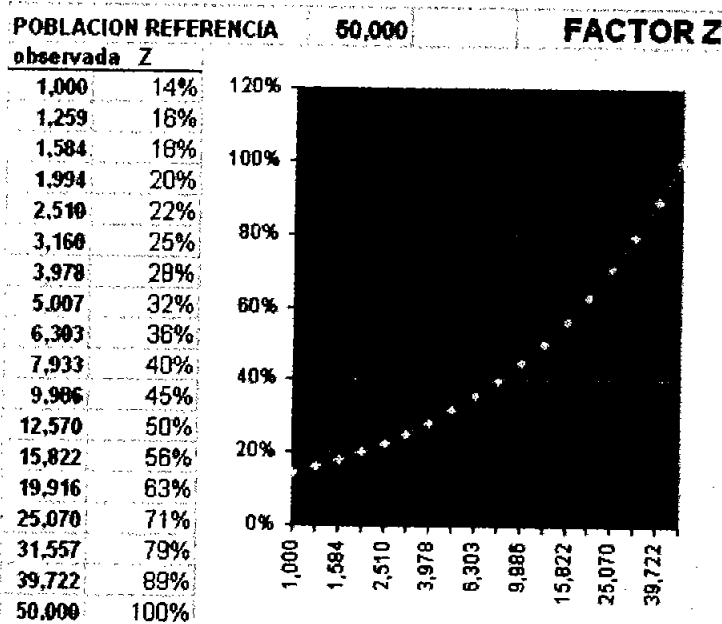
$$Z = \sqrt{\frac{n_{[o]}}{n_{[R]}}}$$

Donde:  $n$  representa el tamaño de la población observada y la de la población de referencia.

---

<sup>43</sup> Credibilidad: Brown, Robert L., Introduction to ratemaking and loss reserving for property and casualty insurance, Second edition ACTEX Publications, 2001. págs. 69-71.

Ejemplo:



#### 4.4 Nota Técnica de la Reserva de SONOR.

A continuación se presenta un modelo de Nota Técnica para el Método de Intuición, como ejercicio de envío a la CNSF para el establecimiento de un modelo para el cálculo de la Reserva DE SONOR, para alguna compañía cualquiera, en un ramo u operación determinada.



Fecha

COMISIÓN NACIONAL DE SEGUROS Y FIANZAS  
DIRECCIÓN DE VIGILANCIA ACTUARIAL  
Av. Insurgentes Sur 1971  
Torre Sur 1er. Piso  
Col. Guadalupe Inn  
México, D. F., 01020

Ref.: Nota Técnica para el cálculo de la Reserva de SONOR.

Estimados Señores:

En cumplimiento a la Circular S-10.6, emitida el 18 de octubre de 1998, la cual se refiere a la Reserva para OPC por SONR y Reserva de GAAS, por la que se dan a conocer las Reglas para su Constitución y Valuación, específicamente en apego a lo que se indica en el párrafo 5º de la Sexta de dichas Reglas, así como en los Artículos 36 y 36-A de la LGISMS, presentamos a ustedes esta nota técnica con la finalidad de registrar el método que hemos considerado mas apropiado para la valuación de dicha reserva.

La Nota Técnica anexa consta de los siguientes apartados:

1. Objetivo
2. Definiciones
3. Base Estadística
4. Metodología

Consideramos, después de haber analizado diversas opciones, que la presente propuesta reúne en su totalidad los elementos necesarios para ser considerada como veraz y acertada.

Agradecemos de antemano la atención que presten a nuestra solicitud y nos reiteramos a sus órdenes para cualquier comentario o duda que surja al respecto.

Atentamente,

\_\_\_\_\_  
El responsable o director del Área Técnica

## CONTENIDO

1. Objetivo
2. Definiciones
  - Período de Origen
  - Período de Desarrollo
3. Base Estadística
4. Metodología

## 1. OBJETIVO

El objetivo de la presente Nota Técnica es establecer la metodología para determinar la Reserva de Siniestros Ocurridos pero No Reportados (SONOR).

Al ser constituida esta reserva el estado de resultados de cada ejercicio será más representativo de la realidad, ya que la siniestralidad será registrada contra las primas que le dan origen, de esta forma la Compañía contará con una posición financiera con mayor solidez para hacer frente a sus obligaciones contractuales.

Con la creación de la reserva SONOR, la Compañía dará cumplimiento a lo establecido en el Artículo 50 Fracción II de la Ley General de Instituciones y Sociedades Mutualistas de Seguros y Reglas publicadas en el DOF el 30 de octubre de 1998, emitidas por la SHCP.

## 2. DEFINICIONES

### ➤ Período de origen u ocurrencia

Es el período objeto de análisis, en el cual se presenta la ocurrencia de siniestralidad.

### ➤ Período de Desarrollo

Es el período objeto de análisis, en el cual se presentan las reclamaciones de la siniestralidad ocurrida en el período de origen.

## 3. BASE ESTADÍSTICA

La base estadística utilizada en el modelo, corresponde a la experiencia de siniestralidad proporcionada por la Compañía, para cada uno de los ramos que son objeto de la valuación de la reserva referida, la cual se anexa a la presente Nota Técnica.

