

65



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**LA TÉCNICA ACTUARIAL  
EN EL SEGURO DE AUTOMÓVILES**

**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 :  
NORA VELIA LÓPEZ GONZÁLEZ



**DIRECTOR DE TESIS:**  
ACT. MARCELO DE JESÚS KROEPLF SAURY

FACULTAD DE CIENCIAS  
SECCION ESCOLAR

**2002**

**TESIS CON  
FALSA FE ORIGEN**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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

**M. EN C. ELENA DE OTEYZA DE OTEYZA**  
Jefa de la División de Estudios Profesionales de la  
Facultad de Ciencias  
Presente

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo escrito:

La Técnica Actuarial en el Seguro de Automóviles

realizado por Nora Velia López González

con número de cuenta 8822354-4, quien cubrió los créditos de la carrera de Actuaría

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

Director de Tesis

Propietario Act. Marcelo de Jesús Kroepfly Saury *[Firma]*

Propietario Act. María Aurora Valdez Michell *[Firma]*

Propietario Act. Marina Castillo Garduño *[Firma]*

Suplente Act. Norma Esther García Kobashi *[Firma]*

Suplente Act. Barbara Ruth Trejo Becerril *[Firma]*

Consejo Departamental de

*[Firma]*

M. en C. José Miguel Flores Díaz

*En Memoria de mis Padres*

*Amparo Anguiano*

*Por haber velado mi sueño, por la alegría que te dieron mis logros, por verme crecer, . . . . , pero principalmente por todo el amor que me diste.*

*Francisco López Anguiano*

*Siempre supe lo orgulloso que estabas de mi hermano y de mí, y sé que así seguirá siendo.*

Dedicatorias . . .

*A mi hermano Jorge Luis,  
que ama el teatro, la poesía, a los gatos, . . . , a la vida;  
con toda mi admiración y orgullo, por tu firmeza, talento e intelecto.*

*Al hombre,  
que me enseñó a admirar la luna y las estrellas, a disfrutar del aroma de  
las flores, de las canciones de Bob Dylan, de un buen café, . . . , un hombre  
grande muy grande, tanto, que tuvo el poder de robarme el corazón.*

*A mis amigos,  
por su apoyo, cariño y amistad incondicional,  
especialmente a Gaby que camina siempre conmigo.*

*A todos aquellos,  
que confiados, han creído en mí.*

*Y por supuesto, a mi Alma Mater,  
la Universidad Nacional Autónoma de México,  
Facultad de Ciencias.*

**LA TECNICA ACTUARIAL  
EN EL  
SEGURO DE AUTOMOVILES**

*El diseño creado por el matemático, como el del pintor o el poeta, debe ser bello; las ideas, como los colores o las palabras, deben disponerse de manera armoniosa. La belleza es la primera demostración: no hay un lugar permanente en el mundo para la matemática fea... Puede ser muy difícil definir la belleza en la matemática, pero también lo es para la belleza de cualquier clase: aunque no sepamos exactamente qué significa decir que un poema es bello, eso no nos impide reconocerlo cuando lo leemos.*

G.H. HARDY.

## INDICE

INTRODUCCION.....	1
<b>CAPITULO I. FUNDAMENTOS ACTUARIALES PARA EL CALCULO DE LA PRIMA</b>	
1. Conceptos Generales.....	5
2. Riesgos Asegurables.....	7
3. Principios Actuariales.....	9
4. Prima de Tarifa.....	10
5. La Tarifa.....	11
5.1 Estructura de la Tarifa.....	12
5.2 Suficiencia en Primas.....	16
5.3 Implementación en el Mercado.....	17
6. Impacto del Entorno.....	18
6.1 Contexto Económico.....	19
<b>CAPITULO II. EL SEGURO DE AUTOMOVILES EN MEXICO</b>	
1. Condiciones Generales.....	22
2. Sistema de Tarificación.....	28
2.1 Nota Técnica.....	28
2.2 Ejemplo.....	38
2.2 Comentarios.....	40
<b>CAPITULO III. MODELO DE RIESGO INDIVIDUAL</b>	
1. Definición de la Teoría del Riesgo.....	43
2. Definición de la Teoría del Riesgo Individual.....	45
3. Modelo de Riesgo Individual.....	45
3.1 Algunos Métodos.....	48
3.2 Ventajas vs. Desventajas.....	54
<b>CAPITULO IV. MODELO DE RIESGO COLECTIVO</b>	
1. Caracterización del Riesgo.....	56
2. Descripción del Riesgo.....	57
3. Cálculo de la Prima de Riesgo.....	66
3.1 Principio del Valor Esperado.....	66
3.2 Principio de la Desviación Standard.....	66
3.3 Principio de la Varianza.....	67



4. Modelos Tradicionales.....	70
4.1 Función de Distribución Poisson.....	70
4.2 Función de Distribución Binomial.....	73
4.3 Aproximación Normal.....	74
4.4 Aproximación Gamma.....	77
4.5 Aproximación Recursión de Panjer.....	78

#### CAPITULO V. METODO PRACTICO PARA DETERMINAR UNA TARIFA

1. Análisis de la Información.....	81
2. Determinación de la Prima de Tarifa.....	82
3. Sistema de Puntos.....	85
3.1 Definición del Sistema de Puntos.....	85
3.2 Ventajas y Desventajas.....	85
3.3 Método Johnson and Hey.....	85
3.4 Análisis de la Utilidad.....	90

CONCLUSION.....	93
-----------------	----

BIBLIOGRAFIA.....	96
-------------------	----

HEMEROGRAFIA.....	98
-------------------	----

#### APENDICE

Anexo 1.....	99
Anexo 2.....	102
Anexo 3.....	105
Anexo 4.....	106
Anexo 5.....	107
Anexo 6.....	110
Anexo 7.....	113
Anexo 8.....	114

## INTRODUCCION

En el periodo de 1995 a 1997, México atravesaba por la crisis económica más importante de la última década del siglo XX.

Epoca en que la demanda interna se vio reducida severamente, varias empresas anunciaron el cierre de sus servicios u operaciones y otras empresas públicas anunciaban su venta, se declaró un drástico decremento del PIB que llegó a alcanzar hasta un 5 por ciento negativo, la deuda externa se disparó al alza situándose en más de 160 mil millones de dólares. Sumando a estos fenómenos la drástica caída de los ingresos reales de prácticamente toda la población, el vertiginoso aumento del desempleo, el aumento del I.V.A. cuando paso del 10 al 15 por ciento, el aumento de las tasas de interés, de lo precios y tarifas en electricidad, gasolina etc., la drástica devaluación del peso y, la extraordinaria pérdida de autonomía del gobierno mexicano para diseñar las estrategias de política interna en el ámbito económico y financiero.

No hicieron más que incrementar desorbitadamente los costos de la vida y de la producción, ocasionando una de las más severas recesiones en la historia del país y una de las etapas en las que ha existido el mayor riesgo de estallido social.

Si bien no hubo un levantamiento social sí hubo un incremento en el índice de criminalidad, proliferando el robo de los bienes patrimoniales principalmente el robo de vehículos motor a partir de esta crisis económica.

El impacto que tuvo el aumento del robo de vehículos, el alza de los precios de los automóviles, refacciones, mano de obra, etc. aunado al resto de los estragos causados por dicha crisis directamente en el costo de la siniestralidad de las aseguradoras, ha ocasionado que el sector seguros a finales de 1995 tuviera una reducción del 13.4 por ciento en términos reales "... la mayor caída registrada en la historia moderna de los seguros en México"<sup>1</sup>. La siniestralidad que se registró a finales de ese mismo año fue del 77 por ciento sobre la prima devengada de retención, siendo el seguro de automóviles el ramo que más destacó en proporción al total del sector.

Tan sólo en el segundo trimestre de 1995 tenía la mayor captación de primas (48 por ciento) de la operación de daños pero al mismo tiempo el monto de siniestros ocupaba ya el 60 por ciento.

---

<sup>1</sup> Juan Ignacio Gil Antón, (Ex-Presidente de la Comisión Nacional de Seguros y Fianzas).  
"Mejoran los Resultados del Seguro Mexicano"  
Revista Mexicana de Seguros, Fianzas y Finanzas, México, Agosto de 1996,  
pp. 7-12.

Es decir, el ramo de automóviles comenzó a generar la mayor captación de primas pero también comenzó a ser el de mayor impacto en la siniestralidad de las aseguradoras.

Por otro lado, el extraordinario aumento del número de vehículos en circulación que existe en nuestro país, principalmente en la ciudad de México donde el caos vial ocurre del diario, prácticamente en todo momento, genera por consecuencia un incremento considerable de colisiones, vuelcos, daños a terceros en sus personas tales como golpes o fracturas causándoles posible invalidez parcial o inclusive permanente, o hasta la pérdida de la vida misma.

Estas situaciones por sí solas definen la importancia que tiene el seguro de automóviles en nuestro país.

Sin embargo las aseguradoras ante la adversidad de estar en una posición de insuficiencia en primas por el alto incremento del monto de los siniestros, lejos de analizar las desviaciones que se les están presentando y proponer reales medidas como prevención de riesgos u otras para disminuir su alta siniestralidad. La mayor parte de ellas se han dado a la tarea de enfocarse, a la exigente competitividad del mercado asegurador.

Generando así tarifas con una escasa precisión en los principios del seguro al ofrecer primas baratas con tal de lograr un lugar competitivo y obtener una mayor captación de primas aún cuando esto no disminuya su siniestralidad, más aún, pongan en peligro su solvencia, como algunas transnacionales que siguen operando con números rojos pues su objetivo principal es mantenerse competitivo dentro del mercado asegurador.

Tales aspectos desviaron mi atención para averiguar cómo opera en términos generales el sector seguros en el ramo de automóviles, principalmente las técnicas que utiliza para analizar el riesgo y determinar sus tarifas.

Es así como el presente trabajo surge ante la necesidad de tener un escrito que pueda asistir al estudiante de la carrera de actuaria que trata de conocer los problemas que surgen de la práctica cuando se construye una tarifa de primas en el seguro de automóviles y al actuario recién egresado, nuevo en este ramo del sector asegurador.

El objetivo principal es exponer métodos alternativos para determinar la tarifa de primas para el seguro de automóviles a partir de modelos matemáticos que nos permitan analizar y cuantificar los riesgos que implica el tener un vehículo

motor, de una manera más precisa y confiable, considerando desde los objetivos de la empresa hasta el entorno donde opera.

Los métodos que se presentarán para modelar el seguro de automóviles parten de la Teoría del Riesgo. Rama de las matemáticas actuariales que estudia las desviaciones de los resultados financieros esperados, provocados por las variaciones en el comportamiento de los siniestros. Se define como el método para evitar las consecuencias inconvenientes de dichas desviaciones al desarrollar una relación entre estas y la solvencia aseguradora.

Y es que, la tarificación de primas es uno de los tópicos de mayor interés de las compañías aseguradoras. No obstante, la literatura actuarial al respecto es poca y muy reciente.

Si bien las matemáticas actuariales se originaron a finales del siglo 17 cuando E. Halley con su tabla de mortalidad permitió un tratamiento matemático por vez primera, modelo que se acerca mucho a la técnica del seguro de vida, el campo clásico de las matemáticas actuariales. Hace apenas, unas décadas, que el seguro de daños comenzó a tomar posición, su desarrollo lo hizo posible el poderoso avance de la teoría de la probabilidad y estadística matemática, influenciada por la teoría económica.

En 1909, Lundberg es quién comienza el estudio actuarial sobre el seguro de daños, sin embargo, desde entonces y hasta la década de los setentas, hubo poca literatura actuarial sobre esta nueva orientación del seguro. Pero la literatura sobre el problema de la tarificación de primas en el seguro de automóviles es todavía más escasa.

El primer análisis completo fue escrito por Kahane y Levy en 1975. En 1982, en Holanda un grupo de actuarios fueron solicitados para revisar la estructura de la tarifa del seguro de automóviles, publicando así el "Netherlands Group Report". En ese mismo año, en el Reino Unido, un grupo de estadistas en seguros se reunieron en Stratford y Avon para estudiar la tarifa de primas del seguro de automóviles de cuatro diferentes países.

Por lo anterior, es importante que el estudiante o el egresado nuevo en el seguro de automóviles mantengan siempre claras las bases matemáticas y actuariales para poder visualizar, estimar y enfrentar los problemas prácticos de esta rama del seguro de daños. Deben conocer con certeza las virtudes de esta herramienta actuarial así como también sus limitaciones para utilizarla de la mejor manera posible.

Es así como en el primer capítulo se delimitan los conceptos fundamentales sobre los cuales la ciencia actuarial se basa y por lo tanto los modelos que la presente mostrará, así como los principios actuariales que se deben emplear; siendo estos dos aspectos la base del desarrollo y la aplicación de los modelos actuariales que se proponen.

Una vez que se tiene bien claros estos fundamentos y principios, al observar y analizar cualquier otro método para determinar una tarifa de primas, de inmediato va a ser posible detectar la solidez y efectividad de dicho método.

Con esta intención, en el segundo capítulo se muestra el método convencional de tarificación que la mayor parte de las compañías de seguros en México actualmente aplica. La información que este capítulo utiliza es proporcionada por la Asociación Mexicana de Instituciones de Seguros que abarca alrededor del 70 por ciento del sector. No se tomó la información de una sola compañía por que el tamaño de la muestra sería muy pequeña y por lo tanto los resultados no serían muy confiables, además de que no es posible que estas proporcionen su información argumentando que está es de carácter confidencial. En virtud a este tipo de inconvenientes, el alcance de la presente tesis se remite a considerar únicamente los automóviles residentes de uso particular, es decir, aquellos automóviles particulares nacionales o extranjeros legalizados ante el Registro Federal de Vehículos.

En el tercer y cuarto capítulo se exponen algunos modelos matemáticos diseñados para analizar y cuantificar al riesgo en forma individual o colectiva, haciendo uso de la teoría del riesgo.

Y con la finalidad de mostrar una estructura sencilla para un análisis práctico del seguro de automóviles y determinar así una tarifa de primas. En el último capítulo se propone una técnica práctica que reúne principios, modelos actuariales y otros factores de riesgo para la determinación de una Tarifa de Primas.

Se pretende así, concientizar sobre la importancia que tiene la herramienta actuarial en la práctica y, en caso de que no se utilice, se defiende con conocimiento y el convencimiento de su gran utilidad.

De aquí la necesidad de generar un acercamiento del estudiante con la práctica, pues son quienes con mayor convicción efectuarán y supervisarán, en su momento, la correcta aplicabilidad de la técnica actuarial en el seguro de automóviles.

## **CAPITULO I**

### **FUNDAMENTOS ACTUARIALES PARA EL CALCULO DE LA PRIMA**

## I. FUNDAMENTOS ACTUARIALES PARA EL CALCULO DE LA PRIMA

Para comprender el concepto del seguro es necesario, como primer paso, definir cuidadosamente los términos que con frecuencia utiliza.

### 1. CONCEPTOS GENERALES.

#### Riesgo.

El riesgo es la razón por la cual el seguro existe. La palabra riesgo, usada en el ámbito del seguro, no tiene una definición única se le puede definir de distintas maneras. Entre ellas se destacan las siguientes:

- ✓ El riesgo como la variación de los posibles resultados de un evento basado en la casualidad o aleatoriedad.
- ✓ Riesgo como la incertidumbre a la posibilidad de una pérdida.

También, en la práctica se acostumbra referirse al riesgo simplemente como la *exposición de pérdida*.<sup>1</sup>

La primera definición es útil porque centra la atención en el grado del riesgo de una determinada situación. "El grado del riesgo es una medida de precisión con la cual el resultado de un evento basado en la aleatoriedad puede ser predecido"<sup>2</sup>.

La segunda definición ayuda a explicar a la gente porqué deben asegurarse, pues las consecuencias de la mayor parte de los riesgos son de carácter económico.

Los riesgos económicos se pueden clasificar en dos tipos:

#### a. Riesgos Especulativos.

Se refieren a los eventos que pueden causar pérdida o ganancia. Un ejemplo de ellos son los casinos. Otro ejemplo son las inversiones en las bolsas de valores.

#### b. Riesgos Puros.

Cuando los eventos sólo ocasionan pérdida.

<sup>1</sup> Dorfman Mark S. *Introduction to Insurance*.  
New Jersey, U.S.A., pp. 7-8.

<sup>2</sup> *Ibidem*.

En este tipo de riesgos es donde el interés del actuario y de la industria aseguradora están enfocados. Por lo tanto, en lo subsecuente al hablar de riesgo estaremos refiriéndonos a esta clase de riesgos.

Los riesgos, sin embargo, pueden ser manipulados. Existen condiciones que contribuyen a incrementar la frecuencia e intensidad de las pérdidas. Estas condiciones se refieren a las actitudes de las personas, a las cuales, se les conocen como:

✓ **Riesgos Éticos.**

Son un aspecto de deshonestidad por parte del solicitante del seguro. La exposición a este riesgo está en la posibilidad de que dicho solicitante cause intencionalmente una pérdida.

✓ **Riesgos Morales.**

Son una cuestión de indiferencia o descuido a que ocurran las pérdidas. La actitud de "¿Porqué debo tener cuidado, si estoy asegurado?" es el clásico riesgo moral.

No obstante los riesgos se pueden evitar o minimizar tanto como sea posible, aplicando medidas de prevención o técnicas de administración de riesgos o bien, transferir el riesgo a una compañía de seguros ya sea total o parcialmente. "El seguro es el medio más importante para transferir el riesgo"<sup>3</sup>.

**Seguro.**

Legalmente, el seguro es un arreglo contractual en donde una parte acuerda compensar a la otra por concepto de pérdidas. La parte que está de acuerdo en pagar las pérdidas se le llama *aseguradora*. La parte que recibirá el pago por las pérdidas se le conoce como *asegurado*. El pago que la aseguradora recibe se le nombra *prima*. Y al contrato del seguro se le llama *póliza*. Mientras tanto, las pérdidas que ocasionan que la aseguradora realice el pago al asegurado, son el resultado de la exposición al riesgo de éste último.

Entonces cuando el asegurado compra una póliza decimos que está transfiriendo su exposición al riesgo, a la aseguradora.

Hart [1994] define al seguro como ". . . el negocio que indemniza a una persona u organización por pérdidas o daños ocasionados por eventos específicos tales

<sup>3</sup> Hart, D.G., et al. Actuarial Practice of General Insurance  
Institute of Actuaries of Australia. Sidney, 1994. p. 1.



como incendio, robo, perjuicio, muerte, negligencia, etc. a cambio de un pago apropiado por el riesgo en cuestión".

En México, desde 1956 el seguro se divide en tres operaciones<sup>4</sup>:

Seguro de Vida

Seguro de Accidentes y Enfermedades

Seguro de Daños, que a su vez se desglosa en los siguientes ramos,

Seguro de Automóviles

Seguro de Responsabilidad Civil y Riesgos Profesionales

Seguro Marítimo y de Transportes

Seguro de Incendio

Seguro Agrícola

Seguro de Crédito, y

Seguro de Diversos.

El objetivo del seguro de daños es cubrir los riesgos ligados a los eventos que pueden ocasionar la destrucción de bienes materiales, la pérdida de las riquezas, la lesión de intereses y el surgimiento de obligaciones.<sup>5</sup>

Así, la actividad aseguradora creada para otorgar cobertura<sup>6</sup> a diferentes riesgos que pueden ocasionar eventos económicamente perjudiciales. Para funcionar, necesita cuantificar dichos riesgos para poder atribuir a cada uno, la prima adecuada.

La evaluación que esto involucra puede resultar simple y concreta si la cartera de riesgos se constituyera por elementos análogos sujetos a la misma probabilidad de ocurrencia. Una cartera con estas características se consigue cuando se delimita el campo operativo del seguro.

Los siguientes criterios definen los riesgos que pueden ser amparados y los requisitos que se necesitan para poder dar un resultado preciso de su evaluación.

## 2. RIESGOS ASEGURABLES.

El seguro ampara (o cubre) riesgos que cumplen con las siguientes características.

<sup>4</sup>Minzoni Consorti, Antonio. Crónica de Doscientos Años del Seguro en México  
Ed. C.N.S.F., México, 1998. p. 110.

<sup>5</sup>Mollinaro, Luigi. Lecciones de Técnica Actuarial de los Seguros Contra los Daños  
México, 1976. p. 3.

<sup>6</sup>Cobertura: Es la protección que otorga la aseguradora sobre el bien asegurado.

**a Aleatoriedad.**

El hecho que produce la pérdida debe responder a las características de un evento fortuito.

**b Esclarecimiento.**

Las circunstancias de la pérdida deben tener la capacidad de poder ser definidas. Esclarecer cómo ocurrió el siniestro<sup>7</sup>, permite comprobar que dichas circunstancias obedezcan al concepto de aleatoriedad.

**c Información Relevante.**

Es necesario que exista información con la cual sea posible evaluar la frecuencia y magnitud de las pérdidas esperadas, para poder hacer un juicio sobre el riesgo propuesto.

**d Independientes a la Voluntad del Hombre.**

Si el riesgo ocurre, las causas de su realización no deben ser provocadas por el hombre.

El cálculo actuarial de los riesgos, dentro del seguro de daños, se facilita si éstos cumplen con los siguientes requisitos:

**a Independencia**

Los eventos deben realizarse independientemente el uno del otro. En la práctica, sin embargo, existen eventos vinculados entre sí que no permiten la independencia en los riesgos. Entonces sin que se rompa este principio, para eliminar o minimizar el número de riesgos colindantes, se buscarán técnicas a través de la estadística que influyan en la determinación de la prima.

**b Estabilidad.**

El fenómeno en estudio puede presentar en sus períodos sucesivos de observación, comportamientos similares a los anteriores dando lugar a frecuencias distribuidas uniformemente por arriba o por debajo del índice de probabilidad prevista. Si se presentarán desviaciones considerablemente grandes, estaría indicando la existencia de riesgos catastróficos.

**c Volumen.**

Para dar significado a las estadísticas es necesario disponer de un volumen de riesgos lo más copioso posible. Porque de acuerdo a la Ley de los Grandes Números, al aumentar el número de observaciones (riesgos), la frecuencia real de los siniestros se acercará más a la probabilidad esperada (prima del seguro).

---

<sup>7</sup>Siniestro: Es la realización del riesgo amparado, es decir, la ocurrencia de una pérdida, daño o lesión.

#### d Homogeneidad.

Significa que el campo asegurable debe estar constituido por un conjunto de riesgos de la misma naturaleza. La consistencia de la estadística correspondiente se deberá a la existencia de una justa proporción entre el volumen de riesgos considerados y la exposición máxima del asegurado.

De lo anterior, podemos decir que se presentará falta de equilibrio técnico cuando:

- ✓ El volumen de riesgos sea poco numeroso.
- ✓ En aquellos casos en que a pesar de que la masa es de amplitud, se incluyen uno o pocos riesgos cuyo valor no guarda proporción con los otros.

Para los casos de *riesgos desconocidos*, es menester recurrir al utensilio de modelos matemáticos apropiados para llegar a determinar la *prima de riesgo* de las nuevas coberturas a otorgar. Prima que podrá sufrir modificaciones o rectificaciones una vez obtenida la estadística conveniente.\*

Existen procedimientos por medio de los cuales es factible construir modelos matemáticos que nos permiten describir los riesgos (negocios), cuantificarlos y obtener las conclusiones requeridas para la toma de decisiones de la aseguradora. Dichos procedimientos deberán cumplir con los principios del seguro.

### 3. PRINCIPIOS ACTUARIALES

En el sector seguros, existen varios principios que son importantes para su actuación, entre ellos, particularmente para el cálculo de primas, encontramos principalmente dos: El Principio de Equidad y el Principio de Estabilidad

#### a Principio de Equidad.

Este principio constituye el principal fundamento de la Teoría del Seguro. Define "el valor esperado por el pago de siniestros, bajo un contrato, debe ser igual al valor esperado de las primas recibidas"<sup>9</sup>. Por lo tanto, la prima se debe ajustar lo más posible a las características del riesgo de tal manera que la prima pagada por el asegurado sea el precio justo por la cobertura otorgada por la aseguradora.

\*Minzoni Consorti, Antonio. "El Actuario Frente a los Riesgos Diferentes de la Vida del Hombre", *Revista Mexicana de Seguros, Fianzas y Finanzas*, México, 1977, pp. 23-25.

<sup>9</sup> Borch, Karl Henrik. *The Mathematical Theory of Insurance* Massachusetts, U.S.A., 1974. p. 262.

## b Principio de Estabilidad.

Las aseguradoras deben ser estables económicamente para dar cumplimiento a las obligaciones estipuladas en sus contratos. De acuerdo con Molinaro, "La estabilidad económica de una empresa depende de los siguientes tres factores:

- ✓ Un margen de disponibilidad sobre las primas, obtenido a través de una serie de recargos técnicos.
- ✓ Recursos patrimoniales y financieros.
- ✓ El grado aleatorio que tenga la cartera, representado por la fluctuación máxima del costo de los siniestros<sup>10</sup>.

La adecuación de estos dos principios, el Principio de Equidad (precio mínimo del seguro) con el Principio de Estabilidad (máxima estabilidad financiera de las compañías aseguradoras), es uno de los aspectos más interesantes de la técnica actuarial.

Esto significa que las aseguradoras deben calcular primas adecuadas y razonablemente equitativas entre los asegurados. Dichas primas deberán ser suficientes para cumplir con el costo de los siniestros asumidos más gastos de operación además de proveer un margen considerable de utilidad. La prima que cumple con lo anterior se le define Prima de Tarifa.

## 4. PRIMA DE TARIFA

"La tarificación de primas depende no sólo de la experiencia obtenida de los siniestros (S) sino también de prospectos relacionados con las inversiones (I), de la posición financiera de la compañía de seguros medida por su solvencia (U), de la situación del mercado, así como también de las propias estrategias de cada compañía"<sup>11</sup>. La lógica de lo anterior se puede expresar simbólicamente de la siguiente manera:

$$\{S, I, U, \text{Mercado, Etrategia}\} \Rightarrow \text{Prima de Tarifa } \{P_r, G_1, G_2\}$$

es decir,

$$\text{Prima de Tarifa} = P_r + G_1 + G_2$$

<sup>10</sup> Molinaro. *Op. Cit.*, p. 128.

<sup>11</sup> Pentikäinen T., et al. *Practical Risk Theory for Actuaries*  
London, England. 1996. p. 310.

a La prima de riesgo  $P_r$

Es la unidad más simple y básica del concepto prima. Es el costo esperado de los siniestros futuros sin considerar los gastos de gestión u otro tipo de conceptos.