#### 4. METODOLOGÍA

- I. Con base en la estadística de siniestros, se estructura la matriz de siniestralidad ocurrida, como a continuación se muestra:

	$X_{0,0}$	$X_{0,1}$	$X_{0,2}$	$X_{0,3}$	...	$X_{0,S-1}$	$X_{0,S}$
	$X_{1,0}$	$X_{1,1}$	$X_{1,2}$	$X_{1,3}$	...	$X_{1,S-1}$	
	$X_{2,0}$	$X_{2,1}$	$X_{2,2}$	$X_{2,3}$	...		
	$X_{3,0}$	$X_{3,1}$	$X_{3,2}$	$X_{3,3}$	...		
	.	.	.	.			
	.	.	.	.			
	.	.	.	.			
	$X_{J-1,0}$	$X_{J-1,1}$					
	$X_{J,0}$						

Donde:

$X_{j,s}$  Monto de siniestralidad registrado durante el período  $J$  y reportado en el momento de desarrollo  $S$ .

$J$  Base de identificación Siniestral: Período durante el cual ocurre el siniestro.

$S$  Momento de Desarrollo Siniestral: Número de períodos que transcurren entre el instante de origen y el de reporte del siniestro. También puede interpretarse como el momento calendario  $J+S$ .

- II. Se calculan los montos totales para cada período de ocurrencia y para cada período de desarrollo.

$$MTO_J = \sum_{h=0}^S X_{J,h} \quad \text{y} \quad MTD_S = \sum_{h=0}^J X_{h,S}$$

Donde:

$MTO_J$  : Monto total del período de ocurrencia  $J$ .

$MTD_S$  : Monto total del período de desarrollo  $S$ .

III. Se estima el factor de "cola" (complemento de siniestros por reportar) de la siguiente manera:

$$X_{0,k} = \alpha * X_{0,k+1} ; k = S+1, S+2, \dots, l$$

$X_{0,k}$  = Monto de siniestralidad estimado durante el período de ocurrencia  $J=0$  y el período de desarrollo  $k$ .

$\alpha$  = Porcentaje que se define en relación al comportamiento de los siniestros.

$l$  = Número de períodos que se estiman suficientes para la "cola".

Se calcula la suma total de la "cola":

$$SC = \sum_{k=S+1}^l X_{0,k}$$

$SC$  = Suma de "cola"

Se obtiene el Factor de cola "FC" como sigue:

$$FC = \frac{SC}{MTO_J} \%$$

IV. Con base en la matriz de siniestralidad ocurrida, se determina la matriz de siniestros acumulados.

Período de desarrollo	Período de ocurrencia						
	0	1	2	3	...	S-1	S
0	$A_{0,0}$	$A_{0,1}$	$A_{0,2}$	$A_{0,3}$	...	$A_{0,S-1}$	$A_{0,S}$
1	$A_{1,0}$	$A_{1,1}$	$A_{1,2}$	$A_{1,3}$	...	$A_{1,S-1}$	
2	$A_{2,0}$	$A_{2,1}$	$A_{2,2}$	$A_{2,3}$	...		
3	$A_{3,0}$	$A_{3,1}$	$A_{3,2}$	$A_{3,3}$	...		
.	.	.	.	.			
.	.	.	.	.			
.	.	.	.	.			
...	...	...	...	...			
J	$A_{J-1,0}$	$A_{J-1,1}$					
J	$A_{J,0}$						

Donde:

$$A_{J,S} = \sum_{h=0}^S X_{J,h}$$

$A_{J,S}$  = Monto de siniestralidad acumulada en el período de ocurrencia J, en el período de desarrollo S.

La columna del primer período de desarrollo es igual a la primer columna de la matriz de siniestros ocurridos  $A_{J,0} = X_{J,0}$ .

- V. Se calcula el porcentaje de los factores de desarrollo y el promedio de dichos factores para cada período de desarrollo.

$$F_{J,S} = \frac{A_{J,S}}{A_{J,S-1}} - 1 \quad \text{y} \quad PF_S = \frac{\sum_{h=0}^{J-1} F_{h,S}}{J-1}$$

J = Período de ocurrencia

S = Período de desarrollo

$F_{J,S}$ : Factor de desarrollo en el período de ocurrencia J y en el período de desarrollo S.

$PF_S$ : Promedio de los factores de desarrollo  $F$ .

- VI. Se proyecta la siniestralidad futura.

$$SF_{J,S} = A_{J,i} * PF_S$$

$SF$  = Siniestralidad Futura

$i$  = Número total de períodos de desarrollo.

- VII. De la matriz de proyección futura se obtiene lo siguiente:

$$\text{SONOR sin "cola" del } i\text{-ésimo término} = \sum_{h=1}^S SF_{J,h}$$

$COLA\ SONOR_i = A_{i-S,S} * FC$ ; donde:

$i$  = número total de períodos de desarrollo

$S = 0, 1, 2, \dots, i$

FC: Factor de "cola"

$SC_i$  = SONOR con "cola" del  $i$ -ésimo término

$SC_i$  = SONOR sin "cola" del  $i$ -ésimo término + COLA SONOR <sub>$i$</sub>

Esto es:

$$SC_i = \sum_{h=1}^S SF_{J,h} + (A_{i-S,S} * FC)$$

$$ESTIMACIÓN\ DE\ SONOR = \sum_{i=0}^J SC_i$$

A continuación se acompañan los siguientes anexos<sup>44</sup>:

- La información estadística.
- Un ejercicio de cálculo.
- Carta de Actuarios independientes.

---

<sup>44</sup> Nota: Los anexos sólo son indicativos.