Para calcular el costo esperado de los siniestros futuros (prima de riesgo), se requieren dos factores:

- ✓ La probabilidad del siniestro (frecuencia del siniestro) y
- ✓ El monto promedio del siniestro (Intensidad del riesgo), durante el periodo a asegurar.<sup>12</sup>

b Recargo por gastos de operación  $G_1$

Es un nivel razonable de gastos de operación, éstos están compuestos por los gastos generales de gestión y administración (sueldos, gastos del ejercicio, etc.), los gastos comerciales o de adquisición, los gastos de cobranza de las primas y los gastos de liquidación de siniestros.

c Recargo por gastos de prevención  $G_2$

Es un margen de seguridad que se debe mantener y se espera genere ganancia o utilidad a la empresa. En caso de que se presentaran pérdidas por alguna desviación o variación en el costo de los siniestros, dicho margen se puede destinar a solventar los gastos presentados.

La teoría de la tarificación se encarga de evaluar tales aspectos y analizar los factores que permiten clasificar a la prima de acuerdo al riesgo que representa.

## 5. LA TARIFA

Por lo anterior, la determinación de una tarifa es considerada uno de los problemas más importantes de una aseguradora. "(...) un seguro confiable es cuestión de una tarifa confiable"<sup>13</sup>.

Una tarifa confiable se debe fundamentar en los principios del seguro y en un análisis de la cartera de los riesgos suscritos<sup>14</sup> en un ambiente de cambios sociales, económicos, legislativos y tecnológicos, del periodo en cuestión.

<sup>12</sup>Hart. *Op. Cit.*, p. 284.

<sup>13</sup>*ibidem*.

<sup>14</sup>Suscripción. Es un es el conjunto de operaciones y tareas que miden la probabilidad de pérdida de un riesgo determinado. Su objetivo principal es obtener un grupo de asegurados de tal manera que generen una razonable utilidad a la aseguradora.

La construcción de una tarifa requiere de los siguientes aspectos:

- Estructura de la tarifa.
- Cálculo de primas adecuadas y suficientes (Nivel de Prima).
- Implementación de la tarifa en un mercado competitivo.<sup>15</sup>

### 5.1 ESTRUCTURA DE LA TARIFA

Los pasos requeridos para establecer una nueva estructura de tarifa o reconstruirla, van de acuerdo a la siguiente secuencia:

Identificar la información que sea relevante y este disponible.

Analizar la información.

Seleccionar los factores de riesgo.

Clasificar los riesgos.

#### ➤ Información.

La naturaleza de la información que este disponible y el procedimiento apropiado de tarificación dependerá de si se está restableciendo o creando una nueva cartera de riesgos, si la cartera es chica o grande. También dependerá de la homogeneidad de las clases de riesgos que la constituyan.

De cualquier manera (restablecer o crear una nueva cartera de riesgos) es necesario analizar la experiencia pasada de los riesgos que vayan a constituir dicha cartera. "Para una cartera de riesgos en donde la experiencia pasada es muy limitada y está expuesta a grandes fluctuaciones, el actuario deberá investigar la experiencia pasada de la industria o la experiencia que las grandes aseguradoras estiman tener en el futuro"<sup>16</sup>.

Es recomendable que la información abarque varios años, pues en un sólo período se podrían presentar algunos eventos inesperados, mientras que en otros podría no ocurrir algo significativo.

#### ➤ Análisis de la Información

" (...) la estructura de una tarifa se basa en un análisis minucioso de la información completa"<sup>17</sup>.

Analizar la frecuencia de los siniestros y el monto de los mismos en forma separada, permite conseguir un patrón que no es tan evidente en los costos por

<sup>15</sup>De Vylder F., Gooverts M., et al. Insurance and Risk Theory  
Netherlands, 1986, p. 6.

<sup>16</sup>Hart. *Op. Cit.* p. 293.

unidad de riesgo, por póliza o en el costo total de la cartera. Sin embargo, en algunos casos éste análisis no va a ser posible debido a la dificultad de establecer una medida de la exposición, lo que sigue siendo factible es el análisis del monto de los siniestros.

La necesidad de analizar la frecuencia de los siniestros es porque al ser unos más constantes que otros, por medio de la frecuencia es posible detectar los movimientos que están afectando el monto promedio de los mismos.

Establecer un patrón del monto promedio, basándonos únicamente en la información de los siniestros pasados, resulta un poco complejo. Debido a la naturaleza aleatoria del proceso del seguro, el monto de los siniestros de un particular evento es muy incierto, pues dos eventos aparentemente idénticos pueden tener siniestros con costos totalmente diferentes. Además existen otros factores que también afectan dicho monto, éstos son de tipo económico, social, político y tecnológico. Considerarlos ayudará a conocer mejor el significado y las causas posibles de su comportamiento.

Por otro lado, la relación estrecha entre el análisis detallado de la información y el esquema estadístico que se le apropie, es afectada por la incidencia de siniestros considerablemente grandes o eventos catastróficos que puedan ocasionar demasiados siniestros. Analizar este tipo de siniestros es importante, pues aún cuando se tuviera un número pequeño de ellos, podría afectar severamente el costo total de los siniestros. Su presencia o ausencia podría distorsionar gravemente la tendencia de la experiencia.

"Tal vez la situación más peligrosa es cuando la información no incluye siniestros grandes. Es necesario formarse una idea de estos siniestros por medio de su frecuencia probable y su tamaño, e incorporarlo a la prima de riesgo"<sup>18</sup>. En esta cuestión, un buen análisis comenzaría por modificar la información, limitando los siniestros grandes a un monto máximo. Esto permitiría analizar y considerar los excesos del monto máximo en forma separada.

➤ Selección de Factores de Riesgo y Clasificación de Riesgos.

---

<sup>17</sup> *Ibidem*, pp. 296-297.

<sup>18</sup> *Ibidem*.

Un factor (o variable) de riesgo es una característica que puede ser usada para dividir la cartera de riesgos en grupos en base a los siniestros que se estiman tener.<sup>19</sup>

La selección de factores de riesgos se basa en los siguientes aspectos:

- ✓ Información confiable.
- ✓ Las clases resultantes de dicha selección, sean relativamente homogéneas.
- ✓ Número de factores. Un número excesivo de factores de riesgo, probablemente causen confusión tanto para el solicitante del seguro como para quien está procesando el negocio. Por el contrario, un número muy simplificado ocasionaría hacer una selección desfavorable.

En la realidad, en el seguro de daños normalmente se presentan múltiples situaciones y deformidades en los riesgos que difícilmente se pueden asimilar a un esquema común. Cada riesgo está sujeto a ciertas circunstancias. Algunas de éstas, nos permiten visualizar la importancia de la cobertura y la dimensión del riesgo, a lo cual se le conoce como función *cuantitativa*; otras reflejan las denominadas variantes *cualitativas*, éstas a su vez se desglosan en dos diferentes tipos de factores:

- Factores Intrínsecos

Aquellos que se refieren propiamente a las características del objeto asegurado. Por ejemplo, en el seguro de automóviles, los factores intrínsecos son las características del vehículo: tipo de carro, potencial del motor, etc.

- Factores Extrínsecos.

Son los que están vinculados al ambiente y a las condiciones en que se opera. En el ramo de automóviles por ejemplo, son la velocidad de los vehículos, la zona de circulación del vehículo, el estado de las carreteras, etc.

De aquí que, la clasificación de riesgos comience con la selección de factores. Esto implica darse cuenta de aquellas similitudes que son aptas para concretarse, de elementos que se manifiestan por situaciones específicas o puedan presentar eventuales variaciones en el desarrollo de los siniestros.

Por lo tanto, la clasificación de los riesgos resulta ser delicada y hasta con un rasgo de complejidad. Por una lado, la evaluación debe ser objetiva. Por otro lado, los riesgos que constituyan las diferentes clases deben ser homogéneos entre sí, además cada clase debe contener un número suficiente de elementos

---

<sup>19</sup> *Ibidem*, p. 183.



para dar validez a los resultados. Más aún, su manejo en el terreno de la práctica debe ser sencillo.

## EJEMPLO

En España, la clasificación de riesgos en el seguro de automóviles, se basa en los siguientes tres factores: Factor Humano, Factor Vehículo y Factor Zona de Circulación.

### 1. Factor Conductor

Para determinar la prima, especialmente para la cobertura de Responsabilidad Civil, se valora más el factor conductor que los factores zona de circulación y el factor vehículo.<sup>20</sup>

Las circunstancias (subfactores) que se toman en cuenta para su tarificación son:

- a Edad
- b Sexo
- c Experiencia en conducir, de aquí poder conocer o estimar el número de siniestros que ha generado durante los últimos años.

### 2. Factor Vehículo

Es el factor de riesgo más objetivo. Las características que utiliza, son:

- a Potencia del Motor
- b Modelo
- c Valor
- d Tipo
- e Número de ocupantes
- f Número de conductores que usan el automóvil, etc.

### 3. Factor Zona de Circulación Habitual del Vehículo

Este factor puede acentuar o disminuir la intensidad del riesgo, sólo basta mencionar la influencia y peligrosidad que ejercen las siguientes características:

La circulación del vehículo, ya sea en las grandes ciudades con gran densidad de circulación, por zonas turísticas de gran afluencia, por regiones de características orográficas o climatológicas especiales, por zonas donde la infraestructura de las carreteras no es muy favorable, por zonas rurales con

<sup>20</sup> Gayarre, Santiago. "Gestión Integral y de Servicio en el Seguro de Automóviles"  
 Revista Mexicana de Seguros, Fianzas y Finanzas, México, 1996. p. 17.

baja intensidad de circulación o con poca densidad de habitantes, etc. son circunstancias o subfactores de riesgo que tienen un importante reflejo en la tarificación de primas.<sup>21</sup>

Estos subfactores los podemos clasificar como:

- a Residencia del Conductor
  - i. Rural
  - ii. Urbana
  - iii. Intermedia
- b Densidad del tráfico de la zona habitual de manejo
- c Uso del automóvil
  - i. Negocios
  - ii. Privado (Profesión)
  - iii. Ventas
  - iv. Servicios públicos, etc.

La selección de factores o variables de riesgo y la clasificación de riesgos son los principales problemas de la estructura de la tarifa. Sin embargo, "(...) han sido temas poco atendidos en la literatura actuarial"<sup>22</sup>.

Métodos que tratan estos problemas usan varias técnicas, tales como:<sup>23</sup>

Análisis de Regresión.

Procedimientos de Selección Stepwise (Método "Hallin and Ingenbleek").

Análisis de Discriminantes.

Análisis de Grupo.

Teoría de la Credibilidad.

## 5.2 SUFICIENCIA EN PRIMAS

El primer aspecto para determinar el nivel de primas, lo da el resultado total de la captación de éstas; el cual debe ser suficiente para cubrir el total de los siniestros y los diferentes tipos de gastos erogados. Un método para diferenciar los niveles de primas, es modelando la frecuencia de los siniestros y el monto de los mismos y así, poder obtener una estimación de máxima probabilidad de pérdida.

Si el período de estudio abarca varios años es indispensable considerar la inflación transcurrida porque afecta de manera importante.

<sup>21</sup> *Ibidem*, p. 18.

<sup>22</sup> De Vylder F., Goovaerts M., et al. *Op Cit.*, p. 6.

<sup>23</sup> *Ibidem*.

### 5.3 IMPLEMENTACION EN EL MERCADO

Un sistema de tarificación no puede basarse solamente en consideraciones teóricas, tiene que ser adaptable y competitivo dentro del mercado en que va a operar.

El mercado del seguro está caracterizado por varios factores, principalmente por la oferta y demanda, la intensa competencia entre aseguradoras y los diferentes productos y servicios.

"Es esencial que las aseguradoras observen de cerca las acciones de sus competidores, porque podrían verse afectados sus precios, las condiciones de sus pólizas y las expectativas de sus productos y servicios. Por medio de las tarifas y las condiciones de las pólizas de sus competidores"<sup>24</sup>.

No obstante, la aseguradora debe cuidar sus objetivos y por lo tanto, hacer un juicio acerca de sus competidores, ya que, las acciones de sus competidores pueden ser racionales o irracionales, o pueden ser dirigidos a lograr ciertas posiciones en el mercado a largo plazo, sin importar los resultados a corto plazo.

Una cuestión delicada es el precio de la prima. Incrementar el precio tiende a reducir la demanda del seguro, ocasionando un aumento en los costos administrativos. Reducir la prima por cuestiones de competencia, es más delicado pues podría poner en peligro la solvencia de la aseguradora. Evitar la reducción, es posible si las compañías marcan una distinción entre sus productos y servicios, y los de sus competidores a través del diseño de sus productos y la calidad de sus servicios.

Los costos de administración pueden ser otro problema. Cuando el recargo por gastos de operación es alto, por razones de competitividad no sería posible aplicarlo, además de indicar que la estructura de la tarifa no es muy adecuada. Por el contrario, si es bajo, entonces sólo sería compensado por los resultados (incierto) de los propios gastos de operación, de los resultados de las inversiones y, de las reservas técnicas.

Otro aspecto a atender es el número de factores de riesgo. La tarifa debe utilizar un número limitado de factores de riesgo por varias razones:

- ✓ Un gran número de factores de riesgo, hace más costosa y complicada la administración de la aseguradora.

---

<sup>24</sup>Hart. *Op Cit.*, p. 286.

- ✓ Entre más factores de riesgo se usen, más se incrementa la correlación entre ellos.
- ✓ Sólo se podrán utilizar factores que sean medibles.

Este último punto es muy importante. En el seguro de automóviles por ejemplo, el conductor es probablemente el principal factor de riesgo, sin embargo, sólo se puede incorporar este factor *a posteriori*<sup>25</sup>. Para estos casos, se deben buscar otro tipo de factores (medibles) que nos pueden dar una idea del riesgo. Del ejemplo anterior, podría ser el tipo de auto del conductor.

Así, el sistema de tarificación particularmente el cálculo de la prima de riesgo, apoyada en los diversos factores de riesgo, debe considerar el entorno en que se desenvuelve.

## 6. IMPACTO DEL ENTORNO

Los riesgos y los peligros son un producto de nuestro entorno. Así, los cambios que se puedan dar en el seguro se deben en gran parte a los cambios que en él se vayan generando. Estos cambios pueden afectar la frecuencia o la severidad de los siniestros, la prima requerida para solventar los siniestros o el margen de utilidad de la aseguradora. Tal situación implica realizar nuevas formas de cobertura o estipular nuevas restricciones en las coberturas.

Es decir, los cambios afectan los objetivos de la aseguradora, sus percepciones de asegurabilidad o viabilidad en ciertas clases de negocios, y su administración financiera.

Por lo tanto, es de fundamental entender y considerar los factores del entorno pasado, presente y futuro, que afectan al seguro.

Los factores del entorno son de tipo:

a Económico. Se pueden agrupar de acuerdo al efecto que tienen en el seguro ya sea por los cambios en las condiciones de oferta y demanda, en el crecimiento económico o en las etapas de crisis. Los efectos más significantes son a consecuencia de la inflación, las tasas de interés, el desempleo, el cierre

<sup>25</sup> Las variables o factores llamados a "posteriori", son aquellas que sólo se pueden medir a través de la experiencia que cada unidad de riesgo ha presentado. El sistema de tarificación *a posteriori*, parte de una prima standard para cada unidad de riesgo y de acuerdo a la experiencia que cada uno ha presentado (en cuanto a número de siniestros), se va modificando en los periodos sucesivos.

*Vid.*, Lemaire, Jean. *Automobile Insurance. Actuarial Models*.  
Kluwer Academic Publishers.  
Philadelphia: University of Pennsylvania, 1995. p. 3.

de empresas, el comportamiento de los precios de los bienes y servicios y, la devaluación de la moneda.

b Social. El índice de criminalidad y la negligencia de las personas afectan particularmente la frecuencia de los siniestros.

c Político, Legislativo y Judicial. Las leyes pueden afectar al seguro. Por ejemplo, la declinación de la obligatoriedad del S.U.V.A.<sup>26</sup> en la Ciudad de México en junio de 1998 por el Jefe de gobierno, Cuauhtémoc Cárdenas Solorzano.

d Tecnológico. El desarrollo tecnológico trae un amplio rango de nuevos artículos para asegurar. Al mismo tiempo, en un corto lapso, muchos otros artículos comienzan a ser obsoletos ocasionando dificultad en su valuación y reemplazamiento por artículos semejantes.

Es posible decir que la relación más sensible con respecto a la prima es la economía en general. Si el crecimiento económico va en aumento, el volumen de primas suscritas aumenta, por el contrario, si disminuye, el volumen de primas se reduce.

Las tarifas deben calcularse tomando en cuenta el poder adquisitivo y la inflación, pues, al momento de pagar la pérdida el poder adquisitivo de un peso cobrado resulta entonces ser insuficiente.

## 6.1 CONTEXTO ECONOMICO

La situación económica va acompañada de una situación inflacionaria, la cual tiene un doble efecto, por un lado se congela el valor de las inversiones, y por otro, el monto de siniestros aumenta de acuerdo a los niveles de precios y salarios. Es importante considerar el comportamiento de la inflación, no hacerlo provocaría consecuencias muy serias para la viabilidad de una aseguradora. Una tarifa inadecuada podría poner en peligro la solvencia de la empresa, particularmente si no se detecta a tiempo.

"Cuando analizamos el comportamiento de una compañía de seguros y desarrollamos modelos, es importante adecuar los cambios del valor monetario. La inflación afecta, en varios aspectos, la situación financiera de una aseguradora. Los gastos de operación son afectados por el incremento de la

<sup>26</sup> S.U.V.A. Seguro por el Uso de Vehículos Automotores, aprobado el 14 de Abril de 1997 y, decretado el miércoles 18 de Junio de 1997 en el Diario Oficial. Ver. Diario Oficial, miércoles 18 de Junio de 1997. p. 58.

inflación, las sumas aseguradas y por tanto las primas recibidas están expuestas a ser incrementadas así como el valor de las propiedades aseguradas y las indemnizaciones solicitadas<sup>27</sup>.

En términos generales, la inflación afecta:

- ✓ Costos de operación
- ✓ Reservas técnicas
- ✓ Primas
- ✓ Inversiones de la empresa
- ✓ Monto de los siniestros.

Por ejemplo, en el seguro de automóviles mexicano, los siniestros son ocasionados en su mayor parte por los riesgos amparados bajo las coberturas de Daños Materiales y de Robo Total<sup>28</sup>. Las indemnizaciones correspondientes dependen principalmente de los siguientes factores:

- Valor de los vehículos
- Precio de refacciones y accesorios
- Costo de mano de obra

Por lo anterior es posible decir que el monto de las indemnizaciones tenga una estrecha relación con el I.N.P.C. (Índice Nacional de Precios al Consumidor), el indicador más común en nuestro país, específicamente del índice de salarios, del índice de precios de vehículos y accesorios e índice de precios de salud y cuidado personales. A una elevación de precios corresponde un aumento al monto de las indemnizaciones. Por otro lado, la proyección del monto de los siniestros necesita de este indicador económico.

Estos han sido los fundamentos básicos, para entender los objetivos, la importancia y la aplicabilidad de la técnica actuarial.

El presente trabajo estudiará particularmente los modelos propios para el cálculo de la prima de riesgo, basados en la Teoría del Riesgo. Rama de la ciencia actuarial que trata las variaciones que se presentan en el monto total de los siniestros, la cual desarrolla una relación entre estas variaciones y la solvencia de la empresa aseguradora.

<sup>27</sup> De Vylder F., Gooverts M. et al. *Op. cit.*, p. 211.

<sup>28</sup> Estas coberturas se definen en el siguiente capítulo.

**Antes, veamos bajo qué condiciones y cómo opera el seguro de automóviles residentes en México.**

## **CAPITULO II**

### **EL SEGURO DE AUTOMOVILES EN MEXICO**



## II. EL SEGURO DE AUTOMOVILES EN MEXICO

En términos generales se mostrará la operación del seguro de automóviles en México, a partir de una revisión al tipo de riesgos que usualmente amparan las pólizas nacionales, así como a la base y al método técnico que utiliza para calcular las primas requeridas.

Los riesgos más comunes y por lo tanto los más solicitados, se definen a través de las siguientes coberturas, mencionando bajo que condiciones son aceptados.

### 2.1 CONDICIONES GENERALES

#### a Coberturas

##### i. Daños Materiales

Esta cobertura garantiza la reparación de los daños o pérdidas materiales que sufra el vehículo a consecuencia de los siguientes riesgos:

a) Colisión y Vuelcos

b) Rotura de cristales, parabrisas, laterales, aletas y medallón.

c) Incendio, rayo y explosión.

d) Ciclón, huracán, granizo, terremoto, erupción volcánica, alud, derrumbe de tierra, o piedras, caída o derrumbe de construcciones, edificación, estructuras u otros objetos, caída de árboles o sus ramas, e inundación.

e) Actos de personas que tomen parte en paros, huelgas, disturbios de carácter obrero, mítines, motines, alborotos populares o de personas mal intencionadas durante la realización de tales actos o bien, ocasionados por las medidas de represión tomadas por las autoridades legalmente reconocidas con motivo de sus funciones que intervengan en dichos actos.

f) Transportación: Varadura, hundimiento, incendio, explosión, colisión, vuelco, descarrilamiento o caída del medio de transporte en que el vehículo sea conducido; caída del vehículo durante las maniobras de carga, transbordo o descarga, así como la contribución por avería gruesa o por cargos de salvamento.

##### ii. Robo Total

Cobertura que cubre el despojo del vehículo asegurado en contra de la voluntad del conductor o asegurado como resultado del delito de robo y/o asalto, o cuando el vehículo desaparece del lugar donde se dejó estacionado, amparando

el robo total del vehículo y las pérdidas o daños materiales que sufra a consecuencia de dicho robo total.

En adición, cuando no se contrate la cobertura de Daños Materiales, quedarán amparados los daños ocasionados por los riesgos c), d), e) y f) de dicha cobertura.

### iii. Responsabilidad Civil

Esta cobertura ampara la responsabilidad civil en que incurra el asegurado o cualquier persona que con su consentimiento expreso o tácito use el vehículo y que a consecuencia de dicho uso cause daños materiales a terceros en sus bienes y/o cause lesiones corporales o la muerte a terceros, incluyendo la indemnización por daño moral que en su caso legalmente corresponda.

En adición y por una cantidad igual al Límite máximo de responsabilidad esta cobertura se extiende a amparar los gastos y costos a que fuere condenado el asegurado o cualquier persona que con su consentimiento expreso o tácito use el vehículo, en caso de juicio civil seguido en su contra con motivo de su responsabilidad civil.

### iv. Gastos Médicos

Esta cobertura se extiende para cubrir el pago de gastos médicos por los conceptos que adelante se enumeran, originados por lesiones corporales que sufra el asegurado o cualquier persona ocupante del vehículo, en accidentes de tránsito o al momento del robo o intento del robo total del vehículo, ocurridos mientras se encuentran dentro del compartimento, caseta o cabina destinados al transporte de personas.

Los conceptos de gastos médicos a ocupantes cubiertos por la póliza son los siguientes:

- a) Hospitalización. Alimentos y cuarto en el hospital, fisioterapia, gastos inherentes a la hospitalización y en general, prótesis, drogas y medicinas que sean prescritas por un médico.
- b) Atención médica. Los servicios de médicos, cirujanos, osteópatas o fisioterapeutas legalmente autorizados para ejercer sus respectivas profesiones.
- c) Enfermeros. El costo de los servicios de enfermeros o enfermeras titulados o que tengan licencia para ejercer.
- d) Servicios de ambulancia. Los gastos erogados por servicio de ambulancia, cuando sea indispensable.
- e) Gastos de entierro. Los gastos de entierro se consideran hasta por un máximo del 50% del límite de responsabilidad por persona bajo esta sección,

que serán reembolsados mediante la presentación de los comprobantes respectivos.

En caso de que al momento de ocurrir el accidente el número de ocupantes exceda el máximo de personas autorizadas, conforme a la capacidad del vehículo, el límite de responsabilidad por persona se reducirá en forma proporcional.

## b Deducibles

### i. Para las coberturas de Daños Materiales y Robo Total.

En toda reclamación por pérdidas o daños causados por los riesgos amparados bajo estas coberturas, siempre quedará a cargo del asegurado el deducible correspondiente a lo estipulado en la carátula de la póliza. El deducible podrá ser elegido por el asegurado de acuerdo con el menú de opciones que le presente la aseguradora al momento de hacer la contratación del seguro.

El deducible, expresado en porcentaje, se aplicará sobre el valor comercial del vehículo asegurado al momento del siniestro.

En reclamaciones por rotura o desprendimiento de cristales quedará a cargo del asegurado la cantidad que corresponda al 20% del valor del o de los cristales.

### ii. Responsabilidad Civil

Esta cobertura puede operar con o sin la aplicación de un deducible, según haya sido pactado entre el asegurado y la aseguradora.

## c Exclusiones

### i. Riesgos no amparados por el seguro de automóviles:

- El daño que sufra o cause el vehículo cuando sea conducido por personas que carezcan de licencia para conducir expedida por la autoridad competente, a menos que no pueda imputarse al conductor culpa, impericia o negligencia grave en la realización del riesgo. Para los efectos de la póliza, los permisos para conducir expedidos por las autoridades respectivas se considerarán licencias.

- Las pérdidas o daños que sufra o cause el vehículo, como consecuencia de operaciones bélicas, ya fueran provenientes de guerra extranjera o de guerra civil, insurrección, subversión, rebelión. Expropiación, requisición, confiscación, incautación o detención por parte de las autoridades legales reconocidas, que con motivo de sus funciones intervengan en dichos actos. Tampoco ampara pérdidas o daños que sufra o cause el vehículo cuando sea utilizado para cualquier servicio militar, con o sin consentimiento del asegurado.