## Conclusiones

---

Sin lugar a dudas toda compañía de seguros desea conocer con precisión el resultado de cada ejercicio contable al final del período, por lo que, si obtiene pérdida pueda conocer con exactitud la magnitud de la misma, o bien, si lo que obtiene es utilidad, confiar en que sí dispone de la misma en una parte o en su totalidad, para que después no le sea necesario reponer capital.

En el negocio de los seguros, sucede un fenómeno que puede generar reclamaciones futuras de siniestros ocurridos con anterioridad al vencimiento de la póliza y que son reportados una vez realizado el cierre contable del ejercicio; este tipo de reclamaciones son los denominados Siniestros Ocurridos Pero No Reportados y para los cuales las compañías de seguros necesitan determinar a través de modelos actuariales y con el mayor grado de exactitud, una reserva (SONOR) para considerar en su estructura financiera y así obtener un resultado real del ejercicio.

Así, el presente documento ofrece una guía útil para todos aquellos interesados en conocer la Reserva de Siniestros Ocurridos Pero No Reportados, desde su definición, constitución, e importancia, hasta sus implicaciones, además del marco legal, estimación, en qué operaciones se constituye, métodos para su estimación, análisis de los resultados obtenidos por diferentes métodos y saber si la estimación es suficiente, también se muestra la perspectiva a futuro desde un punto de vista actuarial y una Nota Técnica de un modelo de inversión propia.

La reserva de SONOR es una reserva que teóricamente sirve para atender aquellas demandas que aún no son del conocimiento de la compañía de seguros dado que no han sido reportadas al momento de su valuación, dicho en otras palabras, sirve para hacer a la compañía de seguros solvente contra dichas demandas.



Asimismo, el propósito de la Reserva de Siniestros Ocurridos No Reportados es crear un fondo necesario para hacer frente a los siniestros que se reportaron después del cierre contable, para aquellos siniestros que no se reportaron completamente (su estimación no fue la adecuada o pagos futuros de siniestros no terminados) y los siniestros que, ya habiendo sido cerrados, requieren de efectuar pagos adicionales con posterioridad a dicho cierre contable y así evitar la posible falta de solvencia causada por el pago de dichos siniestros.

Como punto relevante, se considera que la falta de la Reserva de SONOR y el no considerar las "colas", puede ser una de las causas importantes de la inexactitud de los resultados técnicos de las compañías de seguros que no la constituyan, ya que al no considerar la creación de la reserva de SONOR dentro de los resultados, subestima la siniestralidad, lo que puede conducir a primas insuficientes y en última instancia, a problemas de solvencia.

Por otra parte, el no incluir en los resultados técnicos de las aseguradoras la reserva de siniestros SONOR, implica el hecho de que son inexactos. Por tanto, las estimaciones deberán determinarse:

- a. lo más correctamente;
- b. lo más sencillamente y
- c. lo más rápidamente posible.

Además de que una estimación sistemática por debajo del límite apropiado para la reserva SONOR conduciría a primas bajas, y por lo tanto, insuficientes para el pago de las reclamaciones.

Cabe señalar que, para crear la Reserva de SONOR el Actuario debe tener comunicación con otras áreas; por ejemplo, Administración de Siniestros, Suscripción, Dirección, etc., para su retroalimentación.

Es importante mencionar que las metodologías de cálculo de la Reserva de SONOR pueden dar resultados distintos entre sí debido, principalmente, a factores que se relacionan con el comportamiento de la información, entre otros, por lo que se deben analizar o seleccionar cuidadosamente las hipótesis del modelo con respecto a las características de la operación o ramo de seguros al que se aplicará.

Para tener una buena estimación de la Reserva de SONOR se deben tomar en cuenta diversos factores que pueden afectar, los cuales se mencionan en este documento, en el capítulo I.

El método a utilizar debe seleccionarse en función del tipo de negocio, disponibilidad de información, recursos técnicos y académicos (preparación del actuario), por lo que no existe un procedimiento único para calcular la Reserva de SONOR y aunque distintos Actuarios obtengan resultados diferentes, no significa que alguno de los ellos calcule incorrectamente.

Así, cualquier modelo de estimación para la Reserva de SONOR debe ser aplicable dentro de la operación cotidiana de las compañías de seguros, para lo cual deben observarse los siguientes puntos importantes:

- Aplicar un modelo ya establecido, o bien, desarrollar una metodología. En ambos casos, el método deberá tomar en cuenta el comportamiento de la información a la que se aplicará.
- Estimar los parámetros del modelo.
- Examinar las desviaciones del modelo, comparando los resultados obtenidos con los de aquellos períodos cuyo desarrollo es conocido.

Si las estimaciones difieren mucho de la realidad, deben hacerse las correcciones necesarias, o bien, reiniciar el proceso con algún otro modelo.

La mayoría de los métodos toman en cuenta variables explicativas tales como: volumen de expuestos por año de origen, tiempo de desarrollo, alguna medida de riesgo como el tamaño promedio de las reclamaciones, tiempo en que se finiquitan los siniestros y el crecimiento en el monto de los siniestros, causado probablemente por la inflación, la cual se puede tomar como variable exógena y decidir si se utiliza o no en los cálculos.

Los métodos No-Estocásticos no utilizan explícitamente ningún supuesto probabilístico para el cálculo de la reserva, sin embargo, por la relativa facilidad en su aplicación, son más utilizados por las compañías de seguros, tanto en México como en otros países.

Los métodos Estocásticos además de ser complicados, requieren una cantidad importante de información para obtener estimaciones, relativamente confiables, que no siempre están disponibles y lo cual no es factible para algunas compañías de seguros.

Por otra parte, la operación de mayor constitución de esta Reserva de SONOR es la de Vida, en virtud de que en general es una operación a largo plazo y por lo tanto de colas largas; en segundo lugar se encuentra Daños y en último Accidentes y Enfermedades, de acuerdo a lo analizado en el Capítulo II de este documento, lo que significa que en Vida tardan más tiempo en hacer una reclamación con respecto a las demás operaciones.

Además, para fines de estimación de la Reserva de SONOR, la siniestralidad ocurrida es más utilizada en Vida y Daños, debido a que el momento de reporte es aleatorio, pues no depende de cuando se pagan o no los mismos. Sin embargo, en Accidentes y Enfermedades se utilizan los siniestros pagados, debido a que las fechas de ocurrencia en las enfermedades son inciertas, y en este caso es más fácil manejar siniestralidad pagada con implicaciones de problemas en la capacidad administrativa de la compañía de seguros, haciendo más larga o corta la cola de SONOR.

Los siguientes puntos se consideraron controversiales en la Reserva de SONOR:

- ❖ Se debe definir cuántos períodos se consideran suficientes para obtener una “buena” estimación.
- ❖ El problema que enfrentan las compañías recién constituidas, debido a que tienen que reportar la estimación de la Reserva de SONOR y no cuentan con experiencia siniestral, sin embargo, tal problema se solucionaría, como por ejemplo, dando algún porcentaje que se obtenga de esta Reserva al hacer un análisis a nivel mercado, aunque la estimación en este caso no es la realidad de la compañía.
- ❖ Lo mismo sucede cuando se constituye un ramo nuevo, en el que no se tiene experiencia de la siniestralidad.
- ❖ Utilizar Primas en el cálculo de la Reserva, porque de éstas no depende el desfase de los siniestros.

- ❖ Que la flexibilidad de los métodos sea utilizada de manera subjetiva y sin apego a la realidad siniestral, se debe ser objetivo y apegarse a los códigos de ética profesional.
- ❖ Diferentes resultados para una misma información de siniestralidad, ya sea utilizando diferentes métodos e incluso con el mismo método, para lo cual es importante no cambiar constantemente el personal involucrado en estos cálculos.
- ❖ Métodos retrospectivos, se considera que son sólo una parte del proceso, ya que se debe realizar una estimación prospectiva.
- ❖ Elegir sólo un método, ya que la Legislación Mexicana obliga a elegir un método, sin embargo, se propone que se abra la posibilidad de utilizar varios métodos como lo hacen en otros países (EE.UU.).

Como recomendación para todos los Actuarios involucrados en la estimación de la reserva de SONOR, es que al valor puntual que resulta de aplicar alguno de los métodos, se le de un intervalo alrededor de éste para tener resultados más objetivos.

Asimismo, para saber si la reserva es suficiente para hacer frente a las obligaciones futuras, se sugiere recalcular para períodos pasados (retroceder) como si se tratara para el futuro, calculando con información ya conocida y se compara el resultado con la reserva real que se necesitaría en ese momento para cubrir las reclamaciones posteriores.

# Apéndice

---

## Marco Legal

En lo que se refiere al marco legal, la Reserva de Siniestros Ocurridos pero No Reportados, se encuentra contenida en lo siguiente:

### LEY GENERAL DE INSTITUCIONES Y SOCIEDADES MUTUALISTAS DE SEGUROS (Enero-2002)

#### ARTICULO 50.-

II.- Por siniestros ocurridos y no reportados, así como por los gastos de ajuste asignados al siniestro de que se trate, las sumas que autorice anualmente la Comisión Nacional de Seguros y Fianzas a las instituciones, considerando la experiencia de siniestralidad de la institución y tomando como base los métodos actuariales de cálculo de cada compañía que en su opinión sean los más acordes con las características de su cartera.

Estas reservas se constituirán conforme a lo que señale la Secretaría de Hacienda y Crédito Público mediante reglas de carácter general y sólo podrán utilizarse para cubrir siniestros ocurridos y no reportados, así como gastos de ajuste asignados al siniestro; y

III.- Por las operaciones de que trata la fracción III del artículo 34 de esta Ley, la reserva se calculará teniendo en cuenta los intereses acumulados.

ARTICULO 34.- Las instituciones de seguros, sólo podrán realizar las operaciones siguientes:

II.- Constituir e invertir las reservas previstas en la Ley;

ARTICULO 46.- Las instituciones de seguros deberán constituir las siguientes reservas técnicas:

II. - Reservas para obligaciones pendientes de cumplir;

**ARTICULO 76.-** Las instituciones de seguros autorizadas para practicar exclusivamente el reaseguro o el reafianzamiento, ajustarán sus operaciones a lo dispuesto en el presente Título, con las modalidades que establezcan la Secretaría de Hacienda y Crédito Público y la Comisión Nacional de Seguros y Fianzas en uso de las facultades que a cada una corresponde, y tomando en cuenta la naturaleza y características de operación propias de este tipo de instituciones.