- Cualquier perjuicio, gasto, pérdida o daño indirecto que sufra el asegurado, comprendiendo la privación del uso del vehículo.
  - La rotura, descompostura mecánica o la falta de resistencia de cualquier pieza del vehículo como consecuencia de su uso, a menos que fueran causados por alguno de los riesgos amparados.
  - Las pérdidas o daños debidos al desgaste natural del vehículo o de cualquiera de sus partes. La depreciación del valor, así como los daños materiales que sufra el vehículo y que sean ocasionados por su propia carga, a menos que fueran causados por alguno de los riesgos amparados.
  - Las pérdidas o daños causados por la acción normal de la marea aún cuando provoque inundación.
  - Las pérdidas o daños causados a las partes bajas del vehículo al transitar fuera de caminos o cuando estos se encuentren en condiciones intransitables.
  - Queda excluida la responsabilidad civil en la que pueda incurrir el asegurado por daños materiales en cualquiera de los siguientes casos:
    - ✓ Bienes que se encuentren bajo su custodia o responsabilidad.
    - ✓ Bienes que sean propiedad de personas que dependan civilmente del asegurado.
    - ✓ Bienes que sean propiedad de empleados, agentes o representantes del asegurado mientras se encuentren dentro de los predios de este último.
    - ✓ Bienes que se encuentren dentro del vehículo asegurado.
  - Daños a terceros en sus personas cuando dependan civilmente del asegurado o cuando estén a su servicio en el momento del siniestro o bien, cuando sean ocupantes del vehículo.
  - Las prestaciones que deba solventar el asegurado por accidentes que sufran las personas ocupantes del vehículo, de los que resulten obligaciones en materia de responsabilidad civil, penal o de riesgos profesionales.
  - Daños ocasionados por cualquiera de las causas que a continuación se indican:
    - ✓ Por actos delictuosos intencionales en los que participe directamente el asegurado o conductor del vehículo amparado. Tampoco ampara los daños causados por riña provocada por el propio conductor.
    - ✓ Cuando el vehículo sea utilizado por el conductor para suicidio o intento del mismo o mutilación voluntaria, aún cuando este se encuentre en estado de enajenación mental.
    - ✓ Cuando el asegurado no hubiese otorgado al conductor su consentimiento tácito o expreso para utilizar el vehículo.
    - ✓ Cuando no se tenga la habilitación legal correspondiente para conducir el vehículo.
- i. Riesgos no amparados por el contrato pero que pueden ser cubiertos mediante convenio expreso

Los daños que sufra o cause el vehículo a consecuencia de:

- ✓ Destinarlo a un uso o servicio diferente al indicado en la póliza que implique una agravación del riesgo.
- ✓ Utilizarlo para fines de enseñanza o de instrucción de su manejo o funcionamiento.
- ✓ Cuando el vehículo participe directa o indirectamente en carreras o pruebas de seguridad, resistencia o velocidad.

#### d Sumas Aseguradas

Será responsabilidad del asegurado la fijación y actualización de las sumas aseguradas que se indican en la carátula de la póliza y que constituyen la máxima responsabilidad que, en caso de siniestro, está a cargo de la compañía, debiendo haber sido fijadas de acuerdo a lo siguiente:

- Para el caso de las coberturas de Responsabilidad Civil, Gastos Médicos, la suma asegurada se fijará de común acuerdo entre el asegurado y la compañía.
- Para el caso de las coberturas de Daños Materiales y Robo Total, la suma asegurada se determina en función a los siguientes criterios:
  - ✓ Para los vehículos de fabricación nacional que sean vendidos por armadoras reconocidas y cuya marca, tipo, descripción y modelo se incluyen en las tarifas simplificadas que emite la compañía, la suma asegurada corresponderá al valor comercial<sup>29</sup> a la fecha del siniestro.
  - ✓ Para los vehículos legalmente importados, la Suma Asegurada corresponderá al valor bajo del "Kelley Blue Book, Auto Market Report" publicado por Kelley Blue Boo Co, de California, Estados Unidos de Norteamérica, con un margen no mayor al 25% de dicho valor por concepto de gastos e impuestos.
  - ✓ Para vehículos fronterizos, la suma asegurada corresponderá al valor comercial que en la fecha del siniestro tenga el vehículo asegurado, entendiéndose por éste el valor promedio del "Auto Trader" correspondiente a la región, vigente en la fecha del siniestro.
  - ✓ Para vehículos último modelo, la suma asegurada corresponderá al valor comercial del mismo, entendiéndose por éste el valor de nuevo menos la depreciación que por uso le corresponda entre la fecha de compra del vehículo y la fecha del siniestro.
  - ✓ Es importante mencionar que algunas compañías de seguros, para este tipo de vehículos, la suma asegurada que ofrecen es el valor de reposición de la unidad.

<sup>29</sup>Valor Comercial. Es el valor que se define en las coberturas de Daños Materiales y Robo Total, el cual, equivale al valor de venta (incluyendo I.V.A. y demás impuestos que correspondan) de un vehículo de la misma marca, tipo y modelo del vehículo asegurado, en la fecha del siniestro, según publicaciones especializadas de valores del mercado registradas ante la C.N.S.F.

✓ Para aquellos vehículos que de acuerdo a sus características o antigüedad se consideran como "Antiguos y Clásicos", la suma asegurada estará determinada por avalúo realizado a través de valuadores reconocidos ante la Comisión Nacional de Seguros y Fianzas.

**e Reinstalación de Sumas Aseguradas**

Las Sumas Aseguradas de las coberturas, se reinstalarán automáticamente cuando hayan sido reducidas por el pago de cualquier indemnización parcial efectuado por la compañía, siempre y cuando hayan sido originadas por la ocurrencia de eventos diferentes. Esta reinstalación no opera para la cobertura de Robo Total,

Además de estas coberturas básicas y condiciones, existen otras adicionales o accesorias tales como Adaptaciones y Equipo Especial, Defensa Jurídica, Asistencia en Viaje, Robo Parcial, Extensión de Responsabilidad Civil, Responsabilidad Civil Contaminación, Responsabilidad Civil por Accidentes a los Viajeros, Pérdida Total, etc.

También existen otras cláusulas que es importante sean definidas por cada aseguradoras, tales como:

Primas y Obligaciones de Pago  
 Obligaciones del Asegurado  
 Base de Indemnización y evaluación de Daños  
 Territorialidad  
 Salvamentos  
 Pérdida del Derecho a Ser Indemnizado  
 Terminación Anticipada del Contrato  
 Prescripción  
 Competencia  
 Subrogación  
 Pago Fraccionado  
 Aceptación del Contrato  
 Procedimiento en Caso de Sinicstro, etc.<sup>30</sup>

<sup>30</sup> Vid., Las Condiciones Generales de una póliza de automóviles residentes de cualquier aseguradora.

## 2. SISTEMA DE TARIFICACION

Actualmente cada compañía de seguros tiene su propio sistema de tarificación, el cual, se basa y se elabora mediante un estudio llamado "Nota Técnica". Este estudio procesa información estadística cien por ciento nacional ya sea con información propia o del mercado la cual es recopilada por la A.M.I.S. (Asociación Mexicana de Instituciones de Seguros).

El 3 de enero de 1990, el Diario Oficial de la Federación decretó algunas modificaciones a la Ley General de Instituciones y Sociedades Mutualistas de Seguros. Entre los aspectos de mayor impacto, las tarifas de primas sufrieron fuertes cambios, ya que, se liberó y se desreguló el procedimiento para calcular las tarifas en los seguros de daños. A partir de entonces, cada aseguradora que opere dicho ramo, puede calcular sus propias tarifas en base a su propia experiencia. A la fecha, las Notas Técnicas son registradas o no autorizadas por la C.N.S.F. (Comisión Nacional de Seguros y Fianzas)

No obstante, la A.M.I.S. sigue elaborando y emitiendo una Nota Técnica que sirve como referencia para las compañías de seguros, pues la información que analiza es proporcionada por la mayor parte del sector asegurador. Dicha Nota es un esquema que permite cuantificar el riesgo aplicando cuotas de tarifa para obtener el costo del seguro. A continuación se muestra cómo ésta asociación la elabora

### 2.1 NOTA TECNICA

La estadística que se utilizará para su aplicación, corresponde al ejercicio de 1997 con una participación del 61.57% del mercado. Esta información fue proporcionada por 8 aseguradoras:

- ✓ Grupo Nacional Provincial, S.A.
- ✓ Seguros Atlas, S.A.
- ✓ Seguros Bital, S.A.
- ✓ Seguros Comercial América, S.A. de C.V.
- ✓ Seguros el Potosí, S.A.
- ✓ Seguros Monterrey Actna, S.A.
- ✓ Seguros Bancomer, S.A. de C.V.
- ✓ Zurich, Compañía de Seguros, S.A.

Conforme a las bases técnicas que se utilizan, la Nota Técnica se divide en:

- a Daños Materiales y Robo Total
- b Responsabilidad Civil
- c Gastos Médicos

La información que se utiliza es la siguiente:

Unidades Expuestas

Son los vehículos que están expuestos a que les suceda algún siniestro a causa de algún riesgo específico durante el lapso de tiempo en estudio. Usualmente este período es de un año. Para los casos en que los vehículos están expuestos al riesgo en un lapso menor al año se toma la parte proporcional al período anual.

Este concepto más que referirse a la unidad que está expuesta al riesgo, se refiere al tiempo en que dicha unidad estuvo expuesta al riesgo.

Por ejemplo:

Si el período de estudio es del primero de enero del 2001 al primero de enero del 2002, y nos referimos a:

Caso A. Un vehículo cuya póliza tiene una vigencia que va del primero de enero del 2001 al 2002. Entonces, la unidad expuesta es:

$$\text{U.E.} = \frac{365 \text{ días (vigencia de la póliza dentro del periodo de estudio)}}{365 \text{ días (periodo de estudio)}} = 1$$

Caso B. Un vehículo cuya póliza tiene una vigencia que va del 30 de junio del 2001 al 30 de junio de 2002. La unidad expuesta es:

$$\text{U.E.} = \frac{180 \text{ días (vigencia de la póliza dentro del periodo de estudio)}}{365 \text{ días (periodo de estudio)}} = 0.5$$

Número de siniestros

Es la cantidad de siniestros que ocurrieron en un determinado periodo.

Monto de Siniestros

Es el costo crogado por la empresa aseguradora a causa de la ocurrencia de los siniestros.

De lo anterior se obtienen los siguientes conceptos:



Frecuencia de Siniestros

Parámetro que nos indica cuantas veces un riesgo, en base a su exposición, tuvo siniestros.

Su cálculo es por medio de la siguiente relación:

$$F = \frac{n}{N}$$

F= Frecuencia

n= Número de siniestros

N= Número total de unidades expuestas

Monto Promedio de Siniestros

Parámetro que nos indica cuanto costó, en promedio, cada siniestro y se determina a partir de la siguiente proporción:

$$\bar{S} = \frac{S}{n}$$

donde

$\bar{S}$  = Monto promedio

S = Monto total de todos los siniestros

n= Número de Siniestros

Se calcula entonces, la Prima de Tarifa:

Prima de Riesgo

Obtenida la Frecuencia (F) y el Monto promedio de los siniestros ( $\bar{S}$ ), se calcula la Prima de Riesgo (II), de la siguiente manera:

$$II = F \cdot S$$

A.M.I.S. argumenta que al ocurrir un siniestro, las aseguradoras realizan una serie de gastos adicionales que no los incluyen en el monto total de los siniestros y por lo tanto en la prima de riesgo. A éstos gastos los llaman "Gastos de Ajuste Indirectos".

✓ Gastos de Ajuste Indirectos (GA)

Cuando una compañía de seguros atiende un siniestro realiza una serie de gastos tales como fotografías, mantenimiento de la unidad automotriz, sueldos a ajustadores externos, etc., los cuales no son registrados en el monto de los siniestros. Entonces para que las aseguradoras destinen recursos a este tipo de gastos, los considera (en porcentaje) en la prima de riesgo.

Este porcentaje se obtiene comparando los gastos pagados por ajuste indirecto, contra los siniestros pagados.

$$GA = \frac{\text{Gastos Pagados}}{\text{Siniestros Pagados}} * 100$$

De esta manera, A.M.I.S. concluye que  $GA = 8.65\%$ , es el porcentaje de recargo a la prima de riesgo.

Otro costo que es importante incluir en la prima de riesgo corresponde al concepto de Reinstalación Automática de Sumas Aseguradas.

✓ Reinstalación Automática de las Sumas Aseguradas (RA)

Cuando un siniestro ocurre, los límites de responsabilidad de la compañía se ven disminuidos por lo cual es necesario que un instante después de sucedido el siniestro, los límites se restablezcan automáticamente. Esta situación requiere que se cobre una cantidad adicional a la prima de riesgo para la obtención de tal reinstalación automática de sumas aseguradas.

A.M.I.S. determinó que  $RA = 1.0\%$ .

Una vez incluidos estos dos factores en la prima de riesgo, se obtiene la prima de la tarifa:

Prima de Tarifa (Pt):

$$Pt = \frac{\Pi}{1 - \alpha}$$

de donde

$\alpha$  es el porcentaje de los gastos de operación de la aseguradora (gastos de administración, de adquisición, y de la utilidad que estime recibir). A los conceptos de tales gastos, les corresponde el siguiente porcentaje:

Administración	15%
Adquisición	12%
Utilidad	5%
∴ $\alpha =$	32%

### a Daños Materiales y Robo Total

Hasta aquí, el cálculo de la prima de tarifa no diferencia ningún factor de riesgo, por lo que se hacen algunos ajustes para incluir los factores marca, modelo y valor del vehículo. La prima que incluye estos factores es calculada de la siguiente manera:

$$PN = T_1 * VN + T_2 * VC \dots (i)$$

de donde,

PN = Prima Nueva de Tarifa

T<sub>1</sub> = Cuota de Tarifa de Pérdidas Parciales

T<sub>2</sub> = Cuota de Tarifa de Pérdidas Totales

VN = Valor de Nuevo

VC = Valor Comercial (o de Usado)

✓ Determinación de los valores VN y VC.

AMIS proporciona una tabla de valores para cada tipo de vehículo y modelo, estos valores se obtienen en base a los precios vigentes publicados en las guías de valores del mercado automovilístico mexicano, tales como la Guía EBC y Autométrica. Los automóviles de más de 15 años de uso son considerados Autos Antiguos, razón por la cual, no están incluidos en la lista de valores utilizada para los siguientes cálculos.

Dichas tablas las proporciona AMIS mes con mes a todas las compañías de seguros del mercado mexicano. La tabla que se utilizó para los presentes cálculos fue la correspondiente al mes de marzo del 2001.

✓ Obtención de T<sub>1</sub> y T<sub>2</sub>.

Como observamos en la fórmula (i), T<sub>1</sub> y T<sub>2</sub> son cuotas o porcentajes aplicables tanto al valor de nuevo como al valor comercial del vehículo.

Las cuotas T<sub>1</sub> y T<sub>2</sub> se obtienen por la siguiente razón. Cuando un vehículo sufre daños (pérdida parcial) ya sea por accidente o por robo, la compañía de seguros indemniza el daño considerando el costo de las piezas como nuevas aún cuando las partes dañadas (de iguales características) ya han tenido un particular desgaste. Por otro lado, tanto un auto nuevo como un auto usado están expuestos a una pérdida total de la unidad ya sea por robo o por

accidente. De esta forma surge la necesidad de cobrar una parte de la prima a precio de automóvil nuevo y la otra parte de la prima a valor comercial del mismo, ya que, la unidad esta expuesta tanto a una pérdida total como a una pérdida parcial.

Las cuotas  $T_1$  y  $T_2$ , se calculan de la siguiente manera:

**DAÑOS MATERIALES**

$$T_1 = \frac{\%PPD_i \cdot P_p}{VN}$$

$$T_2 = \frac{\%PTD_i \cdot P_p}{VC}$$

**ROBO TOTAL**

$$T_1 = \frac{\%PPR_i \cdot P_p}{VN}$$

$$T_2 = \frac{\%PTR_i \cdot P_p}{VC}$$

donde,

$P_p$  = Prima Preliminar de Tarifa =  $P_t$  (Prima de Tarifa).

$\%PPD_i$  = % de Pérdida Parcial para el  $i$ -ésimo tipo de auto (DM)

$\%PTD_i$  = % de Pérdida Total para el  $i$ -ésimo tipo de auto (DM)

$\%PPR_i$  = % de Pérdida Parcial para el  $i$ -ésimo tipo de auto (RT)

$\%PTR_i$  = % de Pérdida Total para el  $i$ -ésimo tipo de auto (RT)

Los porcentajes de pérdidas parciales y pérdidas totales, se estimaron en base a la estadística, la cual, también se presenta por cobertura y tipo de vehículo.

$\%PPD$  = (Monto de los siniestros que fueron pagados sólo por pérdida parcial en Daños Materiales/ Monto del total de los siniestros que fueron pagados por Daños Materiales)\*100

$\%PTD$  = (Monto de los siniestros que fueron pagados sólo por pérdida total en Daños Materiales/Monto del total de los siniestros que fueron pagados por Daños Materiales)\* 100

$\%PPR$  = (Monto de los siniestros que fueron pagados sólo por pérdida parcial en Robo Total/Monto del total de los siniestros que fueron pagados por Robo Total)\* 100

$\%PTR$  = (Monto de los siniestros que fueron pagados sólo por pérdida total en Robo Total/Monto del total de los siniestros que fueron pagados por Robo Total)\* 100

Así, los porcentajes quedan de acuerdo al Anexo 1 (Daños Materiales) y Anexo 2 (Robo Total)

✓ Deducibles

Los deducibles que se fijan para las coberturas de Daños Materiales y Robo Total son del 5% y 10% respectivamente, sin embargo, el asegurado tiene la opción de escoger otros porcentajes ya sean mayores o menores a los establecidos. Los diferentes deducibles implican una diferencia en primas. A menor deducible mayor es la prima y mayor deducible menor es la prima:

Tablas de Deducibles

Daños Materiales		
Deducible (%)	Descuento en Prima (%)	Recargo en Prima (%)
2		32
3		16
4		7
5	0	0
6	7	
7	13	
8	18	
9	22	
10	26	
15	34	
20	47	

Robo Total		
Deducible (%)	Descuento en Prima (%)	Recargo en Prima (%)
5		11
6		9
8		4
10	0	0
14	4	
16	8	
18	12	
20	17	
25	28	

Para las coberturas de Responsabilidad Civil (L.U.C.<sup>31</sup>) y Gastos Médicos, el cálculo correspondiente a la prima de tarifa es el siguiente.

De igual manera que en las coberturas de Daños Materiales y Robo Total, una vez obtenida la frecuencia y el costo promedio de los siniestros se determina la prima de riesgo, la cual, debe incluir también los recargos por gastos de ajuste indirectos y por reinstalación automática de sumas aseguradas (GA y RA respectivamente).

Así, la prima de tarifa se calcula bajo el mismo criterio:

$$Pt = \frac{\Pi}{1 - \alpha}$$

#### b Responsabilidad Civil

Información obtenida de la estadística:

N = Número de Unidades Expuestas	1'602,991.51
n = Número de Siniestros	99,914.00
S = Monto de Siniestros	\$575'739,490.00
= >	
F = Frecuencia de Siniestros = $\frac{n}{N}$	6.23%
$\bar{S}$ = Siniestro promedio = $\frac{S}{n}$	\$5,762.35
=>	
$\Pi$ = Prima de Riesgo = $F \cdot \bar{S}$	\$359.17

Como estas cifras pertenecen al ejercicio de 1999, se actualizó el costo de la prima en base a la Inflación acumulada y proyectada (IA = 6.10%) al mes de Diciembre del 2001<sup>32</sup>. Así, incluyendo los gastos de ajuste indirectos y los de reinstalación automática, la prima de riesgo queda de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} \Pi \cdot (1 + GA) \cdot (1 + RA) \cdot (1 + IA) &= (\$359.17) \cdot (1.0865) \cdot (1.01) \cdot (1.0610) \\ &= \$418.18 \end{aligned}$$

<sup>31</sup>L.U.C. Límite Unico y Combinado.

<sup>32</sup>Fuente de Información: Grupo de Economistas y Asociados.  
17 de julio del 2001.

- &gt;

$$P_t = \$614.97$$

Entonces, de acuerdo a la definición de Suma Asegurada establecida en las condiciones generales, recordamos que tanto para la cobertura de Responsabilidad Civil como la de Gastos Médicos, las sumas aseguradas se determinan de común acuerdo entre el asegurado y la aseguradora. En base a la estadística (ver Anexo 3) observamos que el rango de sumas aseguradas en donde existen más unidades en exposición y el mayor número de siniestros es el que va de 300,001 a 400,000. Por lo tanto, podemos decir que en 1999 la suma promedio otorgada por las aseguradoras fue de \$350,000.

∴ Para \$350,000 de suma asegurada, se otorgó una prima de tarifa promedio de \$614.97.

Actualmente, las aseguradoras están otorgando \$500,000 de Suma Asegurada. Entonces para determinar la prima en exceso a la suma asegurada \$350,000, se utiliza el siguiente criterio:

$$P = \frac{\text{Ln}(\text{Límite } n)}{\text{Ln}(\text{Límite Pivote})} \cdot \text{Prima Pivote}$$

Este criterio considera que conforme crece la suma asegurada promedio, la probabilidad de que ocurra un siniestro de tal magnitud, no crece en la misma proporción. A.M.I.S. indica que esta tendencia se comporta como una función logaritmo natural.

Así,

Límite n: \$500,000 (Suma Asegurada Máxima)

Límite Pivote: \$350,000 (Suma Asegurada Promedio)

Prima Pivote = Prima de Tarifa obtenida ( $P_t$ ) = \$614.97

Ln = Logaritmo Natural

=>

$$P = \frac{\text{Ln}(500,000)}{\text{Ln}(350,000)} \cdot \$614.97 = \$632.15$$

∴ La prima de tarifa base correspondiente a \$500,000 de suma asegurada es = \$632.15

Realizando el mismo procedimiento:

Por cada \$50,000 de Suma Asegurada en exceso a \$350,000, podemos aplicar 1.0460% a la prima de tarifa básica.

Los deducibles, que en este caso se pueden aplicar, son de acuerdo a Días de Salario Mínimo General Vigentes en el Distrito Federal:

TABLA DE DEDUCIBLES	
Deducible	Descuento en prima base
25	6.3
50	14.25
75	22.57
100	28.79

### c Gastos Médicos

Esta cobertura sigue el mismo modelo de cálculo de prima que utiliza la cobertura de Responsabilidad Civil. Aplicando la misma notación, tenemos que:

N = Número de Unidades Expuestas 1'521,071.36  
 n = Número de Siniestros 22,321.00  
 S = Monto de Siniestros \$170'844,798.00  
 =>

F = Frecuencia de Siniestros =  $\frac{n}{N}$  = 1.47%

$\bar{S}$  = Siniestros Medios =  $\frac{S}{n}$  = \$7,653.99

=>

$\Pi$  = Prima de Riesgo =  $F \cdot \bar{S}$  = \$112.32

Incluyendo gasto de ajuste indirectos, de reinstalación automática y el porcentaje de inflación acumulada y proyectada (IA) a Diciembre del 2001:

$$\Pi \cdot (1 + GA) \cdot (1 + RA) \cdot (1 + IA) = (\$112.32) \cdot (1.0865) \cdot (1.01) \cdot (1.0610) \\ = \$130.77$$

=>

$$Pt = \$192.31$$

En este caso, la estadística no muestra el número de unidades en exposición por rango de sumas aseguradas sino por rango de siniestros (ver Anexo-4) por



lo que no es posible aplicar el criterio utilizado en la cobertura de Responsabilidad Civil para determinar la Suma Asegurada Promedio. Pero de acuerdo a información del mercado asegurador, la suma asegurada promedio que se ha otorgado desde 1999 ha sido de \$150,000<sup>33</sup> por evento.

∴ Para una Suma Asegurada de \$150,000, la prima de tarifa promedio es de \$192.31.

Al igual que en Responsabilidad Civil, para calcular la prima en exceso correspondiente a una suma asegurada mayor a la suma asegurada promedio, se utiliza el mismo criterio. Entonces, por cada 20,000 de Suma Asegurada en exceso, se debe aplicar 1.0502% a la prima de tarifa base.

Actualmente la suma asegurada promedio sigue siendo de \$150,000.

∴ La prima de tarifa base = \$192.31.

## 2.2 EJEMPLO

Utilizaremos el método expuesto para calcular la prima que debería pagar un asegurado por amparar su automóvil bajo las siguientes coberturas: Daños Materiales, Robo Total, Responsabilidad Civil (L.U.C.) y Gastos Médicos.

### Descripción del Automóvil:

Marca:	Volkswagen
Tipo:	Golf A3 GTI, Std. CA, CE, 2Pts., 5 Ocup.
Modelo:	1998
Uso:	Particular

### a Daños Materiales y Robo Total

Con los usuales deducibles:

Daños Materiales	Robo Total
5%	10%

$$\Pi_{DM} = F * \dot{S} = 25.70\% * \$ 6,043 = \$1,552.82$$

$$\Pi_{RT} = F * \dot{S} = 1.83\% * \$61,620 = \$1,130.31$$

<sup>33</sup> Fuente: Brockman & Schuh  
17 de julio del 2001.

Incluyendo los recargos por GA Y RA:

$$\Pi_{DM} = \Pi * (1 + GA) * (1 + RA) = \$1,552.82 * 1.0865 * 1.01 = \$1,704.01$$

$$\Pi_{RT} = \Pi * (1 + GA) * (1 + RA) = \$1,130.31 * 1.0865 * 1.01 = \$1,240.37$$

entonces,

$$P_{tDM} = \frac{\Pi_{DM}}{1 - \alpha} = \frac{\$1,704.01}{.68} = \$2,505.90$$

$$P_{tRT} = \frac{\Pi_{RT}}{1 - \alpha} = \frac{\$1,240.37}{.68} = \$1,824.07$$

Valores:

$$VN = \$153,824$$

$$VC = \$ 82,890$$

Por lo tanto, las Cuotas  $T_1$  y  $T_2$ :

$$T_{1DM} = 0.6886\% \text{ (Anexo 5)}$$

$$T_{1RT} = 0.9535\% \text{ (Anexo 6)}$$

$$T_{2DM} = 1.7452\% \text{ (Anexo 5)}$$

$$T_{2RT} = 0.4312\% \text{ (Anexo 6)}$$

Así, las primas quedan como sigue:

$$\begin{aligned} P_{DM} &= (VN * T_{1DM}) * (VC * T_{2DM}) = (\$153,824 * .006886) + (\$82,890 * .017452) \\ &= \$2,505.90 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{RT} &= (VN * T_{1RT}) * (VC * T_{2RT}) = (\$153,824 * .009535) + (\$82,890 * .004312) \\ &= \$1,824.07 \end{aligned}$$

#### b Responsabilidad Civil

La suma asegurada que generalmente otorgan las compañías de seguros es de \$500,000 (por evento), sin deducible. Entonces la prima queda de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} P_{RC} &= \text{Prima Base} + \text{Cuota por excesos} \\ &= \$614.97 + [\$614.97 * (.02794)] = \$632.15 \end{aligned}$$

#### c Gastos Médicos

En este caso tomaremos como suma asegurada \$150,000 (por evento), por la misma razón que en Responsabilidad Civil.