**ARTICULO 81.-** Las sociedades mutualistas de seguros sólo podrán realizar las operaciones siguientes:

II.- Constituir e invertir las reservas previstas en la ley;

**ARTICULO 89.-** Las sociedades mutualistas de seguros deberán constituir las reservas técnicas a que se refiere el artículo 46 de esta Ley, así como una reserva de contingencia con las modalidades que establezcan la Secretaría de Hacienda y Crédito Público y la Comisión Nacional de Seguros y Fianzas para su determinación y afectación, en uso de las facultades que a cada una corresponde, y tomando en cuenta la naturaleza de estas sociedades y la de sus asociados, quienes asumen el carácter de aseguradores y asegurados, así como el sistema de ajuste total o parcial de siniestros y el reparto de los remanentes o pérdidas de cada ejercicio entre los mutualizados.

## CIRCULARES

**CIRCULAR S-10.1.8.-** Mediante la cual se dan a conocer a las instituciones y sociedades mutualistas de seguros, los estándares de práctica actuarial que deberán aplicarse para la valuación de las reservas técnicas (Fecha de publicación en DOF: 01/06/2004).

**CIRCULAR S-10.6.-** Reserva para OPC por SONR y Reserva de GAAS.- Se dan a conocer las Reglas para su Constitución y Valuación (Fecha de publicación en DOF: 19/10/1998).

**CIRCULAR S-10.6.1.-** Reserva para obligaciones pendientes de cumplir por siniestros ocurridos y no reportados y reserva de gastos de ajuste asignados al siniestro. Envío de Formatos Estadísticos (Fecha de publicación en DOF: 02/06/1999).

**CIRCULAR S-10.6.2.-** Reserva para Obligaciones Pendientes de Cumplir por Siniestros Ocurridos y No Reportados y Reserva de Gastos de Ajuste Asignados

al Siniestro.- Forma de entrega de la Información Estadística (emitida por la SHCP: 20/02/1998).

**CIRCULAR S-10.6.3.-** Reserva para Obligaciones Pendientes de Cumplir por Siniestros Ocurridos y No Reportados y Reserva de Gastos de Ajuste Asignados al Siniestro.- Complemento a la circular S-10.6 (Fecha de publicación en DOF:24/11/1998).

**CIRCULAR S-10.6.4.-** Mediante la cual se dan a conocer a las instituciones y sociedades mutualistas de seguros, las disposiciones de carácter general para establecer la forma y términos en que deberán presentar la información de la valuación de la Reserva para Obligaciones Pendientes de Cumplir (Fecha de publicación en DOF: 27/04/2004).

**CIRCULAR S-10.6.5.-** Reserva para Obligaciones Pendientes de Cumplir por Siniestros Ocurridos y No Reportados y Reserva de Gastos de Ajuste Asignados al Siniestro.- Se da a conocer la forma y términos para el control y registro contable de esas operaciones (Fecha de publicación en DOF: 24/11/1996).

**CIRCULAR S-10.6.6.-** Mediante la cual se dan a conocer a las instituciones y sociedades mutualistas de seguros, las disposiciones de carácter general para el registro de métodos actuariales para la estimación de la reserva para obligaciones pendientes de cumplir de siniestros respecto de los cuales los asegurados no han comunicado valuación alguna (Fecha de publicación en DOF: 30/09/2003).

## **REGLAS**

(Fecha de publicación en DOF: 30/09/1998, emitidas por la SHCP).

**REGLAS PARA LA CONSTITUCION Y VALUACION DE LA RESERVA PARA OBLIGACIONES PENDIENTES DE CUMPLIR POR SINIESTROS OCURRIDOS Y NO REPORTADOS Y DE LA RESERVA DE GASTOS DE AJUSTE ASIGNADOS AL SINIESTRO, DE LAS INSTITUCIONES Y SOCIEDADES MUTUALISTAS DE SEGUROS.**

“La reserva por siniestros ocurridos y no reportados conforme al artículo 50 fracción II de la Ley General de Instituciones y Sociedades Mutualistas de Seguros, forma parte de la reserva para obligaciones pendientes de cumplir, la cual deben constituir las empresas de seguros en su pasivo, para que en conjunto puedan reflejar con mayor fidelidad el valor a pagar por siniestros ocurridos.

Los siniestros ocurridos pero no reportados, son aquellos eventos que se producen en un intervalo de tiempo, durante la vigencia de la póliza, pero que se conocen con posterioridad a la fecha de cierre o de valuación de un período contable. El objeto de la reserva por siniestros ocurridos y no reportados es crear provisiones para cubrir los siniestros que no han sido reportados a una fecha determinada, pero que ya ocurrieron.

La falta de constitución de la reserva por siniestros ocurridos y no reportados ocasionaría efectos perjudiciales a los resultados programados por las empresas de seguros y, por lo mismo, les provocaría problemas relacionados con las utilidades que contablemente se han registrado para el ejercicio de que se trate.

Los siniestros ocurridos y no reportados, se constituyen por:

“ Siniestros ocurridos pero aún no reportados, los cuales se caracterizan porque el acaecimiento del siniestro no ha sido reportado aún, debido a retrasos de tipo administrativo o de la clase de contingencia cubierta.

“ Siniestros ocurridos pero no reportados completamente, son aquellos ya ocurridos y reportados, pero cuyo costo está Incompleto o no ha sido determinado con precisión.