$P_{GM}$  = Prima base = \$192.31

Por lo tanto, la prima total anual que debe pagar un asegurado por una póliza que ampare las coberturas de Daños Materiales, Robo Total, Responsabilidad Civil y Gastos Médicos durante el 2001, es de acuerdo a lo siguiente:

Prima Neta =	$P_{DM} + P_{RT} + P_{RC} + P_{GM}$
Prima Neta =	\$2,505.90 + \$1,824.07 + \$632.15 + \$192.31
Prima Neta =	\$5,154.43
Gastos de Emisión	\$ 200.00 <sup>34</sup>
I.V.A. (15%)	<u>\$803.16</u>
Prima Total	\$6,157.59

## 2.3 COMENTARIOS

En base a los fundamentos expuestos en el capítulo I, encontramos que el sistema de tarificación "Nota Técnica" contempla un proceso estimativo de riesgos que no permite conocer su gravedad real. Esta observación es por lo siguiente:

- Como ya sabemos, la prima de riesgo se basa en la probabilidad de que ocurra un riesgo a un determinado costo. De aquí que, la estimación de estos dos factores ( $\bar{S}$  monto promedio y  $F$  frecuencia) a través de las fórmulas:

$$\bar{S} = \frac{S}{n} \quad \text{y} \quad F = \frac{n}{N}$$

no nos indique mucho acerca de la naturaleza aleatoria del riesgo.

- No considera lo que pueda ocurrir en años posteriores, pues en realidad, dichas fórmulas no simulan la tendencia de los siniestros. Por lo tanto, tampoco es posible predecir el comportamiento de los mismos. La prima de riesgo debe considerar las posibles variaciones para años subsecuentes, pues recordemos que ésta se paga al inicio del período de cobertura que aún cuando el período es corto (generalmente es un año) la situación económica-financiera de nuestro país varía constantemente y a veces el cambio es radical.

<sup>34</sup> Se tomó el promedio de los gastos de emisión que otorgan cinco de las compañías más representativas del sector.

Fuente: Brockman & Schuh. 17 de Julio del 2001.

- De una diversidad de factores que afectan los riesgos considerados en esta Nota (Marca, Modelo, Valor, Zona de circulación, Densidad del tráfico, Profesión, Sexo, Edad, etc.) sólo las coberturas de Daños Materiales y Robo Total contemplan tres factores, Marca, Modelo y Valor.

En realidad, las estadísticas proporcionadas por A.M.I.S. no contienen información acerca de los demás factores riesgo. Sin embargo, dado que A.M.I.S. representa a las instituciones de seguros, a través de sus comités de estudio, debería acordar solicitarla debido a la importancia que ella representa.

- En lo referente a Responsabilidad Civil y Gastos Médicos, no existe una equidad en la prima, ya que, se cobra una prima igual para cualquier tipo de automóvil. Cuando no es de la misma magnitud los daños a terceros que puede ocasionar un auto grande y rígido, como un Grand Cherokee, que los que pueda ocasionar un compacto tal como un Chevy Popular o V.W. Sedan. Un vehículo grande siempre va a ocasionar daños de intensidad mucho mayor a los que puedan ocasionar los autos compactos.

Así también, la gravedad del daño que puedan sufrir los ocupantes de un Grand Cherokee es diferente al que puedan sufrir los ocupantes de un Chevy Popular, pues está comprobado que un auto grande va a proteger más que un auto pequeño.

Esto nos indica que el cálculo no está utilizando el Principio de Equidad.

- Siguiendo con las coberturas de Responsabilidad Civil y Gastos Médicos, el criterio que se utiliza para determinar la prima en exceso que se deberá cobrar por una suma asegurada mayor a la suma asegurada promedio es algo incierto.

Dado que se incrementa la prima en base a una función logaritmo natural, podemos decir que el razonamiento que se está utilizando es la Ley del Incremento de la Prima que dice, la prima aumenta en función a la Suma Asegurada. Entonces el problema radica en encontrar una distribución que se ajuste lo más posible al comportamiento de tal crecimiento, que considere las variaciones que se puedan presentar y logre obtener una mínima desviación con respecto a los siniestros.

Si observamos la gráfica del Anexo 7, podemos ver que el comportamiento de las primas en base a las sumas aseguradas no se parece a una función logaritmo natural. Más aún, decir que la prima tiene un crecimiento parecido a la función logaritmo natural equivale a decir que el comportamiento de los siniestros tiene una tendencia semejante. Pero la distribución de los siniestros, en base a la estadística por rango de reclamaciones (ver gráfica del Anexo 8), nos muestra un comportamiento que puede ser simulada con otro tipo de curva

diferente a la función logaritmo natural, por ejemplo a la curva de Pareto. Algunos estudios sobre el seguro de Responsabilidad Civil (Autos) han demostrado que el fenómeno de la siniestralidad se ajusta más con la curva de Pareto, debido al vínculo tan estrecho entre sus parámetros y los índices de concentración.

- La prima que se obtuvo, en realidad está por abajo de lo que el mercado está ofreciendo, pues para un automóvil Golf A3 GTI, Std. CA, CE, 2Pts., 5 Ocup., Modelo 1998, la prima total en cobertura amplia (Daños Materiales, Robo Total, Responsabilidad Civil (L.U.C.) y Gastos Médicos a ocupantes) que en promedio están otorgando las dos empresas más importantes del mercado, importantes por su captación de primas, es de \$13,665.25<sup>35</sup> contra \$6,157.59 que se obtuvo con la Nota Técnica.

Esto nos ayuda a confirmar la necesidad de actualizar dicho sistema de cálculo.

Por lo anterior y en base a la importancia de los fundamentos, vistos en el capítulo I, se expondrán algunos modelos matemáticos basados en la Teoría del Riesgo que nos permitirán analizar los riesgos a través de funciones de distribución propias de la teoría de la probabilidad y estadística matemática.

---

<sup>35</sup> Fuente: Brockman & Schuh.  
17 de julio del 2001.

## **CAPITULO III**

### **MODELO DE RIESGO INDIVIDUAL**

### III. MODELO DE RIESGO INDIVIDUAL

#### 1. DEFINICION DE LA TEORIA DEL RIESGO

La siguiente homologación muestra el comportamiento de una empresa aseguradora al tratar de reducir su riesgo de quedar en la ruina.

Un apostador con pocos recursos económicos, que esta constantemente apostando, tiene una alta probabilidad de quedar en la ruina en poco tiempo. No obstante éste jugador tiene varias alternativas para evitar dicha situación pero sólo durante un corto plazo:

- Limitar el monto de sus apuestas.
- Incrementar su capital.
- Reducir la frecuencia de juegos.
- Realizar un juego en donde tenga la certeza de ganar una cantidad mayor al monto que tendría que pagar.

De manera similar, una aseguradora esta expuesta a quedar en la ruina si calculará sus primas basándose únicamente en el costo esperado de los siniestros futuros.<sup>36</sup> Para reducir éste riesgo de insolvencia, durante un cierto periodo, la aseguradora podrá tomar alguna de las siguientes medidas:

- Incrementar su capital
- Incrementar su margen de utilidad
- Reducir la exposición total del riesgo (bajo un cierto nivel)
- Reducir la exposición de alguno de los riesgos (a través de reaseguro, por ejemplo)
- Incrementar el número de riesgos (de un cierto nivel)
- Reducir la correlación entre los riesgos.

Así la teoría del riesgo que mediante procesos y modelos estudia las variaciones del monto de los siniestros, desarrolla a su vez, la relación que existe entre éstas variaciones y la solvencia de la empresa aseguradora.

Hasta la década de los cincuenta, la mayor parte de las investigaciones sobre la teoría del riesgo, se referían a las distribuciones de frecuencias y monto de los siniestros. A partir de entonces la teoría se ha desarrollado en numerosas direcciones, entre las cuales se destacan las siguientes:

---

<sup>36</sup>Hart. *Op. Cit.*, p. 131.

- Cálculo de reservas.
- Desarrollo de la teoría de la credibilidad moderna.
- Cálculo del total del monto de los siniestros, y de probabilidades de ruina para tiempos finitos (con ayuda de métodos numéricos tales como las Transformadas de Fourier y fórmulas de recursión).
- Estudios extensivos de los principios del cálculo de la prima.
- Desarrollo de métodos para la determinación de tarifas.

En 1979, Gerber define a la teoría del riesgo como "una colección de ideas relacionadas para diseñar, dirigir y regular la actividad empresarial del riesgo".<sup>37</sup> Es decir, la define como una herramienta para la toma de decisiones en el ámbito asegurador.

De aquí la necesidad de concentrarse en los problemas de mayor importancia para la industria del seguro. Los siguientes tres aspectos son considerados las áreas tradicionales del interés actuarial<sup>38</sup>:

- La determinación de tarifas.
- El cálculo de reservas.
- La solidez financiera de la aseguradora, donde se requiere de la determinación de la solvencia de la empresa y de estrategias de reaseguro.

El objetivo de ésta teoría es, proporcionar un análisis matemático de las desviaciones o fluctuaciones aleatorias en los seguros y discutir los medios de protección contra los efectos desfavorables.<sup>39</sup>

Modela al negocio asegurador a través de variables aleatorias que representan al número y monto de los siniestros durante un determinado periodo de tiempo.

La evolución de esta teoría del riesgo se ha desarrollado en tres fases:

- ✓ Teoría del riesgo individual.
- ✓ Teoría del riesgo colectivo.
- ✓ Teoría moderna del riesgo.

La teoría del riesgo individual y la teoría del riesgo colectivo se concentran en el cálculo de las primas de riesgo. La teoría moderna del riesgo en la solvencia de la aseguradora.

<sup>37</sup> De Vylder F., Goovaerts M., et al. *Op Cit.*, p. 3.

<sup>38</sup> *Ibidem*, p. 5.

<sup>39</sup> Cramer. 1930.



El presente estudio se enfocará en el cálculo de las primas de riesgo.

## 2. DEFINICION DE LA TEORIA DEL RIESGO INDIVIDUAL

La teoría del riesgo comienza con la Teoría Clásica del Riesgo, llamada también *Teoría del Riesgo Individual*.

Esta teoría tiene la particularidad de analizar a los riesgos en forma individual dentro de un entorno con condiciones estables. Así, el número y monto de los siniestros individuales pueden ser observados como variables aleatorias distribuidas independientemente.

La cartera de riesgos es considerada un grupo cerrado, es decir, el número de riesgos al inicio y al término del periodo en estudio es el mismo, no considera entradas o salidas durante ese intervalo de tiempo.

De aquí que, ésta teoría utilice los siguientes supuestos:

### Siniestros

Los siniestros son reportados y saldados en el año en que ocurrieron. Situación que en la práctica rara vez sucede, p.ej. en las coberturas de responsabilidad civil y gastos médicos el pago de los siniestros se puede extender en el transcurso de varios años.

### Primas

Asume por un lado, que las primas son pagadas en una fecha en común y por otro lado que la prima de riesgo es conocida.

## 3. MODELO DE RIESGO INDIVIDUAL

Tanto la teoría del riesgo individual como la teoría del riesgo colectivo se desarrollan bajo el principio de equidad, el cual, aritméticamente se expresa de la siguiente manera:

$$P = qS^{40}$$

donde

P es la prima de riesgo por concepto del seguro.

q es la probabilidad de que ocurra un siniestro.

S es el monto del siniestro.

---

<sup>40</sup> $P = pS = E[S]$ .

Esta ecuación establece que el valor que se espera resarcir por el pago de los siniestros, bajo un contrato, debe ser igual al valor que se espera recibir del pago de las primas.

Es decir, la prima de riesgo es el costo esperado de los siniestros posibles:

$$P = E[S]$$

El cálculo de la prima de riesgo a través de funciones de distribución sigue el siguiente patrón:

Sea

$X$  = Monto de los siniestros, una variable aleatoria.

$F(x)$  La función de distribución de probabilidades.

Es decir, es la probabilidad de que el siniestro vaya a tener un monto menor o igual a  $X$  cantidad.

$f(x)$  La función de densidad de  $F(x)$ .

Es decir, es la probabilidad de que el siniestro vaya a tener un monto exactamente de  $X$  cantidad.

Es importante resaltar, de acuerdo a la Teoría de Probabilidades, que si  $x$  es una variable aleatoria y  $F(x)$  es diferenciable, entonces  $f(x)$  puede ser obtenida a través de  $F(x)$ <sup>41</sup> y viceversa.

Así

Como  $F(x)$  es la probabilidad de que el pago de los siniestros no exceda una cierta cantidad  $x$ .

Entonces,

$$P = \int_{-\infty}^{\infty} x f(x) dx = E(x) \quad \text{Caso Continuo}$$

$$P = \sum_{i=0}^{\infty} x_i f(x_i) = E(x) \quad \text{Caso Discreto}$$

### EJEMPLO

Este ejemplo es de los casos más simples. Se utilizará la cobertura de Daños Materiales y se hará uso de los siguientes supuestos:

<sup>41</sup> Mood, Alexander McFarlane. Introduction to the Theory of Statistics  
U.S.A., 1974, p. 61.

- Que ocurra un sólo siniestro durante la vigencia de la póliza.
- Que el monto del siniestro,  $S$ , sea una constante.

De manera que:

➤ Existe una función de densidad que nos indica la ocurrencia de un sólo evento durante un determinado período de tiempo: Función Indicadora  $I_{(0,1)}$ .

$$I_{(0,1)} = \begin{cases} q & \text{si } x = 1 \text{ (Si ocurrió el siniestro)} \\ 1 - q & \text{si } x = 0 \text{ (Si no ocurrió el siniestro)} \end{cases}$$

➤ Por el inciso anterior podemos decir, sea  $X = Is$

Esta variable aleatoria tiene la siguiente función de densidad conocida como Función de Densidad Bernoulli:

$$f(x) = \begin{cases} q & \text{si } x = s \\ 1 - q & \text{si } x = 0 \\ 0 & \text{E.O.C.} \end{cases}$$

con función de distribución

$$F(x) = \begin{cases} 1 & \text{si } x \geq s \\ 1 - q & \text{si } 0 \leq x < s \\ 0 & \text{si } x < 0 \end{cases}$$

Por lo tanto, la prima de riesgos es,

$$P = E[X] = \sum_{i=0}^k x_i f(x_i) = sq$$

Como la prima de riesgo por sí sola no considera posibles variaciones que puedan ser originadas por algunos siniestros, se utiliza la varianza del riesgo para abarcar algunas fluctuaciones alrededor de la prima esperada ( $E[X]$ ).

$$\begin{aligned} \text{Var}[X] &= E[(X - E[X])^2] \\ &= E[X^2] - (E[X])^2 \\ &= \sum_{i=0}^k x_i^2 f(x_i^2) = (sq)^2 \end{aligned}$$

$$= s^2 q - (sq)^2$$

$$= s^2 q(1-q).$$

Sin embargo, en la realidad difícilmente los montos de los siniestros tienden a ser iguales, especialmente para la cobertura de daños materiales. En México, daños materiales es una de las coberturas que por su naturaleza es de las de mayor frecuencia de siniestros y de montos completamente variables.

De aquí que  $s$  deba ser considerada también como una variable aleatoria ( $S$ ).

Así, por medio de la función de distribución condicional es posible determinar la distribución de  $X$  de la siguiente manera:

Como,  $X = IS$

=>

$$F(x) = P\{X \leq x\}$$

$$= P\{IS \leq x\}$$

$$= P\{IS \leq x \mid I=0\}P\{I=0\} + P\{IS \leq x \mid I=1\}P\{I=1\}$$

Se puede observar que para  $I=1$ ,  $F(x)$  es una distribución *mixta* pues consta de una función continua de 0 a  $S$  y un punto de masa en  $S$ , es decir en el máximo monto de los siniestros.

### 3.1 ALGUNOS METODOS

a Otro método para obtener los momentos Esperanza y Varianza es a partir de los siguientes teoremas.

Teorema 1:

Si  $(X, Y)$  es un vector bi-dimensional y  $E\{X \mid Y\}$  una función de  $Y$ ; entonces,

$$E\{g(X)\} = E\{E\{g(X) \mid Y\}\};$$

en particular,  $E\{X\} = E\{E\{X \mid Y\}\}$ .

Demostración (caso particular):

$$E\{X \mid Y\} = E\{X \mid Y=y\} \dots \text{por definición } E\{X \mid Y\} \text{ es función de } Y,$$

$$\text{sea } E\{X \mid Y\} = Z$$

Además, suponiendo que  $X$  e  $Y$  son variables aleatorias continuas, se tiene que:

$$E[X|Y] = \int_{-\infty}^{\infty} x f_{X|Y}(x|y) dx$$

=>

$$E\{E[X|Y]\} = E\{Z\}$$

$$= \int_{-\infty}^{\infty} Z f_Y(y) dy \quad \dots \text{porque } Z \text{ depende de } Y$$

$$= \int_{-\infty}^{\infty} E[X|Y] f_Y(y) dy$$

$$= \int_{-\infty}^{\infty} \left\{ \int_{-\infty}^{\infty} x f_{X|Y}(x|y) dx \right\} f_Y(y) dy$$

$$= \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} x f_{X|Y}(x|y) f_Y(y) dx dy$$

Como  $f_{X|Y}(x|y) = \frac{f_{Y,X}(y,x)}{f_Y(y)}$  si  $f_Y(y) > 0$

=>

$$f_{Y,X}(y,x) = f_{X|Y}(x|y) f_Y(y)$$

∴

$$= \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} x f_{Y,X}(y,x) dx dy$$

$$= \int_{-\infty}^{\infty} x \left\{ \int_{-\infty}^{\infty} f_{Y,X}(y,x) dy \right\} dx$$

$$= \int_{-\infty}^{\infty} x \{ f_Y(y) \} dy \dots \text{por ser su función de densidad marginal.}$$

$$= E[X]$$

Q.E.D.

**Teorema 2:**  $\text{Var}[X] = \text{Var}\{E[X|Y]\} + E\{\text{Var}[X|Y]\}$

**Demostración:**

$$E\{\text{Var}[X|Y]\} = E\{E[X^2|Y] - (E[X|Y])^2\} \quad \dots \text{por definición}$$

$$= E\{E[X^2|Y]\} - E\{(E[X|Y])^2\}$$

$$= E[X^2] - E\{(E[X|Y])^2\} \quad \dots \text{por el teorema anterior}$$

$$\begin{aligned}
&= E[X^2] - E\{(E[X|Y])^2\} + 0 \\
&= E[X^2] - E\{(E[X|Y])^2\} + (E[X])^2 - (E[X])^2 \\
&= E[X^2] - (E[X])^2 - E\{(E[X|Y])^2\} + (E[X])^2 \\
&= E[X^2] - (E[X])^2 - E\{(E[X|Y])^2\} + (E\{E[X|Y]\})^2 \quad \text{por el teorema anterior} \\
&= E[X^2] - (E[X])^2 - E\{(E[X|Y])^2\} - \{(E\{E[X|Y]\})^2\} \\
&= \text{Var}[X] - \text{Var}\{E[X|Y]\}
\end{aligned}$$

∴

$$\text{Var}[X] = E\{\text{Var}[X|Y]\} + \text{Var}\{E[X|Y]\}$$

Q.E.D.

Aplicando estas fórmulas al ejemplo anterior y sustituyendo a Y por 'I':

$$E[X] = E\{E[X|I]\}$$

$$\text{Var}[X] = E\{\text{Var}[X|I]\} + \text{Var}\{E[X|I]\}$$

Por la naturaleza de la Función Indicadora 'I', se tienen 2 casos:

i) Cuando I=0 entonces X=0

=>

$$E[X|I=0] = 0$$

$$\text{Var}[X|I=0] = 0$$

ii) Cuando I=1 entonces X=S

=>

$$E[X|I] = E[S|I]$$

$$\text{Var}[X|I] = \text{Var}[S|I]$$

=>

Sean

$$E[S|I] = \mu$$

$$\text{Var}[S|I] = \sigma^2$$

Así

$$E[X|I] = \mu I$$

$$\text{Var}[X|I] = \sigma^2 I$$

Sustituyendo

$$E[X] = E\{E[X|I]\} = E\{\mu I\} = \mu E[I] = \mu q$$

$$\text{Var}\{E[X|I]\} = \text{Var}\{\mu I\} = \mu^2 \text{Var}\{I\} = \mu^2 q(1-q)$$

$$E\{\text{Var}\{E[X|I]\}\} = E\{\sigma^2 I\} = \sigma^2 E[I] = \sigma^2 q$$

∴

$$E[X] = E\{E[X|I]\} = \mu q$$

$$\text{Var}[X] = E\{\text{Var}[X|I]\} + \text{Var}\{E[X|I]\} = \sigma^2 q + \mu^2 q(1 - q)$$

Una vez analizados los riesgos en forma individual, la Teoría del Riesgo Individual permite modelar el total de siniestros que componen la cartera de riesgos (negocios) de una aseguradora. El modelo se hace en base a la suma de los siniestros ocurridos, considerados como variables aleatorias independientes:  $S = X_1 + X_2 + \dots + X_N$

Existen varios métodos para determinar la distribución de la suma de variables aleatorias independientes, a continuación se muestran algunos de ellos:

b Proceso de Convolución Iterativa.

i. Caso para dos variables,  $X_1$  y  $X_2$ .

Sea  $S = X_1 + X_2$  con  $X_1, X_2$  variables aleatorias independientes e idénticamente distribuidas:

> Cuando  $X_1$  y  $X_2$  son continuas.

$$F_S(s) = F_{X_1+X_2}(s) = \int_{-\infty}^{\infty} F_{X_2}(s - x_1) f_{X_1}(x_1) dx_1 = \int_{-\infty}^{\infty} F_{X_1}(s - x_2) f_{X_2}(x_2) dx_2$$

Con Función de Densidad

$$f_S(s) = f_{X_1+X_2}(s) = \int_{-\infty}^{\infty} f_{X_2}(s - x_1) f_{X_1}(x_1) dx_1 = \int_{-\infty}^{\infty} f_{X_1}(s - x_2) f_{X_2}(x_2) dx_2$$

> Cuando  $X_1$  y  $X_2$  son discretas.

$$F_S(s) = F_{X_1+X_2}(s) = \sum_{\forall x_1 \leq x_2} F_{X_2}(s - x_1) f_{X_1}(x_1) = \sum_{\forall x_2 \leq x_1} F_{X_1}(s - x_2) f_{X_2}(x_2)$$

Con Función de Densidad

$$f_S(s) = f_{X_1+X_2}(s) = \sum_{\forall x_1 \leq x_2} f_{X_2}(s - x_1) f_{X_1}(x_1) = \sum_{\forall x_2 \leq x_1} f_{X_1}(s - x_2) f_{X_2}(x_2)$$

A la función  $F_S$  se le llama la Convolución ( $F_S = F_{X_2} * F_{X_1}$ ) de las funciones  $F_{X_1}$  y  $F_{X_2}$ .

∴

ii. Caso para  $n$  variables,  $X_1, \dots, X_n$ .

Sea  $S = X_1 + X_2 + \dots + X_n$  con  $X_1, \dots, X_n$  variables aleatorias independientes e idénticamente distribuidas,  $F_i$  función de distribución de  $X_i$  y  $F(k)$  función de distribución de  $X_1 + \dots + X_k$ .

=>

$$F(2) = F_2 * F(1) = F_2 * F_1$$

$$F(3) = F_3 * F(2)$$

$$F(4) = F_4 * F(3)$$

.

.

.

$$F_S = F(n) = F_n * F(n-1)$$

La desventaja de este método es que entre más iteraciones se generen, más complejas resultan ser las fórmulas obtenidas y por lo tanto poco prácticas. Este proceso en concepto es simple, pero aún para casos sencillos (p. ej. utilizando dos variables) los cálculos resultan laboriosos.

c Otro método para determinar la distribución de una suma de variables aleatorias independientes es utilizando la *Función Generadora de Momentos*, que nos dice:

Si  $X_1, \dots, X_n$  son variables aleatorias independientes y la Función Generadora de Momentos ( $M_{X_i}(t)$ ) de cada  $X_i$ , que es única, existe para toda

$$t \in (-h, h) \text{ con } h > 0.$$

=>

$$\text{Para } S = X_1 + X_2 + \dots + X_n$$

$$M_S(t) = E [ e^{ts} ]$$

$$= E [ e^{t(x_1 + x_2 + \dots + x_n)} ]$$

$$= E [ e^{t(x_1) + t(x_2) + \dots + t(x_n)} ]$$

$$= E [ e^{tx_1} * e^{tx_2} * \dots * e^{tx_n} ]$$

$$= E [ e^{tx_1} ] * [ e^{tx_2} ] * \dots * [ e^{tx_n} ]$$

∴

$$M_S(t) = M_{X_1}(t) M_{X_2}(t) \dots M_{X_n}(t)$$



Entonces, si podemos reconocer  $M_S(t)$  como la Función Generadora de Momentos correspondiente a una distribución particular, hemos encontrado la distribución de  $S = X_1 + X_2 + \dots + X_n$ .

d Otro método es utilizando el *Teorema de Límite Central*, el cual, sugiere una técnica que nos da la distribución aproximada del promedio de muestras de variables aleatorias ( $X_1, \dots, X_n$ ) independientes e idénticamente distribuidas con las siguientes características:

$$E[X_i] = \mu \text{ y } \text{Var}[X_i] = \sigma^2,$$

=>

$$\text{para } \bar{S} = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{n} \quad \dots \text{ (Promedio de una muestra)}$$

$$E[\bar{S}] = \mu \text{ y } \text{Var}[\bar{S}] = \sigma^2, \text{ i.e. } \bar{S} \sim N(\mu, \sigma^2)$$

∴

$$\text{para } S = \bar{S}_1 + \bar{S}_2 + \dots + \bar{S}_n$$

$$E[S] = n\mu \text{ y } \text{Var}[S] = n\sigma^2, \text{ i.e. } S \sim N(n\mu, n\sigma^2)$$

Así, a cada muestra de tamaño  $n$  se le aproxima con la variable aleatoria

$$Z = \frac{(S - \mu)}{\frac{\sigma}{\sqrt{n}}} \sim N(0,1)$$

Para el caso en que las variables aleatorias no son idénticamente distribuidas, situación que generalmente es así, se tiene lo siguiente:

$$\text{Para } S = X_1 + X_2 + \dots + X_n$$

=>

$$E[S] = \sum_{i=1}^n E[X_i]$$

$$\text{Var}[S] = \sum_{i=1}^n \text{Var}[X_i]$$

Posteriormente se busca aplicar una aproximación bajo la Distribución Normal.

### 3.2 VENTAJAS VS. DESVENTAJAS

#### Ventajas

El Modelo de Riesgo Individual es apropiado cuando se cuenta con grupos de riesgos no homogéneos, pues es posible su análisis en forma individual.

En general su administración es simple porque el método en sí es fácil de entender, lo cual permite que se consiga uno de los principales objetivos de toda empresa aseguradora, en relación a los programas de control de riesgos: El sistema debe ser fácil de comprensión pues de esta manera se motiva, inclusive, a la participación de los usuarios.

#### Desventajas

A pesar del intento de este método por obtener resultados más confiables que los obtenidos a través de las técnicas actuariales convencionales. Tiene una importante desventaja, la poca aplicación que ha tenido en la práctica derivado de los siguientes aspectos:

Por un lado, algunas de las técnicas son prácticas sólo si se cuenta con un número muy reducido de autos (p. ej. autos clásicos, de colección, turísticos, etc.), de lo contrario se generarían demasiadas iteraciones y las fórmulas obtenidas resultarían cada vez más complejas o demasiado laboriosas por la cantidad de cálculos generados.

Además, la Teoría del Riesgo Individual es esencialmente estática, ya que supone que la cartera de negocios (pólizas o riesgos asumidos) no va a cambiar durante el intervalo de tiempo en estudio. No considera el flujo de entradas y salidas de negocios a la cartera, situación que está fuera de la realidad ya que en la práctica las aseguradoras suscriben constantemente un gran número de riesgos nuevos, causando a las empresas la necesidad de actualizar su operación principalmente por el control de los siniestros de los riesgos que van ingresando.

Y en realidad el mundo del seguro es totalmente dinámico, siendo ésta su naturaleza, exige por sí misma la existencia de una Teoría de Riesgo que le

permita a una compañía de seguros hacer frente a los problemas reales que día con día se generan.

En el siguiente capítulo se expone como construir un modelo de riesgo dinámico que considera tales problemas.

## **CAPITULO IV**

### **MODELO DE RIESGO COLECTIVO**

#### IV. MODELO DE RIESGO COLECTIVO

La Teoría de Riesgo Colectivo creada por Filip Lundberg en 1909 y desarrollada por un pequeño grupo de actuarios escandinavos, se caracteriza por estudiar los riesgos de una compañía de seguros como un todo. Bajo una nueva perspectiva, en la dinámica del mundo del seguro, "Lundberg considera a una compañía de seguros como una *presa*, para usar un término estadístico más popular, dentro de la cual *fluye* una continua corriente de primas y fuera de ella una secuencia de siniestros pagados"<sup>42</sup>.

Así, el modelo de la teoría del riesgo colectivo que nos permite representar la *presa* del seguro, consta de los siguientes tres elementos:

- ✓ Monto de los siniestros reclamados.  
El problema radica en calcular la probabilidad de que si un siniestro ocurrió, el monto a pagar no exceda a una cierta cantidad  $x$ .
- ✓ Número de siniestros.  
Determinar la probabilidad de que ocurra un número  $n$  de siniestros durante el periodo  $[0, t]$
- ✓ Las primas que recibirá la empresa aseguradora durante un intervalo de tiempo  $[0, t]$ .  
La labor está en encontrar el precio justo de las primas a cobrar, de tal manera que le permita a la empresa estar en condiciones de pagar los siniestros asumidos:

Para comenzar es fundamental hacer un análisis de los riesgos (negocios) que se piensan asumir para poder describirlos a través de modelos matemáticos.

##### 1. CARACTERIZACION DEL RIESGO

Para efectos del procedimiento de análisis, se caracterizará al riesgo a través de sus propiedades:

- El pagador de primas, es a su vez
- Un generador de siniestros.

De aquí que, el riesgo se describa a través del siguiente par de funciones:

---

<sup>42</sup>Borch, *Op Cit.*, p. 268.

Riesgo =  $(P_t, S_t)$

donde

$P_t$  = Prima ganada en el intervalo de tiempo  $[0, t]$ .

$S_t$  = Monto total de los siniestros generados durante el mismo intervalo de tiempo  $[0, t]$ .

Ambos elementos, funciones aleatorias, son considerados Procesos Estocásticos<sup>43</sup>.

## 2. DESCRIPCION DEL RIESGO

Desde el punto de vista del siniestro ( $S_t$ ) es posible describir al riesgo si se conoce:

- La distribución del número de siniestros ( $P_N(t)$ ), y
- La distribución del monto de los siniestros ( $F_t(x)$ ).

Cada una de estas distribuciones se asocia a un riesgo específico, es decir,  
Riesgo =  $[P_N(t), F_t(x)]$

El procedimiento para analizar el riesgo colectivo caracterizado, como ya lo mencionamos, por considerar a la cartera como un todo, se formula matemáticamente bajo la siguiente expresión:

$$S_t = X_{1t} + \dots + X_{N_t}$$

donde

$S_t$  representa la totalidad de los siniestros de la cartera de riesgos generados a partir del tiempo  $t=0$ .

El modelo es un proceso aleatorio compuesto a partir de los elementos  $N$  y  $t$ , puesto que ellos conforman un fenómeno aleatorio:

$t$  denota el tiempo de ocurrencia,

$N_t$ , el número de siniestros producidos en la cartera de riesgos asegurados durante ese tiempo  $t$ .

<sup>43</sup> "Un proceso estocástico es una familia de variables aleatorias  $\{X_t, t \geq 0\}$ , donde el tiempo es la variable de indexación".

Vid., Büllmann, Hans. Mathematical Methods in Risk Theory.  
2ª. ed., Berlin; Heidelberg; New York, 1996. p. 37.

$X_{i_t}$  representa el monto del  $i$ -ésimo siniestro, ( $i=1, \dots, N$ ). Cada  $X_{i_t}$  es también una variable aleatoria.

Estas variables aleatorias pueden asumir los valores numéricos reales generados a partir de la ley de Probabilidades.

Entonces, como  $S_t$  es un proceso aleatorio compuesto, el problema del análisis da inicio al determinar las distribuciones correspondientes, tanto para el número de siniestros ( $\{N_t; t \geq 0\}$ ) como para el monto de los mismos ( $\{X_{i_t}; i=1, \dots, N, t \geq 0\}$ ) durante un periodo  $[0, t]$ .

Antes es importante mencionar los siguientes supuestos para realizar el análisis del riesgo a través de  $S_t$ :

- Los montos de los siniestros no dependen ni del número de siniestros ni del tiempo en que ocurrieron.
- El monto de los siniestros no influyen los unos con los otros, es decir, las variables  $X_{i_t}$  son mutuamente independientes.

#### Funciones de Distribución

Por la teoría de probabilidades sabemos que las funciones de distribución se clasifican en:

- Funciones de Distribución Continuas.
  - Funciones de Distribución que son derivables en cada punto.  
 $F'(x) = f(x)$ , llamada Función de Densidad
  - Funciones de Distribución que no son derivables en ningún punto.
- Funciones de Distribución Discretas.

“Básicamente todas las distribuciones del monto de siniestros son Funciones de Distribución Discretas, pues los siniestros se expresan como múltiplos de unidades monetarias; cuando se llegan a utilizar Funciones de Distribución Continuas (especialmente las Funciones de Densidad), para describir las distribuciones del monto de los siniestros, se debe tener en mente que son *representaciones idealizadas*”<sup>44</sup>.

---

<sup>44</sup> Büllmann, *Op Cit.*, p.9.

De aquí que si se seleccionará una distribución continua para modelar el monto de los siniestros, la aproximación para modelar la distribución de S por medio de una distribución discreta resultaría más satisfactoria.

Las funciones teóricas de distribución que pueden ser usadas para describir el número y monto de los siniestros se muestran a continuación. Una vez obtenidas estas distribuciones se modela el comportamiento del monto de los siniestros ocurridos (S).

a Funciones de Distribución Continuas aplicables al Monto de Siniestros.

Las características más notables correspondientes a las distribuciones del monto de los siniestros son las siguientes:

- No ocurren siniestros con montos negativos.
- No existe un alta desviación entre los siniestros.
- Los siniestros tienden a agruparse alrededor del monto promedio.

Las funciones de distribución más comunes son Log-Normal y Pareto.

> Distribución Log-Normal (Distribución Normal Logarítmica)

(Parámetros  $\mu$  y  $\sigma$ ,  $-\infty < \mu < \infty$ ,  $0 < \sigma < \infty$ )

Función de Densidad

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_x} e^{-\frac{(\log_x - \mu)^2}{2\sigma^2}} \quad \text{para } 0 \leq x < \infty,$$

La Distribución Log-Normal es una transformación logarítmica de la distribución Normal. Es la función que mejor se ajusta al principal rango del monto de los siniestros pero para los montos grandes tiende a bajar muy rápido.

> Distribución Normal.

(Parámetros  $\mu$  y  $\sigma$ ,  $-\infty < \mu < \infty$ ,  $0 < \sigma < \infty$ )

Función de Densidad

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_x} e^{-\frac{(x - \mu)^2}{2\sigma^2}} \quad \text{para } -\infty < x < \infty,$$



Es llamada Distribución Normal Estandarizada cuando  $\mu = 0$  y  $\sigma = 1$ .

La Curva Normal, no es conveniente para modelar la distribución del monto de los siniestros excepto para casos muy especiales. Toca un papel muy importante en la aproximación de la curva cuando la cartera de riesgos es considerablemente grande.

➤ Distribución de Pareto.

(Parámetros  $\alpha$  y  $c$ ,  $0 < \alpha < \infty$ ,  $0 < c < \infty$ )

Función de Densidad

$$f(x) = \alpha c^\alpha x^{-(1+\alpha)} \quad \text{para } c \leq x < \infty$$

Para los montos grandes, visualizados en los extremos de la distribución, esta función es la que mejor se ajusta, sin embargo, para el rango total del monto de los siniestros no proporciona un ajuste satisfactorio.

La distribución de Pareto converge a cero muy despacio a partir de sus extremos. De aquí que, sea usada para modelar la distribución del monto de los siniestros, si se quiere enfatizar en el valor de dichos extremos.

En el estudio de los seguros de Responsabilidad Civil Automóviles se suele recurrir a esta curva de Pareto para modelar la distribución del monto de los siniestros, pues es apta para representar las frecuencias a partir de un determinado valor de  $x$ . Se ajusta más a la línea que se refiere a la siniestralidad menor (por los montos grandes), dando como resultado a una asíntota con respecto al eje de las ordenadas<sup>45</sup>.

➤ Distribución Gamma (Distribución -  $\Gamma$ )

(Parámetros  $\gamma$  y  $c$ ,  $0 < \gamma < \infty$ ,  $0 < c < \infty$ )

Función de Densidad

$$f(x) = \frac{c^\gamma}{\Gamma(\gamma)} x^{\gamma-1} e^{-cx} \quad \text{para } 0 < x < \infty$$

La forma de la curva de la frecuencia depende básicamente de que el parámetro sea:

- $\gamma > 1 \Rightarrow$  la curva es parecida a la Log-Normal.
- $\gamma < 1 \Rightarrow$  la curva tiende al origen.

<sup>45</sup>Louigi, Molinaro. Op. Cit., p.29.

-  $\gamma = 1 \Rightarrow$  la curva es parecida a una Distribución Exponencial.

La Distribución Gamma tiene buena flexibilidad en el rango principal del tamaño de los siniestros pero al igual que la distribución Log-Normal en los extremos pierde la simulación del comportamiento de los siniestros.

➤ Distribución Beta.

(Parámetros  $\alpha$ ,  $\beta$  y  $\delta$ ,  $0 < \alpha < \infty$ ,  $0 < \beta < \infty$ ,  $0 < \delta < \infty$ )

Función de Densidad

$$f(x) = \frac{1}{B(\alpha, \beta)} \left(\frac{x}{\delta}\right)^{\alpha-1} \left(1 - \frac{x}{\delta}\right)^{\beta-1} \quad \text{para } 0 < x < \delta$$

donde

$$B(\alpha, \beta) = \frac{\Gamma(\alpha) \Gamma(\beta)}{\Gamma(\alpha + \beta)}$$

La Distribución -  $\Gamma$  puede ser obtenida de la Distribución Beta al tomar el limite de  $\delta = \frac{\beta}{c}$  cuando  $\beta \rightarrow \infty$ .

Cuando  $\alpha, \beta < 1$ , la curva de la función de densidad es cóncava hacia abajo. En este caso nos ayudaría a describir el grado del daño de las distribuciones, considerando que el grado del daño es la proporción del monto del siniestro en comparación con el valor del objeto asegurado.

Si  $\alpha = \beta = 1$ , la distribución es uniforme.

➤ Distribución Cauchy.

(Parámetros  $\mu$  y  $\theta$ ,  $-\infty < \mu < \infty$ ,  $0 < \theta < \infty$ )

Función de Densidad

$$f(x) = \frac{\theta}{\pi \left[ \theta^2 + (x - \mu)^2 \right]} \quad \text{para } -\infty < x < \infty \quad (\text{Bilateral})$$

$$f(x) = \frac{2\theta}{\pi \left[ \theta^2 + (x - \mu)^2 \right]} \quad \text{para } -\infty < x < \infty \quad (\text{Unilateral})$$

La Distribución Cauchy es similar a la Curva Normal, pero en los extremos converge a cero mucho más despacio.

Las siguientes funciones de Distribución Discretas son comúnmente aplicadas a las distribuciones que representan el número de los siniestros.

b Funciones de Distribución Discreta aplicables al Número de Siniestros.

➤ Distribución Binomial.

(n es un entero positivo,  $0 < p < 1$ )

Probabilidad:

$$P_k^{46} = \binom{n}{k} p^k (1-p)^{n-k} \quad \text{para } K = 0, 1, \dots, n$$

La distribución binomial nos da la probabilidad de que ocurran k eventos de n pruebas independientes e idénticamente distribuidas.

Caso especial: Si  $n = 1$  entonces se refiere a una Distribución Bernoulli.

➤ Distribución de Poisson.

(parámetro  $\lambda$ ,  $0 < \lambda < \infty$ )

Probabilidad:

$$P_k = e^{-\lambda} \frac{\lambda^k}{k!} \quad \text{para } K = 0, 1, 2, 3, \dots$$

La Distribución Poisson surge de la Distribución Binomial ( $np = \lambda$ ,  $n \rightarrow \infty$ ).

Esta distribución nos da la probabilidad de que en un determinado periodo de tiempo (por ejemplo, un año) un riesgo sea afectado por k siniestros.

El esquema de Poisson nos proporciona una evaluación acerca del número máximo de siniestros que afectarían a un mismo riesgo a partir de una determinada frecuencia.

---

<sup>46</sup> $P_k$  representa la probabilidad de que una variable aleatoria asuma el valor k.

Su Función de Distribución es:

$$F(x) = \sum_{k \leq x} P_k \quad (k \text{ e Enteros}).$$

"Hace referencia a las distribuciones de *eventos raros*"<sup>47</sup>, al indicarnos aquel riesgo que ha sido afectado por más siniestros de los normales en un determinado periodo de tiempo.

➤ Distribución Binomial Negativa.

( $0 < \alpha < \infty$ ,  $0 \leq p \leq 1$ )

Probabilidad:

$$P_k = \left( \frac{\alpha + k - 1}{k} \right) p^\alpha (1 - p)^k \quad \text{Para } k = 0, 1, 2, \dots$$

Cuando  $\alpha = 1$  entonces se tiene la Distribución Geométrica.

La Distribución Binomial Negativa es muy utilizada en las matemáticas actuariales como se detallará posteriormente.

➤ Distribución Logarítmica.

(Parámetro  $p$ ,  $0 < p < 1$ )

Probabilidad:

$$P_k = \frac{1}{|\log(1-p)|} \frac{p^k}{k} \quad \text{Para } k = 1, 2, 3, \dots$$

La Distribución Logarítmica puede ser obtenida de la Distribución Binomial Negativa si se considera la distribución condicional, dado que  $K=0$  y  $\alpha \rightarrow 0$ .

Estas son las diez funciones de distribución más utilizadas en el Seguro de Daños.

Ajustar las distribuciones que modelan el monto o el número de los siniestros en un determinado periodo de tiempo, a través de distribuciones teóricas, es correcto.<sup>48</sup> Pues éstas simulaciones se realizaron por medio de investigaciones estadísticas con información tomada de la práctica del ámbito del seguro.

Por ejemplo, la Función de Distribución Poisson que normalmente se utiliza para modelar el comportamiento del número de siniestros en el seguro de Responsabilidad Civil Automóviles. En 1963, Bichsel en conjunto con el equipo que realizó la Tarifa Suiza de Responsabilidad Civil Automóviles, encontraron

<sup>47</sup> Bullmann, *Op. Cit.*, p. 10.

<sup>48</sup> Bullmann, *Op Cit.*, p. 4.

que el número de siniestros ( $N_t$ ) del riesgo (con parámetro  $\lambda$ ) de responsabilidad civil, se comporta como una Distribución Poisson. Así, el parámetro  $\lambda$  es pensado como el número esperado de accidentes por año, es decir, la frecuencia del número de siniestros.

Hasta este momento hemos visto de manera separada las distribuciones correspondientes al número y monto de los siniestros. Ahora vamos a considerar la combinación de estas distribuciones para poder obtener el costo total de los siniestros ( $S_t$ ). En términos estadísticos a este proceso se le llama composición.

### c. Función de Distribución del Comportamiento de los Siniestros

Como encontrar a  $S_t$  es determinar la Función de Distribución que nos de la probabilidad de que si los siniestros ocurren durante un determinado periodo de tiempo  $t$ , el monto de los siniestros no sea mayor a una cierta cantidad "x", implica que la función que describa a  $S_t$  es una *Función de Distribución Condicional*.

∴

Sea  $G_{S_t}(x)$  la Función de Distribución de  $S_t$ :

=>

$$G_{S_t}(x) = P[S_t \leq x] = \sum_{n_t=0}^{\infty} P_{N_t}(t) F(x | N_t = n_t)$$

donde

$$P_{N_t}(t) = P[N_t = n_t]$$

i.e.

La probabilidad de que ocurran  $n$  siniestros en el intervalo de tiempo  $[0, t]$ .

y

$$F(S_t \leq x | N_t = n_t) = P[X_{1t} + X_{2t} + \dots + X_{n_t} \leq x]$$

i.e.

La probabilidad de que si los  $N$  siniestros ocurren no vayan a exceder la cantidad  $x$ .

Existen varios métodos para aproximar esta distribución compuesta, a continuación se muestran los más destacados:

### a Método de Convoluciones

El Método de las Convoluciones ( $F_N * (x)$ ), visto en el capítulo anterior, se puede utilizar también para determinar la función  $G_t$ .

Sea

$$F(x | N_t = n_t) = F_N * (x)$$

=>

$$G_t(x) = P[S_t \leq x] = \sum_{n=0}^{\infty} P_N(t) F_N * (x)$$

El método de convoluciones se puede definir a partir de la enumeración de todas las posibles combinaciones de exactamente  $n$  siniestros, los cuales generan un costo total ( $S_t$ ) en base a sus respectivas probabilidades. Este método es aplicable tanto para distribuciones idénticas como para distribuciones diferentes.

b Otra forma de obtener una función de distribución es a partir de Funciones Auxiliares, las cuales se caracterizan por su unicidad<sup>49</sup>.

Las Funciones Auxiliares se pueden obtener a través de:

i. Función Generadora de Momentos.

$$M(t) = E[e^{tX}] = \int_{-\infty}^{\infty} e^{tX} d F_X(x) \quad t \in \text{Números Reales}$$

ii. Función Característica.

$$\varphi(u) = E[e^{iuX}] = \int_{-\infty}^{\infty} e^{iuX} d F_X(x) \quad u \in \text{Números Reales}$$

$i = \sqrt{-1}$  (unidad imaginaria)

Una vez obtenida la función de distribución de  $G_{S_t}$ , se procede al cálculo del valor de la prima.

---

<sup>49</sup>Büllmann, *Op. Cit.*, p.20.

En lo subsecuente, por simplicidad se tomará  $t=1$ . Es decir, la prima a calcular será para un año, no obstante el procedimiento es exactamente igual para cualquier otro valor de  $t$ , menor a un año. Se escribirá  $S$  y  $P$  (prima) en vez de  $S_1$  y  $P_1$ .

### 3. CALCULO DE LA PRIMA DE RIESGO

El cálculo de la prima está basado en el supuesto de que los siniestros pueden ser compensados por ciertos pagos fijos llamados *Primas de Riesgo*.

Por el Principio de Equivalencia la Prima de Riesgo se calcula de la siguiente manera:

$$P = \mathcal{P}[G_S(x)] \quad \dots \text{Principio de Equivalencia.}$$

donde

$\mathcal{P}$  es una función que asigna un número  $P$  (prima) a cada Función de Distribución  $G_S$ .

Los siguientes principios normalmente son utilizados para calcular la prima:

#### 3.1 PRINCIPIO DEL VALOR ESPERADO

$$P = \mathcal{P}[G_S(x)] = \int x dG_S(x) = E[S]$$

Este principio casi siempre es usado en el Seguro de Vida. En el Seguro de Daños es poco utilizada, la principal razón es la heterogeneidad de los riesgos en una colectividad que no permite el *cálculo promedio*.

#### 3.2 PRINCIPIO DE LA DESVIACION STANDARD

$$P = \mathcal{P}[G_S(x)] = E[S] + \sigma[S]$$

donde

$$\sigma[S] = \sqrt{\int \int (x - E(S))^2 dG_S(x)}$$

Este principio se utiliza con más frecuencia para determinar la prima en el Seguro de Daños. Es lineal con respecto al cambio proporcional que el monto de los siniestros ha presentado en el transcurso del tiempo.

### 3.3 PRINCIPIO DE LA VARIANZA

$$P = \mathcal{G}[Q_S(x)] = E[S] + \sigma^2[S]$$

Este principio no es tan popular como el principio de la Desviación Standard pero tiene consideraciones teóricas a su favor. La propiedad de linealidad para el caso de un cambio proporcional en la distribución de los siniestros se pierde aquí, pero se considera la linealidad con respecto a la adición de los riesgos independientes a la colectividad.

Se recomienda utilizar el Principio de Varianza porque tiene la particularidad de que si se aplica el Principio de Equivalencia a la prima de riesgo colectiva, resulta ser iterativo. Por otro lado, el principio del Valor Esperado está contenido en el principio de Varianza.

Así, calcular la prima es la labor de determinar el Valor Esperado ( $E[S]$ ) y la Varianza ( $\sigma^2[S]$ ) de la distribución de los siniestros acumulados  $S$  de los riesgos en la colectividad.

Entonces, si caracterizamos a un riesgo de la colectividad a través de la siguiente ecuación:

$$G^{(g)}(x) = \sum_{N=0}^{\infty} P_N^{(g)}(t) F^{(g)}(x | N_t = n_t)$$

Podemos decir que el Valor Esperado y la Varianza de la prima del riesgo colectivo pueden ser obtenidos, también, de los elementos  $\mu(\partial)$  y  $\sigma^2(\partial)$  del riesgo con parámetro  $\partial$ .

donde

$$\mu(\partial) = \int x \, dG^{(g)}(x)$$

$$\sigma^2(\partial) = \int (x - \mu(\partial))^2 \, dG^{(g)}(x)$$

->

$$\mu = E[S] = E[\mu(\partial)]$$

$$\sigma^2 = \text{Var}[S] = E[\sigma^2(\partial)] + \text{Var}[\mu(\partial)]$$

i.e.



$$\mu = E[S] = E[E(\partial)]$$

$$\sigma^2 = \text{Var}[S] = E[\text{Var}(\partial)] + \text{Var}[E(\partial)]$$

➤ De lo anterior, retomando el teorema 1 y 2 vistos en el capítulo anterior y conservando el supuesto de que las variables aleatorias  $X_1, \dots, X_N$  son independientes e idénticamente distribuidas, se puede mostrar lo siguiente:

$$\begin{aligned} E[S] &= E[E(S|N)] \\ &= E[NE(X)] \\ &= E[N]E[X] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Var}[S] &= E[\text{Var}(S|N)] + \text{Var}[E(S|N)] \\ &= E[N\text{Var}(X)] + \text{Var}[NE(X)] \\ &= E[N]\text{Var}[X] + E[X]^2 \text{Var}[N] \end{aligned}$$

Estos resultados nos dicen:

✓ Evidentemente el valor esperado de los siniestros es el producto del monto esperado de los siniestros por el número esperado de los mismos.

✓ La varianza de los siniestros es la suma de dos componentes donde el primero es atribuido a la variabilidad del monto de los siniestros y el segundo a la variabilidad del número de siniestros.

➤ También, a partir de la Función Generadora de Momentos (F.G.M.) es posible determinar la esperanza de la distribución de S y su varianza:

Sean

$$M_X(t) = E(c)^{tX} \quad \text{la F.G.M. del monto de siniestros } X.$$

$$M_N(t) = E(c)^{tN} \quad \text{la F.G.M. del número de siniestros } N.$$

$$M_S(t) = E(c)^{tS} \quad \text{la F.G.M. del total de los siniestros } S.$$

➔

$$\begin{aligned} M_S(t) &= E(c)^{tS} \\ &= E[E[c|N]]^{tS} \\ &= E\left[E\left[e^{t(X_1 + X_2 + \dots + X_N)}\right]\right] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= E \left[ E \left[ e^{tX_1 + tX_2 + \dots + tX_N} \right] \right] \\
&= E \left[ E \left[ e^{tX_1} e^{tX_2} \dots e^{tX_N} \right] \right] \\
&= E \left[ M_{X_1}(t) M_{X_2}(t) \dots M_{X_N}(t) \right] \\
&= E \left[ M_{X_1 + X_2 + \dots + X_N}(t) \right] \\
&= E \left[ M_X(t) \right]^N \\
&= E \left[ e^{\text{Ln}(M_X(t)) \cdot N} \right]
\end{aligned}$$

$$M_S(t) = M_N[\text{Ln}(M_X(t))]$$

Para  $t=0$ :

$$M_S(0) = M_N[\text{Ln}M_X(0)] = M_N[\text{Ln} 1] = M_N[0] = 1$$

$\rightarrow$

$$E[S] = M'_S(0)$$

$$\begin{aligned}
&= M'_N[\text{Ln}M_X(0)] \left( \frac{M'_X(0)}{M_X(0)} \right) \\
&= M'_N[0] \left( \frac{M'_X(0)}{M_X(0)} \right)
\end{aligned}$$

$$\therefore E[S] = M'_N[0] M'_X[0] = E[N] E[S] \quad \square$$

Por otro lado,

$$\begin{aligned}
E[S^2] &= M''_S(0) \\
&= M''_N[\text{Ln}M_X(0)] \left( \frac{M'_X(0)}{M_X(0)} \right) \\
&= M''_N[0] \left( \frac{M'_X(0)^2}{M_X(0)} \right) + M'_N[\text{Ln}M_X(0)] \left( \frac{M_X(0) M''_X(0) - M'_X(0)^2}{M_X(0)^2} \right) \\
&= M''_N[0] M'_X(0)^2 + M'_N[0] (M''_X(0) - M'_X(0)^2)
\end{aligned}$$

$$= E \left[ N^2 \right] E [X]^2 + E [N] \text{Var} [X]$$

->

$$\text{Var} [S] = E \left[ S^2 \right] - E [S]^2$$

$$= E [N] \text{Var} [X] + E \left[ N^2 \right] E [X]^2 - E [N]^2 E [X]^2$$

$$\therefore \text{Var} [S] = E [N] \text{Var} [X] + \text{Var} [N] E [X]^2 \quad \square$$

Sin embargo, algunas veces la función generadora de momentos no existe, o sus expresiones resultan ser poco manejables. Notablemente el método de los principios de la Esperanza y Varianza muestran ventaja sobre las funciones generatrices. No obstante, el conocimiento de las distribuciones correspondientes al número y monto de los siniestros es esencial para ambos casos.