En las presentes Reglas, la constitución y valuación de la reserva por siniestros ocurridos y no reportados, se considera al monto que cada una de las instituciones y sociedades mutualistas de seguros obtenga conforme a la valuación trimestral que se realice para cada una de las operaciones o ramos referidos en las propias Reglas.

Para ello, la empresa de seguros de que se trate deberá tomar en cuenta los montos estimados por pagar, de siniestros ocurridos en el ejercicio contable en curso o los correspondientes en ejercicios anteriores, pero cuyo aviso se prevé recibir en fechas posteriores al cierre del ejercicio correspondiente.

La constitución y valuación de la reserva por siniestros ocurridos y no reportados, conforme a las nuevas Reglas se hará distinguiendo en la operación de vida entre individual, grupo y colectivo; en la operación de accidentes y enfermedades separando accidentes personales, gastos médicos mayores y salud, debiendo distinguir entre individual, grupo y colectivo; en la operación de Daños se separará cada uno de los ramos que la integren, distinguiendo la responsabilidad civil de que se trate.



Cada empresa de seguros deberá constituir y valorar dicha reserva tomando como base el método actuarial de cálculo que en su opinión sea acorde con las características de su cartera y experiencia siniestral, asimismo, deberá realizar el cálculo de la participación del reasegurador en la reserva. Las instituciones o sociedades mutualistas de seguros procederán a registrar ante la Comisión Nacional de Seguros y Fianzas, previamente a su utilización, el método de cálculo correspondiente de la citada reserva.

El dictamen respectivo sólo podrá ser realizado por un auditor externo actuarial, registrado ante la Comisión Nacional de Seguros y Fianzas.

Por otra parte, en la propia fracción II del artículo 50 de la Ley General de Instituciones y Sociedades Mutualistas de Seguros, se alude a la reserva de gastos de ajuste asignados al siniestro, misma que también es complementarla de la reserva para obligaciones pendientes de cumplir por siniestros ocurridos y no reportados. Esta reserva tiene por finalidad comprender los montos que se produzcan por concepto de pagos de gastos de ajuste, tales como honorarios de abogados y de ajustadores externos, que hubieren sido contratados con el propósito de atender los siniestros ocurridos en el ejercicio contable o en ejercicios anteriores y conocidos con fecha posterior al cierre del ejercicio contable respectivo.

La constitución y valuación de la reserva de gastos de ajuste asignados al siniestro se deberá efectuar en los mismos términos previstos para la reserva por siniestros ocurridos y no reportados.

Por lo anterior y después de escuchar la opinión de la Comisión Nacional de Seguros y Fianzas, con fundamento en lo previsto por los artículos 31 fracción VIII de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, 2o., 34 fracción II, 46 fracción II, 50 fracción II, 76, 81 fracción II y 89 de la Ley General de Instituciones y Sociedades Mutualistas de Seguros y en ejercicio de las facultades que me confiere la fracción XXXIV del artículo 6o. del Reglamento Interior de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, he tenido a bien expedir las siguientes...”

**Ley Sobre el Contrato de Seguro, Capítulo V, Prescripción, Artículo 81.-** Todas las acciones que se deriven de un contrato de seguro prescribirán en dos años, contados desde la fecha del acontecimiento que les dio origen.

## Glosario

---

**ACCIDENTE:** Es toda acción imprevista, fortuita súbita, violenta y externa que produce un daño físico o material, sobre un bien o una persona.

**ASEGURADO:** Es la persona física o moral, que con el pago de una prima de seguros, obtiene una contraprestación reflejada en el contrato de seguros.

**ASEGURADORA:** Es la persona moral autorizada por la SHCP, para aceptar riesgos contemplados en un contrato de seguros, denominado póliza.

**BENEFICIARIO:** Es la persona física o moral que recibe los beneficios de la póliza contratada.

**COBERTURAS:** Son las protecciones que otorga la aseguradora en la póliza y que generalmente se establecen en las cláusulas del contrato de seguros, denominado póliza.

**COMPAÑÍA:** Compañía de Seguros = Institución = Aseguradora = Entidad Aseguradora.

**CONTRATO DE SEGUROS:** Es el acuerdo de voluntades entre dos partes. Generalmente se le llama también póliza de seguros. A través de la póliza de seguros, la aseguradora conviene, previo pago de una cantidad denominada prima, en otorgar una indemnización o reembolso al asegurado, si sucede un siniestro.

**GASTOS DE AJUSTE:** Son los gastos en que incurre la aseguradora, por concepto de investigación para determinar el monto o valor de los daños que puedan existir en un siniestro.

**INDEMNIZACIÓN:** Es la cantidad que está obligada a pagar la aseguradora a consecuencia de un siniestro, después de restarle el deducible y coaseguro, si los hubiera. La indemnización puede ser pagada en especie, en dinero, reponiendo el bien dañado o reparándolo. Es la contraprestación a cargo del Asegurador en caso de producirse el siniestro.

**PATRIMONIO:** Es el conjunto de bienes, derechos y obligaciones susceptibles de valoración cuantitativa.

**PATRIMONIO NETO:** Es la diferencia entre el activo real (total activo menos activo ficticio) y el pasivo exigible. Representa las fuentes propias de financiación de la empresa. Está compuesto por el capital, las reservas patrimoniales y los beneficios pendientes de distribución.

**PÉRDIDA:** Es el menoscabo que afecta la propiedad física o moral de una persona.

**PERSONA FÍSICA:** Es todo individuo que actúa en forma personal.

**PERSONA MORAL:** Es toda empresa o sociedad constituida de acuerdo a las leyes. Se considera también a las instituciones gubernamentales, la iglesia, el ejército, etc.

**PÓLIZA:** Es la evidencia escrita y válida entre el asegurado y la aseguradora. Se le denomina también como contrato de seguros.

**PRIMA:** Es el importe que determina la aseguradora, como contraprestación o pago, por la protección que otorga en los términos del contrato de seguros ó póliza. Es el precio pactado por el seguro contratado. Es la remuneración que recibe la aseguradora para hacerle frente a los riesgos que está amparando en la póliza y es la contraprestación que está obligando a ambas partes a cumplir con lo establecido en el contrato.

**PRIMA PURA O DE RIESGO:** Representa la unidad mas simple y básica del concepto Prima, por cuanto significa el costo real del riesgo asumido por el asegurador, sin tener en cuenta sus gastos de gestión ni otros conceptos.

**PRIMA COMERCIAL:** Se denomina también Prima Bruta o Prima de Tarifa y es la que aplica el asegurador a un riesgo determinado y para cobertura concreta. Está formada, como elemento base por Prima Pura mas los recargos para gastos generales de gestión y administración, gastos comerciales o de adquisición, gastos de cobranza de las primas, gastos de liquidación de siniestros mas, en su caso, coeficiente de seguridad y ganancia comercial.

**PRIMA EMITIDA:** Es aquella correspondiente al nacimiento de renovación del contrato de seguro, pudiendo estar en cualquiera de los tres resultados siguiente: anulada, cobrada o pendiente.

**RAMO:** Es el término que se utiliza para determinar el tipo o clase de seguro que existe. Hay varios ramos: de autos, de responsabilidad civil, etc.

**REASEGURO:** Es la operación que realiza una aseguradora y que consiste en ceder a otra, parte o la totalidad del riesgo que asume o contrata. Generalmente esta operación se lleva a cabo en negocios grandes o muy peligrosos.

**RECLAMACIÓN:** Es el aviso o comunicación que hace el asegurado a la aseguradora, informándole que ha tenido un siniestro.

**RECUPERACIÓN:** Es la parte que recibe la aseguradora de un tercero, después de haber pagado un siniestro.

**REHABILITACIÓN:** Es el proceso que lleva a cabo la aseguradora, para dejar en vigor y vigentes todos los derechos que existen en el contrato de seguros.

**RENOVACIÓN:** Es el proceso que se efectúa entre el asegurado, la aseguradora y el agente de seguros, con el objeto de elaborar una nueva póliza por un período determinado. La renovación puede modificar, aumentar o disminuir las cláusulas o la suma asegurada de una póliza vencida.

**RESCISIÓN:** Es la finalización del contrato en una fecha anterior a la prevista.

**RESERVA DE RIESGOS EN CURSO:** Es aquella que tiene por objeto hacer frente a la posible siniestralidad de las pólizas que estén en vigor al momento del cierre contable de un ejercicio. Es aquella que se refiere a la parte de la prima emitida de retención no devengada al cierre trimestral (en Daños, Accidentes y Enfermedades y beneficios adicionales de Vida), artículo 47 de la LGISMS.

**RESPONSABILIDAD CIVIL:** Es la obligación o compromiso que tienen las personas, físicas o morales, de reponer la propiedad de otra persona, cuando se sea responsable del daño o menoscabo en la propiedad de otros.

**RIESGO:** Es la posibilidad de que la persona o bien asegurado sufra el siniestro previsto en las condiciones de la póliza.

**SALVAMENTO:** Es la recuperación que obtiene la aseguradora en un siniestro.

**SEGURO:** Es el contrato por el que, mediante el pago de una prima, la aseguradora se compromete a indemnizar una eventualidad contemplada en la póliza.

**SINIESTRALIDAD:** Es el porcentaje entre la prima pagada y los siniestros pagados por la aseguradora. En sentido amplio corresponde a la valoración conjunta de los siniestros producidos (pendientes y liquidados) con cargo a una entidad aseguradora. En sentido estricto, equivale a la proporción entre el importe total de los siniestros y las primas recaudadas por una entidad aseguradora.

**SINIESTRO:** Es el acontecimiento o hecho previsto en el contrato, cuyo acaecimiento genera la obligación de indemnizar al asegurado.

**SOLVENCIA (SOLVENCY):** Es la capacidad de una empresa para hacer frente a las deudas contraídas. Su opuesto es la insolvencia.

**SUMA ASEGURADA:** Es el valor que fija el asegurado sobre su persona o sus bienes, y que es determinante para que la aseguradora cobre la prima o haga una indemnización en caso de siniestro.

**TARIFA:** Es la cantidad que determina la aseguradora en función a la experiencia de siniestralidad.

**VENCIMIENTO:** Es la fecha en que termina el contrato de seguros o póliza.

**VIGENCIA:** Es el período durante el cual la aseguradora se compromete, previo pago de una prima, a cubrir un bien o una persona.