#### 4. MODELOS TRADICIONALES

En la práctica las dos distribuciones que más comúnmente se utilizan para simular el número de siniestros de una colectividad de riesgos son la función de distribución Poisson y la función de distribución Binomial Negativa. Esto es por los resultados que producen, ya que permiten que su manejo resulte ser más sencillo.

##### 4.1 FUNCIÓN DE DISTRIBUCION POISSON

Se requieren tres condiciones para suponer que el número de siniestros es una variable Poisson:

- Los siniestros ocurren de manera independiente.
- En un instante sólo puede ocurrir un único siniestro.
- La probabilidad de un siniestro en algún sub-periodo (p. ej. un mes) es proporcional a la longitud del periodo.

Para que las dos primeras condiciones sean razonablemente ciertas es necesario considerar a los múltiples siniestros originados por la ocurrencia de un evento, como un solo siniestro.

Por otro lado, para aquellos casos en donde los eventos suelen ser dependientes, la función Poisson los tratará como eventos independientes.

La tercera condición es razonable siempre y cuando exista una estabilidad en el comportamiento del entorno en el que se desenvuelve el riesgo. En general si la cartera de riesgos es lo más homogénea posible, entonces la distribución de Poisson va a poder dar resultados satisfactorios.

Poisson

$$P[N = n] = e^{-\lambda} \frac{\lambda^n}{n!} \quad \text{para } n = 0, 1, 2, 3, \dots \text{ y } 0 < \lambda < \infty$$

Esperanza de la función

$$E[N] = \lambda$$

Varianza de la función

$$\text{Var}[N] = \lambda$$

Se recomienda utilizar esta distribución cuando la varianza ( $\text{Var}[N]$ ) es menor o igual a su media ( $E[N]$ )

Si una distribución Poisson es seleccionada para modelar el número de siniestros ( $N$ ) entonces la distribución de los siniestros ( $S$ ) es llamada *Distribución Poisson Compuesta*, con el mismo parámetro  $\lambda$  de  $N$ .

Aplicando las fórmulas anteriores y, suponiendo que la  $E[X] = q_1$  y  $E[X^2] = q_2$

Se tiene que,

$$E[S] = E[X]E[N] = q_1 \lambda$$

$$\text{Var}[S] = E[N]\text{Var}[X] + \text{Var}[N]E[X]^2 = \lambda (q_2 - q_1^2) + \lambda q_1^2 = \lambda q_2$$

$$M_S(t) = M_N[\text{Ln}M_X(t)] = \exp\left(\lambda (e^{\text{Ln}M_X(t)} - 1)\right) = \exp[\lambda (\text{Ln}M_X(t) - 1)]$$

- Ventajas que tiene la distribución Poisson:

- ✓ Como sólo tiene un parámetro que debe ser estimado para caracterizar completamente la función de distribución, la distribución del número de siniestros puede ser proyectada de manera sencilla y rápida.
- ✓ Es aditiva.

- Propiedades de la distribución Poisson:

Las propiedades de la distribución Poisson se mencionan a través de los siguientes teoremas.

**Teorema 3.**

Si  $S_1, \dots, S_m$  son variables aleatorias mutuamente independientes,  $S_i$  ( $S_i = X_{1i} + \dots + X_{N_i}$ ) tiene distribución Poisson Compuesta con parámetro  $\lambda_i$  y  $F_i(x)$  es la función de distribución del monto de los siniestros,  $i=1, \dots, m$ ,

entonces,

$S = S_1 + \dots + S_m$  también tiene una distribución Poisson Compuesta con

$$\lambda = \sum_{i=1}^m \lambda_i$$

y

$$F_S(x) = \sum_{i=1}^m \frac{\lambda_i}{\lambda} F_i(x)$$

Este resultado tiene consecuencias importantes para la construcción del modelo:

- ✓ En caso de que se tuvieran  $m$  carteras mutuamente independientes y los siniestros ( $S$ ) de cada cartera tuvieran distribución Poisson Compuesta, entonces la suma de todos los siniestros al combinar las  $m$  carteras va a tener también una distribución Poisson Compuesta.
- ✓ Si se considera una sola cartera durante un periodo de  $m$  años y suponiendo que los siniestros ( $S$ ) de cada año son independientes y tienen distribución Poisson Compuesta, entonces la suma de los siniestros ( $S$ ) de los  $m$  años se distribuirá también como una Poisson Compuesta.

**Teorema 4:**

Si  $S$  se puede escribir como  $S = X_1 N_1 + \dots + X_m N_m$  y tiene una distribución Poisson Compuesta con parámetro  $\lambda$  y además la función de distribución correspondiente al monto de los siniestros es discreta, entonces

- ✓  $N_1, \dots, N_m$  son mutuamente independientes
- ✓  $N_i$  tiene una distribución Poisson con parámetros

$$\lambda = \sum_{i=1}^m \lambda_i \quad i = 1, \dots, m.$$

Este teorema y la expresión  $S = X_1 N_1 + \dots + X_m N_m$  proveen un método alternativo para definir la distribución de  $S$  en términos del monto de los siniestros  $X_1, \dots, X_m$  y los parámetros  $\lambda_1, \dots, \lambda_m$  de las distribuciones

Poisson asociadas a ellos. Es otras palabras, cada  $X_i$  tiene una distribución Poisson de  $N_i$  con parámetro  $\lambda_i$ .

En base a esta nueva definición de la distribución de  $S$ , de la independencia de las  $N_i$ 's y de que  $E[N_i] = \text{Var}[N_i] = \lambda_i$ , se tiene lo siguiente:

$$E[S] = E\left[\sum_{i=1}^m X_i N_i\right] = \sum_{i=1}^m X_i \lambda_i$$

$$\text{Var}[S] = \text{Var}\left[\sum_{i=1}^m X_i N_i\right] = \sum_{i=1}^m X_i^2 \lambda_i$$

Así, el modelo Poisson es el más adecuado cuando existe independencia entre los siniestros<sup>50</sup>.

En caso de que se presente dependencia entre los siniestros, *contagio*, se debe recurrir a la distribución Binomial.

#### 4.2 FUNCION DE DISTRIBUCION BINOMIAL

> Cuando el contagio resulta ser positivo, es decir, cuando un siniestro influye en la ocurrencia de otro u otros, entonces, la distribución del número de siniestros se puede aproximar con la distribución Binomial Negativa<sup>51</sup>. Y si además la varianza del número de siniestros ( $\text{Var}[N]$ ) es mayor a la media de los mismos ( $E[N]$ ) entonces, la distribución Binomial Negativa es la mejor opción:

$$P[N = n] = \binom{\alpha + n - 1}{n} p^\alpha (1 - p)^n \quad \text{Para } n = 0, 1, 2, \dots, \\ 0 < \alpha < \infty, 0 \leq p \leq 1$$

Si una distribución Binomial Negativa es seleccionada para modelar el número de siniestros ( $N$ ) entonces la distribución de los siniestros ( $S$ ) es llamada *Distribución Binomial Negativa Compuesta*.

Así,

$$E[N] = \frac{r(1-p)}{p}$$

<sup>50</sup>Ibidem, p. 52.

<sup>51</sup>Ibidem, p. 53.

$$\text{Var}[N] = \frac{r(1-p)}{p^2}$$

$$M_N(t) = \left( \frac{p}{1 - [(1-p)e^{-rt}]} \right)$$

-> Suponiendo que la  $E[X] = q_1$  y  $E[X^2] = q_2$

$$E[S] = E[X]E[N] = q \frac{r(1-p)}{p}$$

$$\begin{aligned} \text{Var}[S] &= E[N]\text{Var}[X] + \text{Var}[N]E[X]^2 = \frac{r(1-p)}{p} q_1^2 + (q_2 - q_1^2) \frac{r(1-p)}{p} \\ &= \frac{r(1-p)}{p} \left[ q_2 - \frac{(1-p)}{p} q_1^2 \right] \end{aligned}$$

$$M_S(t) = M_N[\text{Ln}M_X(t)] = \left( \frac{p}{\text{Ln}M_X(t)} \right)^r = \left( 1 - [(1-p)M_X(t)] \right)^r$$

> Si el contagio es negativo, es decir, cuando la influencia de cada siniestro disminuye la intensidad del siniestro y además la varianza ( $\text{Var}[N]$ ) es menor a la media ( $E[N]$ ) del número de siniestros entonces, se debe utilizar la distribución Binomial generalizada<sup>52</sup>.

#### Propiedades:

- La función de distribución Binomial Negativa también tiene la propiedad aditiva. La suma de  $n$  variables Binomiales Negativas independientes, cada una con parámetros  $p$  y  $\alpha$ , es también una variable Binomial Negativa con parámetros  $p$  y  $n\alpha$ .
- La aproximación realizada a través de la distribución Poisson o la distribución Binomial Negativa es mejor cuando la esperanza del número de siniestros ( $E[N]$ ) es grande. Esto es, cuando  $\lambda$  es grande para el caso de la distribución Poisson Compuesta o,  $\gamma$  es grande para el caso de la distribución Binomial Negativa.

#### 4.3 APROXIMACION NORMAL

Recordemos que si aproximamos la distribución de los siniestros ( $S$ ) a través de la distribución Normal resulta óptima si se considera una masa de siniestros considerablemente grande. De aquí que la aproximación de  $S$  mediante la

<sup>52</sup> *Ibidem*, p. 54.

distribución Poisson Compuesta o la distribución Binomial Negativa Compuesta sea más exacta cuando el número esperado de siniestros es grande.

Entonces, considerando a  $S$  como una distribución Poisson Compuesta o distribución Binomial Negativa Compuesta, la variable estandarizada,

$$Z = \frac{S - E[S]}{\sqrt{\text{Var}[S]}}$$

tende a una distribución Normal Estándar  $N(0,1)$ , situación que se interpreta como una versión del teorema del Límite Central.

Aplicando lo anterior a  $S = X_1 + \dots + X_N$ ,  $S \sim N(n\mu, n\sigma^2)$ . El siguiente teorema muestra como se puede realizar dicha aproximación mediante las distribuciones (Poisson y Binomial Negativa) correspondientes al número de siniestros  $N$ .

**Teorema 5:**

➤ Si  $S$  tiene una distribución Poisson Compuesta con parámetro  $\lambda$  y  $F(x)$  es la función de distribución del monto de los siniestros, entonces,

$$Z = \frac{S - E[S]}{\sqrt{\text{Var}[S]}} = \frac{S - \lambda F_1(x)}{\sqrt{\lambda F_2(x)}} \longrightarrow N(0,1)$$

$\lambda \rightarrow \infty$

➤ Si  $S$  tiene una distribución Binomial Negativa con parámetros  $\gamma, \rho$  y  $F(x)$  es la función de distribución del monto de los siniestros, entonces,

$$Z = \frac{S - E[S]}{\sqrt{\text{Var}[S]}} = \frac{S - \gamma \left(\frac{\rho}{\rho}\right) F_1(x)}{\sqrt{\gamma \left(\frac{\rho}{\rho}\right) F_2(x) + \gamma \left(\frac{\rho^2}{\rho^2}\right) F_1(x)}} \longrightarrow N(0,1)$$

$\gamma \rightarrow \infty$

Sin embargo, la distribución Normal es simétrica es decir insesgada y por lo tanto su tercer momento central es 0. No obstante en la realidad, generalmente la distribución de  $S$  es sesgada.

Es decir, en la realidad llegan a ocurrir siniestros cuyos montos pueden ser considerablemente grandes en proporción al monto promedio. Dicha situación ocasiona que exista dispersión de los siniestros a partir de su media.

Lo anterior explica porque la distribución no podría ser simétrica, de aquí que sea incorrecto considerar una función de distribución simétrica.



Por lo tanto es necesario considerar el *skewness* de la distribución. Es decir, el límite en el cual la distribución no es simétrica a partir de su media y el cual esta influenciado por aquellos grandes siniestros.

Se mide el *skewness* a partir del coeficiente de dispersión (*skew*): Tercer momento central de la distribución dividida por el cubo de su desviación estándar,

$$\text{Skew}(x) = \gamma = \frac{\mu^3}{\sqrt[3]{2\mu^2}}$$

El *skewness* de la suma de  $n$  variables aleatorias independientes e idénticamente distribuidas depende del comportamiento que tenga el tercer momento central sobre la suma de dichas variables, donde,

$$\mu^3(\sum x) = n \mu^3(x)$$

Por lo tanto,

$$\text{Skew}(\sum x) = \frac{\text{Skew}(x)}{\sqrt{n}}$$

es decir

El *skew* de la suma de  $n$  variables aleatorias independientes e idénticamente distribuidas es inversamente proporcional a la raíz cuadrada del número de variables en la suma.<sup>53</sup>

Esto significa a medida que se incrementa el tamaño de la cartera los siniestros con montos por arriba del promedio tienen relativamente menor impacto sobre el resultado total de la siniestralidad, de esta manera el resultado de la cartera se mejora.

Por lo que se requiere de un aproximación a la distribución de los siniestros (S) que considere el sesgo, una distribución que nos da lo anterior es la función Gamma, con tercer momento central positivo.

<sup>53</sup> Esta variación se cumple siempre y cuando las variables se comporten de manera similar y no estén estrechamente correlacionadas.

## 4.4 APROXIMACION GAMMA

Esta aproximación consiste en trasladar la distribución Gamma de tal manera que los tres primeros momentos centrales coincidan. Entonces sea  $H(X; \alpha, \beta, X_0)$  la función de traslación de la distribución Gamma, tal que

$$H(X; \alpha, \beta, X_0) = G(X - X_0; \alpha, \beta)$$

Como los momentos centrales de estas dos funciones son iguales es posible igualarlos con los momentos centrales de la distribución original de los siniestros, a través de los parámetros  $\alpha, \beta, X_0$ :

$$E[S] = X_0 + \alpha$$

$$\text{Var}[S] = \frac{\alpha}{\beta^2}$$

$$E[(S - E[S])^3] = \frac{2\alpha}{\beta^3}$$

$$\beta = \frac{2 \text{Var}[S]}{E[(S - E[S])^3]}$$

$$\alpha = \frac{4 (\text{Var}[S])^3}{E[(S - E[S])^3]^2}$$

$$X_0 = E[S] - \frac{2 \text{Var}[S]^2}{E[(S - E[S])^3]}$$

Y si

$$\alpha \longrightarrow \infty$$

$$\beta \longrightarrow \infty$$

$$X_0 \longrightarrow \infty$$

=>

$$E[S] = X_0 + \alpha = \mu$$

$$\text{Var}[S] = \frac{\alpha}{\beta^2} = \sigma^2$$

i.e.,

$$H(X; \alpha, \beta, X_0) \longrightarrow N(\mu, \sigma^2)$$

Esta aproximación es una generalización de la Aproximación Normal.

#### 4.5 APROXIMACION DE PANJER

Si lo que se busca es evaluar exactamente la distribución compuesta S, entonces la recursión de Panjer es considerablemente más eficiente que la aproximación Normal, principalmente por lo que se refiere al tiempo que se necesita para realizar los procesos de cálculo y los requerimientos de memoria en los equipos de cómputo.

Panjer ha mostrado que para las distribuciones Poisson Compuesta y Binomial Negativa Compuesta, las probabilidades pueden ser calculadas usando el siguiente algoritmo recursivo.

$$g(c) = \sum_{x=1}^n \left( a + \frac{bx}{c} \right) f(x) g(c-x)$$

donde

$g(c)$  es la probabilidad de que el costo total de los siniestros sea C.

$f(x)$  es la probabilidad (resultando óptimo si se aproxima por una distribución discreta) de que el costo de un siniestro sea x.

a, b son constantes que dependen de la distribución del número (frecuencia) de siniestros.

En las distribuciones donde se aplica la Recursión de Panjer, la relación recursiva se encuentra en la distribución del número de siniestros.

$$t(n) = \left( a + \frac{b}{n} \right) t(n-1)$$

donde

$t(n)$  es la probabilidad de que vayan a ser exactamente n siniestros.

a, b son los factores de recursión.

	<u>Valores de a y b</u>	
Distribución	a	b
Poisson	0	q
Binomial Negativa	1-p	(k-1)(1-p)

La recursión comienza por

$$g(0) = t(0)$$

Si el número esperado de siniestros es considerablemente grande se pueden generar problemas en los procesos de cálculo. Originando un error "underflow" en el cálculo  $t(0)$ , el cual probablemente tenga un resultado de cero.

Esta situación podrá ser detectada desde el primer paso del algoritmo,  $t(0)$ , y conforme se vaya avanzando, un chequeo se debe realizar para impedir un "overflow".

Cuando se llega a este punto, los valores de  $g$  calculados a la fecha, pueden ser recalculados sin pérdida de precisión para subsecuentes valores de  $g$ . En casos extremos es factible repetir 2 o más pasos si es necesario.

La recursión de Panjer es exacta, principalmente cuando las distribuciones que lo componen se ajustan lo más posible a las distribuciones empíricas. Para limitar el volumen de cálculos es recomendable usar una distribución discreta para el monto de los siniestros con valores redondeados para igualar y ampliar el tamaño de los intervalos.

**ESTA TESIS NO SALE  
DE LA BIBLIOTECA**

## CAPITULO V

### METODO PRACTICO PARA DETERMINAR UNA TARIFA

## V. METODO PRACTICO PARA DETERMINAR UNA TARIFA

En este capítulo se propone un método a seguir para poder determinar una tarifa de primas a partir de una estructura sencilla que permite realizar un análisis práctico en el seguro de automóviles.

El análisis que este método aplica a la cartera de riesgos toma en cuenta simultáneamente los factores de riesgo y el análisis estadístico del número y monto de siniestros que, en conjunto con los gastos que se originan de la operación se determina la prima de tarifa.

Se desarrolla un "Sistema de puntos" similar a ciertos sistemas de tarificación que algunas aseguradoras del Reino Unido actualmente están utilizando. Este "Sistema de puntos" permite comparar diferentes tipos de hipótesis o supuestos utilizados en la determinación de la tarifa de primas y, permite saber si la cartera esta resultando productiva.

El procedimiento que a continuación se propone es aplicable en una situación donde el mercado es competitivo. En adición al análisis, se consideran también una serie de precauciones para la información que todas las aseguradoras requieren.

### METODO PROPUESTO

1. Análisis de la información.
  - Estructurar la información.
  - Analizar los antecedentes generales de la información para saber por qué y sobre que bases se debe proyectar.
2. Determinación de la prima de tarifa.
3. Sistema de Puntos.
  - 3.1 Qué es un sistema de puntos
  - 3.2 Porqué usar un sistema de puntos
    - Ventajas
    - Desventajas
  - 3.3 Método de cálculo Jhonson and Hey.
    - Comparación de los diferentes supuestos utilizados en las bases de las primas.
    - Aspectos de mercado.
4. Análisis de la utilidad.

## 1. ANALISIS DE LA INFORMACION

### ➤ Definir la Estructura de la Información.

La primer cuestión a considerar es determinar cómo se va a hacer la revisión de la tarifa. Por ejemplo, existen compañías que sólo incrementan su tarifa sobre un porcentaje fijo, otras aplican de la misma manera un incremento en la tarifa pero sólo para ciertas secciones de la cartera.

Pero, si la decisión es realizar un análisis con la información clasificada por factores de riesgo o suscripción entonces se deberán utilizar los modelos estadísticos. Esto, permitirá:

- i. El juicio actuarial se amplie para bases de datos pequeñas lo cual implica que los portafolios de las aseguradoras pequeñas pueden y deben ser analizados.
- ii. Cuando la información es analizada con suficiente detalle entonces los efectos de los cambios del portafolio se reducen y los juicios sobre tales efectos se pueden tomar con confianza.
- iii. El establecimiento de una estructura estadística simple puede proveer un marco normativo para ser usado como base para supervisar los resultados actuales.
- iv. El análisis revela que el proceso de tarificación de primas envuelve diferentes supuestos. Cambios en algunos de ellos pueden afectar significativamente la tarificación de primas, por ejemplo una variación matemática en los modelos empleados.

Entonces, los efectos sólo pueden ser evaluados si la información es lo suficientemente detallada y la estructura lo suficientemente definida.

### ➤ Antecedentes Generales.

Para determinar qué antecedentes de la información se van a necesitar, es importante haber definido los niveles de prima a utilizar para poder visualizar, de una manera más clara, el tiempo necesario que se deberá considerar en el análisis de la siniestralidad para el cálculo de la tarifa. Esto se puede explicar mejor a través del siguiente ejemplo.

Supóngase que se tienen tres meses para hacer una tarifa la cual va a estar vigente durante un año a partir del primero de septiembre del 2001. Si se emite una póliza con vigencia del 31 de julio de 2001 al 2002, existe la posibilidad de que en ese periodo ocurra un siniestro, supóngase que a la mitad de ese periodo efectivamente un siniestro ocurre, si éste afectará la cobertura de daños materiales o robo total la determinación del monto de indemnización no se llevaría mucho tiempo tal vez tres meses. Esto implica que si la proyección de los siniestros, cuando se realizó la tarifa, se hizo a un año este entonces se estimo con aproximada precisión el monto de la indemnización. Pero si afectarán las coberturas de gastos médicos o de responsabilidad civil, la determinación de la indemnización del siniestro tal vez no sería de manera inmediata, pues en ocasiones se requieren varios años para la conclusión de la misma. Y es que si en un año puede haber cambios drásticos en el aspecto económico o legislativo de un país, pues en dos, tres o más años, es seguro que va a haber cambios, entonces la proyección que se hizo a un año va a estar muy por debajo del costo real de dichos siniestros lo cual estaría ocasionando insuficiencia en primas.

Entonces para estas dos últimas coberturas se requiere analizar el tiempo que se llevó o se requeriría para dar por terminada la indemnización de los siniestros tomados a la fecha en que la nueva tarifa se calculó y sobre ese tiempo base, proyectar.

La determinación de este tiempo necesita de algunos aspectos subjetivos tales como:

- i. Cambios en las condiciones sociales y legislativas.
- ii. Cualquier método que se utilice para proyectar el monto de siniestros y los gastos generados debe revisar el comportamiento de la inflación pasada y futura.
- iii. Las condiciones futuras del entorno económico. Por ejemplo, los cambios en el precio del petróleo.

El principal objetivo del análisis es proyectar los siniestros pasados para el periodo en cuestión.

## 2. DETERMINACION DE LA PRIMA DE TARIFA

Una vez obtenida la prima de riesgo a través de cualquiera de los métodos del modelo del riesgo colectivo, expuestos en el cuarto capítulo. Se aplica el índice



de inflación de acuerdo al tipo de riesgo y/o factor de tarificación. Posteriormente se calcula la prima de tarifa.

El cálculo de la prima de tarifa  $P_t$ , dependerá de cómo se piensen incluir los gastos. Se proponen las siguientes dos formas para incluirlos:

$$a) \quad P_t = \frac{\Pi}{1 - \alpha}$$

donde

$$\alpha = \frac{\text{Gastos Totales}}{\text{Resultados Totales de las Primas}} \quad \dots \text{ (porcentaje fijo de primas)}$$

ó

$$b) \quad P_t = \Pi + \frac{cc + f + \frac{nb + L}{t} + r + ed}{1 - w} (1 + j)^{1/8}$$

donde

cc = gastos generados por los siniestros

f = frecuencia de los siniestros

nb = gastos generados por los nuevos negocios

L = gastos generados durante el tiempo devengado

t = periodo de estudio

r = gastos generados por las renovaciones

ed = gastos generados por los endosos

w = comisión más otros gastos relacionados a la prima

j = porcentaje de inflación aplicado a los gastos erogados.

Los gastos totales esperados van a ser los mismos en cada método, sólo se esta alterando el desglose de gastos.

Es decir,

✓ Del inciso a) se consideran todos los gasto como fijos. El valor total de los gastos es obtenido de los estados de cuenta y expresados como porcentaje de los resultados de las primas.

La comisión y otros gastos relacionados a la prima son agregado a dicho porcentaje.

"En la práctica el valor debe estar entre 25% y 45% dependiendo del tipo de Cia".<sup>54</sup>

✓ De inciso b) se dividen los gastos, los cuales son fijos y expresados como un porcentaje de primas. Son totales separados tales como los gastos derogados de los montos de siniestros, gastos por los nuevos negocios, gastos por endosos y otros gastos

Ambos métodos van a dar el mismo gasto total si el portafolio es similar en ese periodo base. Sin embargo, si el portafolio cambia o hay cambios en el portafolio, el segundo método daría resultados más variables.

#### Cálculo de la Tarifa de Primas.

Una vez definida la base de datos, obtenida la prima de riesgo, definidos los porcentajes de gastos de administración y adquisición, definidos y aplicados los indicadores inflacionarios a utilizar y haber determinado la fórmula para calcular la prima de tarifa. Se ejecuta el cálculo de primas.

La forma tradicional de presentar una tarifa es a través de un libro, donde cada combinación de factores de riesgo fueron definidos, con sus respectivas primas.<sup>55</sup>

A principios de los setentas una compañía de seguros en el Reino Unido introdujo un Sistema de Puntos, actualmente varias aseguradoras utilizan un sistema similar.

En lo siguiente se expone la derivación de la prima a través de una Tabla de Puntos.