## Bibliografía

---

- Benjamín, SML, Eagles (1986). "Reserves in Lloyd's and the London Market". *Jal of the Institute of Actuaries*, pp 113 y 197-256.
- IBNR: The Prize-Winning Papers in the Boleslaw Monic Fund Competition Held in 1971; Nederlandse Reassurantie Groep, N.V., Amsterdam.
- Ronal F. Wiser, Loss Reserving, pp 197-209.
- Hertig, Jeakim (1983). "A Statistical Approach to IBNR-Reserves in Marine Reinsurance". *Astin Bulletin*, Vol. 15, Nov. 1985, pp 171-184.
- T. Pentikäinen (1985), "Aproximative Evaluation of the Distribution Function of Aggregate Claims". *Astin Bulletin*, Vol. 17, No. 1, 1987. pp 15-40.
- T. Pentikäinen and J. Rantala. "Run-off Risk as a Part of Claims Fluctuation". *Astin Bulletin*, Vol. 16, No. 2, 1986. pp 113-148.
- Insurance Accounting & Systems Association, Inc, (1991), Property-Liability Insurance Accounting, Durham, N.C., E.U.A. 5ta. Edición, Capítulos 4, 8, 16 y 17.
- Press J., Bayesian Statistics: principles, Models, and Applications, 1989 pp 57-58.
- De Vylder F., Estimations of IBNR claims by Credibility Theory, Insurance: Mathematics and Economics, Vol. 1, 1982 pp 35-40.
- Goovaerts M. J., Kaas R. Van Heerwaarden A. E., Bauwelinck T. Effective Actuarial Methods, North-Holland, 1990.

- Mack T. Which stochastic model is Underlying the Chainn–Ladder method?, Insurance: Mathematics and Economics, Vol. 15, 1994 pp 133–138.
- Esteva Fisher, Eduardo. “Reserva de Siniestros Ocurridos Pero No Reportados”. Comisión Nacional de Seguros y Fianzas; Serie de Documentos de Trabajo, Documento de Trabajo Núm. 36, Marzo 1994.
- D. Javier Del Río, La Provisión para Siniestros Pendientes de Declaración, MAPFRE, PP 53–60.
- [http://www.svs.cl/sitio/html/legisl\\_normativa/f\\_legis.html](http://www.svs.cl/sitio/html/legisl_normativa/f_legis.html)
- [WWW.IAISWEB.ORG](http://WWW.IAISWEB.ORG)
- [WWW.ASSALWEB.ORG](http://WWW.ASSALWEB.ORG)
- [www.superban.gov.ec/cat/jsp/index\\_seg.jsp](http://www.superban.gov.ec/cat/jsp/index_seg.jsp)
- [www.spvs.gov.bo/Leyes\\_Reglamentos/Seguros/DS%2025201.pdf](http://www.spvs.gov.bo/Leyes_Reglamentos/Seguros/DS%2025201.pdf)
- [www.assalweb.org/html/infor\\_legal/fr\\_inflegal.htm](http://www.assalweb.org/html/infor_legal/fr_inflegal.htm)
- [www.assalweb.org/html/consultas/fr\\_consul.html](http://www.assalweb.org/html/consultas/fr_consul.html)
- [www.iosco.org/about/](http://www.iosco.org/about/)
- [www.oecd.org/home/](http://www.oecd.org/home/)
- [www.actuaries.org/public/es/index.cfm](http://www.actuaries.org/public/es/index.cfm)
- <http://www.mercadoasegurador.com.ar/htmlsite/adetail.asp?id=328>
- [www.casact.org/pubs/proceed/proceed72/72181.pdf](http://www.casact.org/pubs/proceed/proceed72/72181.pdf)
- [www.casact.org/library/04pcas/VaughnTinney.pdf](http://www.casact.org/library/04pcas/VaughnTinney.pdf)
- [symixins.narod.ru/aat04.htm](http://symixins.narod.ru/aat04.htm)
- [www.susep.gov.br/menumercado/orienta\\_seguros.asp](http://www.susep.gov.br/menumercado/orienta_seguros.asp)

- [www.pszaf.hu/szakkoz/2003/20030515/IBNR-vetites.pdf](http://www.pszaf.hu/szakkoz/2003/20030515/IBNR-vetites.pdf)
- [www.actuaries.org/members/en/events/congresses/Cancun/ica2002\\_subject/general\\_insurance/gralinsurance\\_23\\_doray.pdf](http://www.actuaries.org/members/en/events/congresses/Cancun/ica2002_subject/general_insurance/gralinsurance_23_doray.pdf)
- <http://caselaw.lp.findlaw.com/scripts/getcase.pl?court=us&vol=481&invol=239>
- <http://symixins.narod.ru/aat04.htm>
- <http://symixins.narod.ru/aat04p2.htm>
- <http://symixins.narod.ru/aat04p3.htm>
- [http://www.mdanational.com.au/news/newstemplate\\_2003\\_9\\_4\\_1.asp](http://www.mdanational.com.au/news/newstemplate_2003_9_4_1.asp)
- [ssn@ssn.gov.ar](mailto:ssn@ssn.gov.ar)
- [webmaster@ssf.gob.sv](mailto:webmaster@ssf.gob.sv)
- [ssrp@mici.gob.pa](mailto:ssrp@mici.gob.pa)
- [info@slb.gob.gt](mailto:info@slb.gob.gt)
- [www.cnsf.gob.mx](http://www.cnsf.gob.mx)
- Ley sobre el Contrato de Seguro 2002.
- Curso MAPFRE de Introducción al Seguro, Clasificación de MAPFRE, Módulo 2.
- Castelo Matrán Julio, Diccionario MAPFRE de Seguros, Editorial MAPFRE, Madrid España, 1992, pág. 329.