- Primero se define la Tabla de Puntos.
- Se analiza las ventajas y desventajas de este sistema.
- Se desarrolla un algoritmo para derivar una Tabla de Puntos.
- Se interpretan los resultados

<sup>54</sup> De Vylder, F. et al. Premium Calculation In Insurance Company.  
(Motor Premium Rating, pp. 399-448)  
Netherlands, 1994, p. 414.

<sup>55</sup> *Ibidem*, p. 416.

### 3. SISTEMA DE PUNTOS

#### 3.1 ¿QUE ES UN SISTEMA DE PUNTOS?

Es simplemente un procedimiento para conseguir puntos de acuerdo a cada uno de los factores de riesgo. Posteriormente se utiliza una tabla de conversión de puntos para determinar la primera tarifa.

La tabla de conversión es una lista de puntos con un valor monetario asociado.

#### 3.2 VENTAJAS Y DESVENTAJAS

➤ Las ventajas de un sistema de puntos son principalmente su fácil y práctico manejo:

- ✓ Es más barato que producir una tarifa simplificada
- ✓ Es fácil revisar los proporciones o medidas de los puntos
- ✓ El cálculo es relativamente confiable y claro.
- ✓ El método es fácil de entender.

➤ Pero también existen algunas desventajas de tal sistema:

- ✓ Puede verse, por externos al área técnica, como un sistema demasiado simplificado.
- ✓ Afinar con exactitud la estructura de la tarifa es difícilmente posible por el comportamiento del mercado.
- ✓ Como el sistema de puntos es fácil de interpretar, cualquier ajuste a los puntos de acuerdo a los cambios de los factores de riesgo, son interpretados como errores que se tuvieron y se están corrigiendo.
- ✓ La estructura de la prima resultante no es tan estricta, porque el análisis utilizado es un poco simplificado.

#### 3.3 METODO DE CALCULO JHONSON AND HEY

El objetivo es convertir la prima de tarifa en un sistema de puntos, lo cual se consigue comparando los puntos estimados a través del modelo, con la prima de tarifa. Es decir,

$$\left( P_t - \hat{P} \right)$$

Por cada combinación de factores de riesgo, donde

$\hat{P}$  = Prima Estimada por el método del sistema de puntos

$P_t$  = Prima de tarifa

Con estos elementos se procede de la siguiente manera:

Sea

$$\hat{P} = P_{ijkl} = (1.0325)^{\theta} \quad (1)$$

donde,

$P_{ijkl}$  = prima asociada a un determinado factor de riesgo.

donde

$i, j, k, l$  son los niveles de los factores de riesgo utilizados.

Por ejemplo, supóngase que del análisis estadístico de los siniestros resultaron los siguientes factores de riesgo.

$i$  = tipo de cobertura (C),

$j$  = rango de la edad del asegurado (PH),

$k$  = rango de antigüedad del auto (CA),

$l$  = tipo auto (VG).

Entonces, a  $\theta$  se le define como:

$$\theta = \hat{C}_i + \hat{PH}_j + \hat{CA}_k + \hat{VG}_l + \ln + e_{ijkl} \quad (2)$$

$\hat{C}_i, \hat{PH}_j, \hat{CA}_k, \hat{VG}_l$ , etc. son los puntos estimados para la tabla.

$\ln$  = Todas las correlaciones entre los términos involucrados.

$e_{ijkl}$  es un margen de error.

1.0325 es una base algorítmica arbitraria.

entonces,

Aplicando el logaritmo con base 1.0325, a la ecuación (1) se tiene,

$$\log(P_{ijkl} = 1.0325)^{\theta}$$

=>

$$\theta = \log_{1.0325}(P_{ijkl})$$

Se establece dicha relación a través de una ponderación por mínimos cuadrados.

$$\min \sum W_{ijkl} \left( \log P_{ijkl} - \hat{\theta} \right)^2$$

donde

$\hat{\theta}$  = Denota el estimador de mínimos cuadrados.

$W_{ijkl}$  = es una clase de ponderación

Ahora, se requiere saber si es posible eliminar alguna de los términos que conforman la ecuación 2, particularmente la correlación entre dichos términos. Entonces, se deberán estimar los valores para los factores retenidos.

El método de Jhonsson and Hey (1971) puede ser usado para llegar al sistema de puntos a partir de la ecuación (2). Para averiguar si alguna de las condiciones puede ser descartada, el Modelo General Lineal es muy útil. Para condiciones y supuestos simples, los métodos Ponderación Ortogonal por Mínimos cuadrados (OWLS)<sup>36</sup>, el modelo de Johnson and Hey y el Modelo Lineal General proporcionan resultados similares.

Esta aproximación en la práctica tiene una gran ventaja, no requiere de matrices, por lo tanto es posible analizar un número grande de factores de riesgo sin que la capacidad del equipo de cómputo sea un problema que restrinja al método.

Algoritmo para determinar la Tabla de Puntos.

- (a) Seleccionar el área de interés. Por ejemplo una opción puede ser las pólizas para autos particulares vigentes.
- (b) Se debe aplicar un análisis de varianza estándar, usando  $\log W_{ijkl} = \log(\text{Seguro para Autos Particulares})_{ijkl}$ .
- (c) Los factores  $C_i, PH_j, CA_k, VG_l$  son seleccionados después de determinar su correlación a través del análisis de varianza.

<sup>36</sup> El método OWLS depende sobre el hecho de que se pueda factorizar las ponderaciones en la ecuación 1. Es decir,  
 $W_{ijkl} \propto C_i PH_j CA_k VG_l$

(d)  $W_{ijk1}$  es reemplazado por el producto de los estimadores de  $\hat{C}$ ,  $\hat{PH}$ ,  $\hat{CA}$ ,  $\hat{VG}$  (del inciso anterior, c)

Es decir,

Encontramos  $\hat{c}_{ijk1}$ , a través de la expresión:

$$\min \sum_{ijk1} C_i PH_j CA_k VG_l (\log P_t - \theta)^2$$

(e) El análisis ponderado de la varianza sobre  $\log P_t$  es, entonces, revisado para asegurarnos de que no haya correlaciones significantes.

(f) Una vez que se confirma que no surgieron correlaciones significantes las estimaciones obtenidas en el primer resultado serán los puntos que irán en la tabla.

(g) Los valores estimados para las primas, calculados a través de este modelo, son comparados con las primas de tarifa para evaluar la productividad generada.

Es importante notar que este análisis no nos permite realizar algún informe o estado de cuenta sobre la utilidad obtenida por el modelo, ya que, no se tiene disponible de manera independiente la estimación de la varianza residual. En términos generales lo que el análisis muestra es que, relativamente, los principales resultados son más importantes que la correlación de los factores involucrados.

Para examinar la productividad generada por la nueva estructura de la prima existen tres formas:

- ✓ Las primas estimadas pueden ser comparadas con las primas de tarifa para cada uno de los factores de riesgo.
- ✓ El resultado total esperado de las primas, tomando en cuenta los negocios establecidos a partir de las primas estimadas, pueden ser comparado con el total de las primas de tarifa.
- ✓ El resultado de las primas estimadas pueden también ser comparadas con la estructura de la prima presente.

Después de realizar las respectivas comparaciones se puede determinar que factores necesitarán tablas separadas.

Problemas que normalmente se presentan:

Algunos problemas suelen surgir al aplicar el método en la práctica, tales como:

- ✓ ¿Cuáles deben ser las áreas de interés apropiadas?
- ✓ ¿Qué pasa si posteriormente se cambian los supuestos, por ejemplo, los gastos o el impacto de la inflación sobre los montos de siniestros?
- ✓ ¿Qué pasa si se detectan correlaciones entre los principales resultados desde el primer paso?

➤ Comparación de los diferentes tipos de supuestos utilizados

Como ya se mencionó, una de las grandes ventajas de este método es que es relativamente fácil, principalmente en lo referente a la realización de los cálculos. Entonces si hay cambios en los supuestos, se deberá repetir el total de los cálculos sin que se presenten grandes dificultades.

La revisión se efectúa al realizar comparaciones entre los diferentes supuestos a partir de los factores elegidos. Posterior a ello y en base a los resultados de las comparaciones, estos pueden sugerir, sin olvidar que se deben considerar y no violar los fundamentos teóricos, si la estructura de la tarifa se cambia o no.

Cabe mencionar, que a pesar de lo que señalen los resultados es muy probable optar por una estructura sencilla a causa de las consideraciones de mercado.

Si es posible tomar información de otras compañías y efectuar el mismo análisis con ella, se puede comparar la estructura de la tarifa con la propia.

➤ Aspectos de Mercado

Al llegar a este punto ya es posible discutir la prima final de tarifa.

Factores que se deben considerar:

- ✓ Qué está haciendo el mercado.
- ✓ La posición con la competencia es la que va a permitir si todas las recomendaciones o algunas de ellas van a ser implementadas.

Por ejemplo:

La recomendación actuarial puede indicar un incremento en la tarifa para los automóviles último modelo, sin embargo, normalmente es improbable que se acepte por el efecto en el mercado.

- ✓ Si se van a realizar cambios se debe pensar en la reacción del mercado.
- ✓ Alguna campaña propuesta en el mercado.

Por ejemplo, introducir nuevos factores tales como medios de prevención u ofrecer descuentos, etc.

Por supuesto los constantes cambios tecnológicos y de mercado de los bienes involucrados en este tipo de seguros se deben considerar en el proceso que lleva a tomar la última decisión de tarifa.

#### 4. ANALISIS DE LA UTILIDAD GENERADA

Como las tarifas de primas son simplemente la predicción de los siniestros y la estimación de los gastos en función de la experiencia siniestral. Para un control exacto del análisis de la utilidad o excedente, regularmente se debe medir dónde la predicción falla y en los efectos sobre la productividad del negocio.

Cuando los resultados actuales de la propia experiencia difieren tanto de lo obtenido en la proyección de ellos mismos, normalmente se debe a que los supuestos considerados en la proyección no fueron completamente acorde a la experiencia actual. De aquí que se necesite de un método con el que se pueda analizar estas diferencias a partir de los aspectos que las componen. Posteriormente podrán ser añadidas a las diferencias entre los resultados proyectados y los actuales.

Este problema es similar a un análisis de excedente, y la información obtenida será útil para afinar los supuestos utilizados en el modelo.

Las compañías normalmente usan modelos simples donde sólo involucran primas y márgenes de pérdida, los modelos más complejos involucran supuestos sobre la exposición, prima promedio, monto de siniestro promedio, frecuencia de siniestros y gastos.

Este modelo considera ciertos supuestos sobre los siguientes factores en función a un periodo y grupo de riesgo.

N = Número de vehículos al final del periodo a considerar.

PP = Prima promedio



FP = Frecuencia de siniestros promedio

SP = Monto promedio de siniestros

GV = Porcentaje de gastos variables (está variable puede incluir la comisión).

GF = Gastos Fijos.

PD = Prima devengada

UE = Unidad expuesta

PDP = Prima devengada promedio

Entonces, el resultado de la utilidad, considerando el año de suscripción, nos lo da la siguiente expresión:

$U = \text{Prima Devengada} - \text{Siniestros} - \text{Gastos}$

Así, la Utilidad Proyectada por el modelo es:

$U = UE * PDP - UE * FP * SP - N * GV * PP - GF$

Los siguientes factores, son derivados de los resultados actuales.

$U' = UE' * PDP' - UE' * FP' * SP' - N' * GV' * PP' - GF'$

Las diferencias entre la experiencia actual y lo proyectado son el resultado de las diferencias en la exposición, frecuencias de siniestros, nivel de gastos, inflación, etc.

Un método de estimación de las contribuciones numéricas para cada uno de dichos factores, es el siguiente:

#### Exposición

$\{(UE' - UE) * (PND - FP * SP)\} - \{(N' - N) * GV * PP\}$

#### Prima Promedio

$\{UE' * (PND' - PND)\} - \{SB * GV * (PP' - PP)\}$

#### Frecuencia de Siniestros

$-(UE' * (FP' - FP) * SP)$

#### Inflación sobre Siniestros

$-(UE' * FP * (SP' - SP))$

#### Monto de Siniestros

$-(UE' * FP' * (SP' - SP))$

Gastos

$$-(GF'-GF + (N^*GV^*PP') - (N^*GV^*PP'))$$

SP°: es el costo promedio proyectado, usando el último indicador inflacionario, correspondiente al monto de siniestros o también se puede utilizar el Índice General<sup>57</sup>.

El efecto de la frecuencia, monto de siniestros e inflación sobre siniestros, pueden ser expresados en diferentes formas:

	<u>Original</u>	<u>Alternativa</u>
Frecuencia de Siniestros	-(UE' * (FP'-FP)*SP)	-(UE' * (FP'-FP)*SP)
Monto de Siniestros	-(UE'*FP*(SP' - SP°))	-(UE' * FP * (SP' - SP°))
Inflación sobre Siniestros	-(UE'*FP*(SP° - SP'))	-(UE' * FP * (SP° - SP'))

El modelo original es preferible y utilizado en el análisis porque el efecto de la frecuencia de siniestros es independiente del monto de los siniestros actuales. Como parte del monto actual de ellos se basa en la estimación total de los resultados sufriendo cambios al transcurrir el tiempo de observación, cualquier ajuste a estas estimaciones afectará solamente la parte del monto de siniestros.

---

<sup>57</sup> *Ibidem*, p. 433.

## CONCLUSION

La técnica actuarial en el seguro de automóviles, conjunto de principios empleados para realizar los objetivos del seguro, es la herramienta que permite discernir, analizar y cuantificar de una manera justa y equitativa el riesgo que implica la propiedad de un vehículo motor.

El presente trabajo expone a la técnica actuarial como el procedimiento para construir un modelo de riesgo, una vez establecido el modelo se sintetizan todos los elementos en el último capítulo para determinar una tarifa de primas y quede así más claro al lector.

Los modelos que esta tesis propone no son nuevos, se pretende rescatarlos y mostrarlos como una alternativa a la técnica convencional existente para determinar un sistema de tarificación de primas en el seguro de automóviles más sólido. Cimentados sobre la naturaleza aleatoria del riesgo, sobre los principios y fundamentos actuariales para modelar el comportamiento de esta rama del seguro, explicando el uso de la probabilidad y estadística matemática, permiten conocer la gravedad real del riesgo que implica el automóvil.

La inclusión del concepto económico es fundamental desde que el valor de la moneda es totalmente volátil en nuestro país. Así como los aspectos tecnológicos, sociales, políticos y legislativos, otros factores que también atañen al riesgo y que deben ser incluidos.

Es así como el modelo de riesgo colectivo, expuesto en el cuarto capítulo, se propone como la opción más viable para la cuantificación del seguro de automóviles, no solo porque considera las condiciones cambiantes que afectan al riesgo, los diversos factores de riesgo, la posibilidad de tarificar por colectividad de riesgos, sino porque nos permite identificar los factores de mayor incidencia en la siniestralidad, los que nos van a indicar el nivel de primas, y por lo tanto realizar una selección objetiva de cada riesgo.

La parte medular y compleja de dicho modelo es la determinación del comportamiento de los siniestros, particularmente en lo que al monto de éstos se refiere pues su comportamiento en ocasiones no siguen una distribución conocida. En tales casos las distribuciones Normal, Gamma; Exponencial, Pareto, Beta; Cauchy, etc. no van a ser de mucha utilidad pues son casos que requerirán de un análisis más complejo, tema que esta fuera del alcance de este trabajo. No obstante para quienes se interesen en dicho tópico existe bibliografía especial para la aproximación o simulación de este tipo de

## CONCLUSION

La técnica actuarial en el seguro de automóviles, conjunto de principios empleados para realizar los objetivos del seguro, es la herramienta que permite discernir, analizar y cuantificar de una manera justa y equitativa el riesgo que implica la propiedad de un vehículo motor.

El presente trabajo expone a la técnica actuarial como el procedimiento para construir un modelo de riesgo, una vez establecido el modelo se sintetizan todos los elementos en el último capítulo para determinar una tarifa de primas y quede así más claro al lector.

Los modelos que esta tesis propone no son nuevos, se pretende rescatarlos y mostrarlos como una alternativa a la técnica convencional existente para determinar un sistema de tarificación de primas en el seguro de automóviles más sólido. Cimentados sobre la naturaleza aleatoria del riesgo, sobre los principios y fundamentos actuariales para modelar el comportamiento de esta rama del seguro, explicando el uso de la probabilidad y estadística matemática, permiten conocer la gravedad real del riesgo que implica el automóvil.

La inclusión del concepto económico es fundamental desde que el valor de la moneda es totalmente volátil en nuestro país. Así como los aspectos tecnológicos, sociales, políticos y legislativos, otros factores que también atañen al riesgo y que deben ser incluidos.

Es así como el modelo de riesgo colectivo, expuesto en el cuarto capítulo, se propone como la opción más viable para la cuantificación del seguro de automóviles, no solo porque considera las condiciones cambiantes que afectan al riesgo, los diversos factores de riesgo, la posibilidad de tarificar por colectividad de riesgos, sino porque nos permite identificar los factores de mayor incidencia en la siniestralidad, los que nos van a indicar el nivel de primas, y por lo tanto realizar una selección objetiva de cada riesgo.

La parte medular y compleja de dicho modelo es la determinación del comportamiento de los siniestros, particularmente en lo que al monto de éstos se refiere pues su comportamiento en ocasiones no siguen una distribución conocida. En tales casos las distribuciones Normal, Gamma; Exponencial, Pareto, Beta; Cauchy, etc. no van a ser de mucha utilidad pues son casos que requerirán de un análisis más complejo, tema que esta fuera del alcance de este trabajo. No obstante para quienes se interesen en dicho tópico existe bibliografía especial para la aproximación o simulación de este tipo de

distribuciones. Ver Klugman S.A. (1994), Dickmann (1984), Schäffer (1984), Pentikäinen/Rantala (1982), Ziai, Y. (1979), Dawid, A.P. (1980), Albrecht, P. (1982), Baxter L.A./Coutts S.M./Ross G.A.F. (1980), entre otros.

De los modelos propuestos, aplicables en cualquier otra rama del seguro de daños y en cualquier otra parte del mundo, se basan en el análisis detallado de la información que permite detectar los factores de riesgo, la frecuencia y monto de los siniestros, aspectos básicos para establecer las bases de las primas y las bases de revisión periódica a la tarifa.

El análisis frecuente de las tarifas vigentes resulta necesario no sólo por el voluble entorno económico y social sino porque a diferencia del seguro de vida, la vigencia de la póliza al ser de corta duración impide generar reservas que ayuden a solventar los gastos imprevistos.

El análisis de la información como cimiento de la estructura de una tarifa implica que el tamaño de las bases de datos sean de gran importancia. No obstante, desde un punto de vista actuarial los portafolios de las pequeñas compañías de seguros pueden y deben ser analizadas a partir de procedimientos adecuados.

Que se quede atrás la idea de que la opinión u análisis actuarial que altera la tarifa, en el seguro de automóviles, resulta irrelevante cuando se compara con los aspectos de mercado. Si bien, es cierto que una tarifa "actuarial" puede diferir considerablemente de la tarifa del mercado, funge como parámetro para la toma de decisiones desde que les permitirá conocer el límite a partir del cual se van a generar pérdidas potenciales.

Que se deje de considerar el análisis actuarial profundo y detallado como un ejercicio meramente teórico. Un análisis detallado puede revelar oportunidades inesperadas de mercado con la presente estructura tarifaria.

Que las empresas inviertan más en este tipo de análisis actuariales para poder realizar una estructura de tarificación que les permita generar suficiencia en primas a partir de la creación de "primas justas" y no sólo generar primas que el asegurado este dispuesto a pagar.

Que las empresas retomen los principios del seguro para no ver sólo como un negocio el seguro de automóviles, y en general todos los ramos del seguro. Que no olviden que este se dirige a una población donde el entorno social y económico es frágil, a una población que ya está creando más conciencia sobre el seguro tal vez por que la exposición al riesgo lo amerite. De aquí que valga el esfuerzo de las aseguradoras para que actúen como un "sastre" y determine un

costo de seguro al riesgo que realmente implica llevándolo a una prima justa tanto para el asegurado como para la aseguradora. Para determinar la prima "justa", la técnica actuarial que involucra modelos matemáticos es el medio para lograrlo.

Un procedimiento que requerirá, *tiempo*, para elaborar estadísticas más completas, si es necesario desde modificar las solicitudes del seguro pues son las fuentes de información. *Análisis*, minucioso de la información que permitan la detección de los diversos factores que influyen en el riesgo. Y por lo tanto, *inversión*, en la creación de áreas específicas de análisis y desarrollo para que sea posible efectuar constantes revisiones a la tarifa en vigor y no sólo cuando el mercado anuncie un cambio. Que el actuario marque la diferencia entre los objetivos operacionales de la empresa, como lo es la posición en el mercado, y los objetivos de seguridad que garanticen la solvencia del empresa como lo es entre otros la determinación de una tarifa adecuada. Juntos son quienes dictan las estrategias operacionales.

Que sirva, pues, la presente para entender los objetivos, la importancia y la aplicabilidad de la técnica actuarial, y buscar llevarlo al terreno asegurador que tanto la necesita. Basta ver cómo a causa de resultados con insuficiencia en primas, desde 1995 hasta la fecha un número importante de aseguradoras o se ha vendido a empresas extranjeras o se ha fusionado con otras donde finalmente el mayor porcentaje de participación está en el extranjero. Actualmente de 58 aseguradoras en el mercado menos del sesenta por ciento cuentan con capital nacional. Compañías extranjeras donde la aplicación actuarial se hace con convicción, algunas de ellas utilizan modelos actuariales de esta índole. Es posible que sus resultados todavía no nos indiquen alguna diferencia importante ya que todas ellas son relativamente nuevas.

Si bien la teoría que se expone es interesante y compleja, los modelos que hacen uso de ésta, y que se han mostrado, son algunos de varios que existen.

Que este trabajo sirva de base para la búsqueda o desarrollo de otros modelos, o la especialización en alguno de estos temas.

## BIBLIOGRAFIA

1. Dorfman Mark S. Introduction to Insurance. 3<sup>ed.</sup>, New Jersey, U.S.A. Ed. Prentice-Hall, Inc. 1987.
2. Hart, D.G. et al. The Actuarial Practice of General Insurance. 5<sup>ed.</sup>, Sidney, Australia, Ed. Institute of Actuaries of Australia, 1994.
3. Minzoni Consorti Antonio. Crónica de Doscientos Años del Seguro en México. Ed. C.N.S.F., México, 1998.
4. Molinaro, Louigi. Lecciones de Técnica Actuarial de los Seguros contra los Daños. México, 1976.
5. Borch Karl Henrik. The Mathematical Theory of Insurance. Boston, U.S.A. Ed. D.C. Heath and Company, 1974.
6. Daykin C., Pentikäinen T. And Pesonen M. Practical Risk Theory for Actuaries. London, England, Ed. Chapman and Hall, 1994.
7. De Vylder F., Goovaerts M. and Haezendonck J. Insurance and Risk Theory. Dordrecht, Holland, Ed. Reidel Publishing Company, 1986. (Proceeding of the NATO Advanced Study Institute on insurance and Risk Theory. Italy, 1985)
8. Lemaire, Jean. Automobile Insurance, Actuarial Models. Dordrecht, Netherlands and Massashusets, Ed. Kluwer Academic Publishers, 1985.
9. Mood, Alexander McFarlane. Introduction to the Theory of Statistics. U.S.A., Ed. McGraw-Hill, 1974.

10. Büllmann, Hans. Mathematical Methods in Risk Theory. 2ª. ed., Berlin, Heidelberg, New York, Ed. Springer - Verlag Berlin - Heidelberg, 1970.
11. De Vylder F., Goovaerts M. and Haezendonck J. Premium Calculation in Insurance. (Motor Premium Rating). Dordrecht, Holland, Ed. D. Reidel Publishing Company, 1984.
12. Bowers, Newton L., Gerber, Hans U., James C. Hickman et al. Actuarial Mathematics. Illinois, USA, Ed. The Society of Actuaries, 1986.
13. Penjer, Harry H., Willmont, Gordon E. Insurance Risk Models. Illinois, USA, Ed. The Society of Actuaries, 1992.
14. Trowbridge, Charles L. Fundamental Concepts of Actuarial Science USA, Ed. Actuarial Education and Research Fund, 1989.
15. Nota Técnica del Seguro de Automóviles Residentes, por AMIS, 1994.
16. Estadística 1994, Automóviles y Camiones Residentes, por AMIS, 1994.
17. Estadística 1997, Sistema Estadístico del Sector Asegurador, Ramo de Automóviles, por AMIS, 1997.
18. Estadística 1999, Sistema Estadístico del Sector Asegurador, Ramo de Automóviles, por AMIS, 1999.



## HEMEROGRAFIA

19. Minzoni Consorti Antonio. "El Actuario frente a los Riesgos Diferentes de la Vida del Hombre". Revista Mexicana de Seguros, Fianzas y Finanzas. México, 1977.

20. Gayarre, Santiago. "Gestión Integral y de Servicio en el Seguro de Automóviles". Revista Mexicana de Seguros, Fianzas y Finanzas, México, 1996.

## APENDICE

**PERDIDAS PARCIALES Y PERDIDAS TOTALES  
DAÑOS MATERIALES**

CLAVE	DESCRIPCION	MONTO DE SINIESTROS PAGADOS			PORCENTAJES	
		PERDIDA TOTAL PT	PERDIDA PARCIAL PP	MONTO TOTAL	PT	PP
2	CITATION, CELEBRITY	1,096,209	2,367,529	3,463,738	31.65%	68.35%
3	DART K. VOLARE K	2,522,402	5,211,180	7,733,582	32.62%	87.38%
4	CORDOBA, LE BARON Y K	1,701,873	3,488,838	5,188,511	32.80%	87.20%
5	CHRYSLER 600, MAGNUM I	140,104	206,823	376,727	37.19%	62.81%
6	PHANTOM	1,949,630	2,895,318	4,844,952	41.97%	58.03%
8	TSURU	75,468,835	118,501,955	191,968,560	39.31%	60.69%
9	FAIRMONT, TOPAZ	12,806,760	31,503,644	44,310,410	28.90%	71.10%
10	GRAND MARQUIS, CROWN	13,182,103	16,544,987	29,727,090	44.34%	55.66%
11	COUGAR	3,334,700	7,437,468	10,772,168	30.96%	69.04%
12	MUSTANG	7,819,945	5,728,637	13,546,582	57.73%	42.27%
13	THUNDERBIRD	3,122,480	5,036,518	8,759,004	35.65%	64.35%
16	V.W. SEDAN	31,291,877	54,555,750	85,847,627	36.45%	63.55%
17	CARIBE, BRASILIA, SAFARI	1,200,338	2,000,694	3,207,032	36.92%	63.08%
18	COMBI	2,407,964	3,947,034	6,354,998	37.89%	62.11%
19	ATLANTIC	1,088,407	1,928,330	3,016,737	36.08%	63.92%
20	CORSAR, VARIANT	1,544,734	2,568,844	4,111,578	37.57%	62.43%
22	CENTURY	8,263,350	8,643,553	14,906,903	42.02%	57.98%
23	SUBURBAN, CARRY ALL	12,229,449	18,172,810	30,402,059	40.23%	59.77%
24	DATSUN SAMURAI, SAKUR	265,357	843,587	1,108,944	29.19%	70.81%
25	CHRYSLER, NEW YORKER	1,681,758	3,235,353	4,807,111	33.93%	66.07%
26	DODGE RAM CHARGER	9,284,412	10,272,504	19,556,916	47.47%	52.53%
27	GOLF	8,961,383	18,105,538	26,066,921	38.21%	61.79%
28	JETTA	10,345,221	16,751,247	27,096,468	38.18%	61.82%
29	CUTLASS	18,616,400	29,052,534	45,668,940	36.38%	63.62%
30	TAURUS	1,073,554	2,425,648	3,499,202	30.68%	69.32%
31	SHADOW	13,978,594	25,571,130	39,547,724	35.34%	64.66%
32	SHADOW GTS	413,446	843,833	1,257,279	32.88%	67.12%
33	ICHI VAN, CARRY ALL	1,061,299	2,309,292	3,370,591	31.49%	68.51%
34	HIKARI	431,478	1,032,877	1,464,356	29.47%	70.53%
35	FORD CARRY ALL	177,821	438,994	616,815	28.81%	71.19%
36	CAVALIER	18,084,789	36,203,390	54,288,195	33.31%	66.69%
37	CAVALIER Z24	3,421,831	6,024,554	9,446,385	36.22%	63.78%
38	BLAZER	7,062,293	10,174,852	18,136,045	43.90%	56.10%
39	CADILLAC	4,167,290	5,546,873	9,714,163	42.90%	57.10%
40	CORVETTE	1,097,804	882,824	1,980,488	55.43%	44.57%
41	SPIRIT	11,342,935	24,118,983	35,461,898	31.99%	68.01%
42	SPIRIT R/T	3,385,803	5,079,704	8,465,307	39.99%	60.01%
43	IMPERIAL	84,604	120,154	204,818	41.34%	58.66%
44	VOYAGER	12,752,758	18,734,825	31,487,583	40.50%	59.50%
45	NISSAN MAXIMA	3,274,830	3,782,875	7,057,605	46.40%	53.60%
46	NISSAN 300 ZX	952,795	1,115,513	2,068,308	46.07%	53.93%
47	FORD GHIA	5,163,387	11,092,181	16,255,568	31.76%	68.24%
48	LINCOLN	1,573,390	1,789,980	3,363,370	46.78%	53.22%
49	AEROSTAR	5,244,297	1,114,435	6,358,732	82.47%	17.53%
50	FORD EXPLORER (IMPORT	10,507,712	8,008,560	18,516,272	56.75%	43.25%
51	PASSAT Y VARIANT	1,716,975	1,333,130	3,050,111	56.29%	43.71%
52	OLDSMOBILE SILHOUETTE	410,280	1,121,754	1,532,034	26.78%	73.22%
53	NEUVO GOLF	19,968,427	27,270,375	47,238,802	42.27%	57.73%
54	NEUVO JETTA	34,552,558	43,578,065	78,129,383	44.22%	55.78%
55	OLDSMOBILE EIGHTY EIGH	457,769	786,263	1,244,032	36.80%	63.20%
56	PONTIAC FIREBIRD TRANS	3,269,755	3,154,238	6,423,993	50.90%	49.10%
57	CHEVY	27,638,870	50,284,923	77,923,593	35.47%	64.53%
58	CONCORDE	744,030	2,463,927	3,207,957	23.19%	76.81%

**PERDIDAS PARCIALES Y PERDIDAS TOTALES  
DAÑOS MATERIALES**

CLAVE	DESCRIPCION	MONTO DE SINIESTROS PAGADOS			PORCENTAJES	
		PERDIDA TOTAL PT	PERDIDA PARCIAL PP	MONTO TOTAL	PT	PP
59 JEEP WRANGLER		2,198,084	1,058,548	3,256,612	67.50%	32.50%
60 JEEP GRAND CHEROKEE		20,283,069	8,981,833	29,265,502	69.31%	30.69%
61 BUICK REGAL		596,092	1,398,191	1,994,883	29.91%	70.09%
62 PONTIAC BONNEVILLE		4,259,752	3,752,841	8,011,593	53.19%	46.84%
63 SILVERADO		20,942,857	12,821,814	33,564,771	62.40%	37.60%
64 CAVALIER (Nueva Generació		10,610,305	7,118,025	17,728,330	59.85%	40.15%
65 NEW YORKER LH		3,780,092	1,315,127	5,095,219	74.19%	25.81%
66 INTREPID		2,584,100	4,935,328	7,519,434	34.37%	65.63%
67 NEON		28,343,421	33,340,574	61,683,995	45.95%	54.05%
68 NISSAN 240 SX		667,745	729,237	1,396,982	47.80%	52.20%
69 INFINITY Q45		2,754,209	1,190,599	3,950,808	69.71%	30.29%
70 ESCORT Y NUEVO ESCORT		28,774,730	30,472,185	59,246,915	48.57%	51.43%
71 MERCURY SABLE		2,581,405	3,600,474	6,187,879	41.72%	58.28%
72 MYSTIQUE		7,644,135	9,995,953	17,940,088	44.28%	55.72%
73 WINDSTAR		8,365,936	10,081,167	18,447,103	38.71%	61.29%
74 DERBY		8,990,890	9,875,314	18,866,204	41.44%	58.56%
75 STRATUS		30,209,886	37,593,687	73,793,553	49.07%	50.93%
76 DODGE WAGON		8,062,855	4,366,310	10,429,171	58.13%	41.87%
77 TSUBAME		4,206,041	5,681,335	9,887,976	42.03%	57.97%
78 MERCEDES BENZ		12,886,981	7,124,709	20,011,750	64.40%	35.60%
79 BMW		10,682,325	4,245,124	14,927,449	71.57%	28.44%
80 HONDA ACCORD		28,420,923	11,679,874	40,100,797	70.87%	29.13%
81 CIRIUS		6,188,312	8,140,153	14,338,465	43.23%	56.77%
82 SENTRA		20,390,114	20,441,728	40,831,842	49.94%	50.06%
83 LUCINO		3,275,042	2,185,673	5,471,315	59.87%	40.13%
84 LUMINA		878,947	638,402	1,515,409	57.87%	42.13%
85 CAMARO		2,798,542	3,257,074	6,055,616	40.21%	53.79%
86 GEO TRACKER		1,030,724	1,485,773	2,516,497	40.96%	59.04%
87 ALTIMA		8,351,890	7,133,364	15,485,254	53.93%	46.07%
88 CONTOUR		12,690,070	11,593,851	24,489,921	52.66%	47.34%
89 STRATUS RT		4,071,441	4,954,190	9,025,037	50.09%	49.91%
90 SEBRING		152,079	261,065	413,144	36.81%	63.19%
91 PONTIAC GRAND PRIX		5,599,660	3,803,975	9,403,635	59.55%	40.45%
92 CHEVROLET VENTURE		2,574,913	3,628,100	6,203,073	41.51%	58.49%
93 NUEVO MALIBU		7,677,092	7,046,924	14,924,016	52.78%	47.22%
94 SUNFIRE		8,164,723	4,894,857	13,059,580	62.52%	37.48%
95 PATHFINDER		5,065,261	3,675,038	9,340,299	60.85%	39.35%
96 QUEST		569,793	850,784	1,520,577	37.47%	62.53%
97 EXPEDITION		2,478,136	2,081,502	4,557,698	54.33%	45.67%
98 ESCORT ZX2		2,469,079	4,068,470	6,538,149	37.77%	62.23%
99 HONDA CIVIC		17,497,874	17,734,856	35,232,330	49.66%	50.34%
100 AUDI A4		1,138,811	1,042,390	2,790,991	40.94%	59.06%
101 PEUGEOT 306		489,842	1,084,352	1,563,994	31.95%	68.05%
102 JAGUAR		0	58,081	58,081	0.00%	100.00%
103 PORSCHE		0	11,960	11,960	0.00%	100.00%
104 LAND ROVER		699,438	439,801	1,139,239	61.40%	38.60%
105 GENERAL MOTORS EXPRE		0	371,574	371,574	0.00%	100.00%
106 DURANGO		10,373,261	1,890,242	12,263,503	84.59%	15.41%
107 300 M		532,373	805,975	1,338,348	39.78%	60.22%
108 NEON R/T		226,673	340,547	567,220	39.96%	60.04%
109 FIESTA		1,370,309	2,049,679	3,419,988	40.07%	59.93%
110 LINCOLN NAVIGATOR		0	43,031	43,031	0.00%	100.00%
111 FORD CLUB WAGON		709,852	545,400	1,255,312	56.55%	43.45%
112 POINTER		5,252,957	8,035,733	13,288,690	39.53%	60.47%

**PERDIDAS PARCIALES Y PERDIDAS TOTALES  
DAÑOS MATERIALES**

CLAVE	DESCRIPCION	MONTO DE SINIESTROS PAGADOS			PORCENTAJES	
		PERDIDA TOTAL PT	PERDIDA PARCIAL PP	MONTO TOTAL	PT	PP
113	NEW BEETLE	1,305,400	1,135,418	2,440,818	53.48%	48.52%
114	PEUGEOT 405	1,834,936	717,238	2,552,174	71.90%	28.10%
115	GRAN AM	217,777	257,024	474,801	45.87%	54.13%
118	AUDI A8	0	38,786	38,786	0.00%	100.00%
117	AUDI A4 CABRIOLET	0	0	0	0.00%	0.00%
118	AUDI A3	0	872,800	872,800	0.00%	100.00%
118	AUDI A8	1,010,135	105,281	1,115,418	90.58%	9.44%
120	IMPALA	0	218,851	218,851	0.00%	100.00%
121	URVAN	0	35,000	35,000	0.00%	100.00%
122	X TERRA	0	3,386	3,386	0.00%	100.00%
123	FOCUS	182,135	218,159	380,294	42.63%	57.37%
124	JETTA GEN. 4	3,473,533	2,828,228	6,101,761	56.93%	43.07%
125	GOLF GEN. 4	0	0	0	0.00%	0.00%
126	VOLVO	0	0	0	0.00%	0.00%
127	FERRARI	0	0	0	0.00%	0.00%
128	MASERATI	0	0	0	0.00%	0.00%
<b>TOTAL</b>		<b>813,004,743</b>	<b>1,004,340,323.00</b>	<b>1,817,345,066.00</b>	<b>44.74%</b>	<b>55.26%</b>

**PERDIDAS PARCIALES Y PERDIDAS TOTALES**  
**ROBO TOTAL**

CLAVE	DESCRIPCION	MONTO DE SINIESTROS PAGADOS			PORCENTAJES	
		PERDIDA TOTAL PT	PERDIDA PARCIAL PP	MONTO TOTAL	PT	PP
2	CITATION, CELEBRITY	438,027	20,950	458,903	95.43%	4.57%
3	DART K, VOLARE K	538,400	120,890	668,290	80.50%	19.44%
4	CORDOBA, LE BARON Y K	1,072,703	90,930	1,100,633	91.71%	8.29%
5	CHRYSLER 800, MAGNUM P	18,317	4,598	22,915	79.93%	20.07%
6	PIANTOM	2,293,132	300,020	2,593,750	88.41%	11.50%
8	TAURUS	93,735,175	11,725,781	105,480,930	88.88%	11.12%
9	FSURMONT, TOPAZ	3,155,404	412,974	3,568,378	88.43%	11.57%
10	GRAND MARQUIS, CROWN	18,682,271	2,087,263	20,769,534	89.95%	10.05%
11	COUGAR	2,478,810	583,190	3,041,999	81.49%	18.51%
12	MUSTANG	10,251,043	1,722,710	11,974,359	85.61%	14.39%
13	THUNDERBIRD	3,106,396	705,105	3,871,561	80.24%	19.76%
10	V.W. SEDAN	177,044,458	15,870,773	192,915,229	91.77%	8.23%
17	CARIBE, BRASILIA, SAFARI	2,612,000	92,323	2,705,000	96.59%	3.41%
18	COMBI	23,848,000	2,028,955	25,877,035	92.16%	7.84%
19	ATLANTIC	1,500,344	256,158	1,756,502	85.42%	14.58%
20	CORSAR, VARIANT	1,350,338	228,512	1,578,850	85.53%	14.47%
22	CENTURY	1,539,346	224,322	1,763,668	87.26%	12.72%
23	SUBURBAN, CARRY ALL	25,192,634	1,913,411	27,106,045	92.94%	7.06%
24	DATSUN SAMURAI, SAKUR,	349,720	140,003	495,729	70.55%	29.45%
25	CHRYSLER, NEW YORKER	1,222,444	126,988	1,349,432	90.59%	9.41%
20	DODGE RAM CHARGER	7,626,710	502,696	8,129,412	93.82%	6.18%
27	GOLF	6,498,237	1,611,890	8,110,127	80.12%	19.88%
28	JETTA	12,921,070	2,793,001	15,714,071	82.23%	17.77%
29	COLTLASS	5,441,893	714,161	6,155,854	88.40%	11.60%
30	TAURUS	995,009	22,306	1,018,035	97.80%	2.20%
31	SHADOW	8,932,122	1,748,495	10,680,617	83.03%	16.97%
32	SHADOW GTS	162,480	8,529	171,015	95.01%	4.99%
33	ICHI VAN, CARRY ALL	2,711,434	347,350	3,058,784	88.64%	11.36%
34	HIKARI	260,708	40,995	307,703	84.73%	15.27%
35	FORD CARRY ALL	0	0	0	0.00%	0.00%
36	CAVALIER	0,000,051	2,020,700	0,000,047	72.00%	27.34%
37	CAVALIER Z24	1,463,174	347,900	1,811,100	80.79%	19.21%
38	BLAZER	6,840,080	1,397,834	8,237,920	83.03%	16.97%
39	CADILLAC	3,741,688	893,264	4,734,952	79.02%	20.98%
40	CORVETTE	1,357,516	0	1,357,516	100.00%	0.00%
41	SPIRIT	17,414,347	4,577,311	21,991,658	79.19%	20.81%
42	SPIRIT R/T	4,314,547	1,423,380	5,737,927	75.19%	24.81%
43	IMPERIAL	0	0	0	0.00%	0.00%
44	VOYAGER	35,020,188	5,444,318	41,004,505	80.74%	13.20%
45	NISSAN MAXIMA	5,709,000	442,015	6,152,475	92.81%	7.19%
46	NISSAN 300 ZX	787,503	0	787,503	100.00%	0.00%
47	FORD GHIA	1,601,684	151,506	1,753,190	91.36%	8.64%
48	LINCOLN	2,025,807	407,500	2,433,373	83.25%	16.75%
49	AEROSTAR	1,436,544	144,802	1,581,346	90.84%	9.16%
50	FORD EXPLORER (IMPORT	26,788,939	2,424,312	29,213,251	91.70%	8.30%
51	PASSAT Y VARIANT	1,394,783	0	1,394,783	100.00%	0.00%
52	OLDSMOBILE SILHOUETTE	394,809	0	394,809	100.00%	0.00%
53	NUEVO GOLF	27,292,138	6,050,926	33,943,066	80.41%	19.59%
54	NUEVO JETTA	61,826,391	17,377,852	79,306,243	78.09%	21.91%
55	OLDSMOBILE EIGHTY EIGH	351,507	33,409	384,916	91.54%	8.46%
56	PONTIAC FIREBIRD TRANS	2,270,970	275,870	2,546,840	89.17%	10.83%
57	CHEVY	13,036,125	1,815,407	14,851,532	87.78%	12.22%
59	CONCORDE	1,968,185	292,247	2,200,432	87.07%	12.93%

PERDIDAS PARCIALES Y PERDIDAS TOTALES  
ROBO TOTAL

CLAVE	DESCRIPCION	MONTO DE SINIESTROS PAGADOS			PORCENTAJES	
		PERDIDA TOTAL PT	PERDIDA PARCIAL PP	MONTO TOTAL	PT	PP
59	JEEP WRANGLER	1,512,846	140,011	1,652,857	91.53%	8.47%
60	JEEP GRAND CHEROKEE	26,548,797	618,742	27,165,539	97.73%	2.27%
01	BUICK REGAL	475,842	19,440	495,282	96.07%	3.93%
02	PONTIAC BONNEVILLE	2,670,247	233,545	2,903,792	91.98%	8.04%
03	SILVERADO	18,052,419	5,157,327	23,209,746	77.78%	22.22%
84	CAVALIER (Nueva Generació	5,575,880	248,453	5,824,333	95.73%	4.27%
65	NEW YORKER LH	1,744,021	432,081	2,177,002	80.11%	19.89%
68	INTREPID	5,985,329	817,902	6,803,231	87.98%	12.02%
67	NEON	16,310,408	3,439,871	19,750,279	82.58%	17.42%
68	NISSAN 240 SX	819,671	40,500	860,171	95.29%	4.71%
69	INFINITY Q45	989,423	427,697	1,417,120	69.82%	30.18%
70	ESCORT Y NUEVO ESCORT	11,543,311	1,294,341	12,837,652	89.92%	10.08%
71	MERCURY SABLE	1,185,109	373,847	1,558,956	76.02%	23.98%
72	MYSTIQUE	12,702,523	2,203,663	14,906,386	85.22%	14.78%
73	WINDSTAR	44,224,669	6,213,703	50,438,372	87.68%	12.32%
74	DERBY	4,510,430	574,787	5,085,223	88.70%	11.30%
75	STRATUS	23,896,580	4,271,362	28,167,942	84.84%	15.16%
76	DODGE WAGON	3,389,185	428,732	3,815,927	88.82%	11.18%
77	TSUBAME	1,872,501	198,002	2,070,503	90.44%	9.56%
78	MERCEDES BENZ	2,940,715	17,938	2,958,653	99.39%	0.61%
79	BMW	4,899,737	530,773	5,430,510	90.13%	9.87%
80	HONDA ACCORD	17,734,880	802,838	18,537,718	95.67%	4.33%
81	CIRRUS	5,071,950	1,412,337	6,484,287	78.22%	21.78%
82	SENTRA	21,062,210	3,121,295	24,183,505	87.09%	12.91%
83	LUCINO	2,723,694	837,595	3,561,289	76.48%	23.52%
84	LUMINA	232,061	0	232,061	100.00%	0.00%
85	CAMARO	2,826,256	750,832	3,677,088	76.58%	23.42%
86	Geo TRACKER	1,092,745	200,062	1,292,807	84.13%	15.87%
87	ALTIMA	5,847,225	587,005	6,434,230	91.15%	8.85%
88	CONTOUR	11,021,338	1,088,121	12,115,459	91.02%	8.98%
89	STRATUS RT	4,269,835	1,414,334	5,684,169	75.12%	24.88%
90	SEBRING	451,102	168,475	619,577	72.81%	27.19%
91	PONTIAC GRAND PRIX	9,785,063	875,004	10,660,067	91.78%	8.22%
92	CHEVROLET VENTURE	6,020,470	629,747	7,450,217	80.86%	19.14%
93	NUEVO MALIBU	6,428,188	645,353	7,073,541	90.88%	9.12%
94	SUNFIRE	4,778,467	497,770	5,276,237	90.57%	9.43%
95	PATHFINDER	14,314,769	1,728,584	16,043,353	89.22%	10.78%
96	QUEST	1,071,558	265,482	1,337,040	80.14%	19.86%
97	EXPEDITION	10,972,038	1,405,556	12,377,594	88.70%	11.30%
98	ESCORT ZX2	4,157,193	251,354	4,408,547	94.30%	5.70%
99	HONDA CIVIC	8,960,210	561,267	9,521,477	94.11%	5.89%
100	AUDI A4	1,448,703	482,920	1,931,623	75.76%	24.24%
101	PEUGEOT 306	122,500	0	122,500	100.00%	0.00%
102	JAGUAR	0	191,700	191,700	0.00%	100.00%
103	PORSCHE	0	0	0	0.00%	0.00%
104	LAND ROVER	310,500	0	310,500	100.00%	0.00%
105	GENERAL MOTORS EXPRE	0	0	0	0.00%	0.00%
106	DURANGO	8,376,731	27,834	8,404,565	99.67%	0.33%
107	300 M	1,436,680	174,702	1,611,382	89.16%	10.84%
108	NEON R/T	221,400	0	221,400	100.00%	0.00%
109	FIESTA	674,067	92,340	771,207	87.13%	12.87%
110	LINCOLN NAVIGATOR	1,030,754	0	1,030,754	100.00%	0.00%
111	FORD CLUB WAGON	341,782	0	341,782	100.00%	0.00%
112	POINTER	2,200,782	328,074	2,528,856	87.03%	12.97%

**PERDIDAS PARCIALES Y PERDIDAS TOTALES  
ROBO TOTAL**

CLAVE	DESCRIPCION	MONTO DE SINIESTROS PAGADOS			PORCENTAJES	
		PERDIDA TOTAL PT	PERDIDA PARCIAL PP	MONTO TOTAL	PT	PP
113	NEW BEETLE	1,986,303	78,905	2,065,208	98.18%	3.82%
114	PEUGEOT 405	0	0	0	0.00%	0.00%
115	GRAN AM	204,138	22,985	227,121	89.88%	10.12%
118	AUDI A8	0	0	0	0.00%	0.00%
117	AUDI A4 CABRIOLET	0	0	0	0.00%	0.00%
118	AUDI A3	224,316	3,500	227,816	98.46%	1.54%
119	AUDI A6	0	0	0	0.00%	0.00%
120	IMPALA	0	0	0	0.00%	0.00%
121	URVAN	0	0	0	0.00%	0.00%
122	X TERRA	0	0	0	0.00%	0.00%
123	FOCUS	157,596	0	157,596	100.00%	0.00%
124	JETTA GEN. 4	9,841,766	670,610	10,312,376	93.50%	6.50%
125	GOLF GEN. 4	0	0	0	0.00%	0.00%
126	VOLVO	0	0	0	0.00%	0.00%
127	FERRARI	0	0	0	0.00%	0.00%
128	MASERATI	0	0	0	0.00%	0.00%
<b>TOTAL</b>		<b>1,008,418,883</b>	<b>140,611,284</b>	<b>1,148,930,137</b>	<b>87.77%</b>	<b>12.23%</b>



## RESPONSABILIDAD CIVIL (L.U.C.)

Por Rango de Sumas Aseguradas

Rango de Sumas Aseguradas De	A	Unidades Expuestas	Número de Sinistros	Monto Neto de Sinistros	Frecuencia	Costo Medio Sinistros
0	100,000	65,040.50	4,983	31,529,643	7.66%	6,327.44
100,001	200,000	1,182.33	184	839,652	15.56%	4,563.33
200,001	300,000	284,097.80	5,975	49,537,460	2.10%	8,290.79
300,001	400,000	588,759.87	43,977	241,595,858	7.47%	5,493.69
400,001	500,000	576,803.24	33,962	184,376,737	5.89%	5,428.91
500,001	600,000	13,709.86	6,633	47,114,673	48.38%	7,103.07
600,001	700,000	6,139.39	276	1,685,805	4.50%	6,107.99
700,001	800,000	51,198.34	3,230	15,515,499	6.31%	4,803.56
800,001	900,000	114.60	14	90,753	12.22%	6,482.36
900,001	1,000,000	15,945.10	680	3,453,410	4.26%	5,078.54
MAS DE	1,000,000	0.48	0	0	0.00%	0.00
<b>Total</b>		<b>1,602,991.51</b>	<b>99,914</b>	<b>575,739,490</b>	<b>6.23%</b>	<b>5,762.35</b>

## GASTOS MEDICOS

Por Rango de Siniestros

Rango de Siniestros		Número de Siniestros	Monto Neto de Siniestros	Costo Medio Siniestros
De	A			
0	500	1,024	244,580	238.85
501	1,000	2,415	1,857,787	769.27
1,001	2,000	4,989	7,536,875	1,510.70
2,001	3,000	2,922	7,062,663	2,417.06
3,001	4,000	2,002	6,767,046	3,380.14
4,001	6,000	2,824	14,331,765	5,074.99
6,001	8,000	1,441	9,764,055	6,775.89
8,001	10,000	953	8,207,859	8,612.65
10,001	15,000	1,325	16,295,712	12,298.65
15,001	20,000	650	11,130,904	17,124.47
20,001	25,000	394	8,713,284	22,114.93
25,001	50,000	805	29,319,165	36,421.32
50,001	75,000	266	16,390,559	61,618.64
75,001	100,000	192	16,747,284	87,225.44
100,001	150,000	77	9,617,484	124,902.39
150,001	200,000	21	3,544,475	168,784.52
200,001	300,000	17	1,762,563	103,680.18
MAS DE	300,000	4	1,550,738	387,684.50
<b>Total</b>		<b>22,321</b>	<b>170,844,798</b>	<b>7,653.99</b>

OBTECION DE LAS CUOTAS T1 T2  
DAOS MATERIALES

CLAVE	DESCRIPCION	UNDADES EXPUESTAS	NUMERO DE SINESTROS	MONTO DE SINESTROS	FREC. DE SINESTROS	MONTO PROMEDIO	PRIMA DE RESGO	PRIMA DE RESGO, CON GAYRA	PRIMA DE TARIFA	VN	VC	T1	T2
2	CITATION, CELEBRITY	2,718.20	709	3,120,990	25.06%	4,402	1,148.17	1,259.96	1,852.89	215,780.00	30,780.00	0.2718%	4.1173%
3	DART K, VOLARE K	6,956.67	1,540	6,925,954	22.14%	4,497	969.59	1,092.52	1,808.65	184,946.15	25,791.67	0.3177%	4.1978%
4	CORDOBA, LE BARON Y	3,427.28	850	5,175,145	18.97%	7,962	1,509.98	1,857.00	2,406.77	193,700.00	45,578.92	0.4126%	3.5920%
5	CHRYSLER 800, MAGN	287.95	86	323,287	29.87%	3,759	1,122.73	1,232.05	1,811.83	177,900.00	24,500.00	0.3786%	4.8450%
6	PHANTOM	2,043.19	469	3,975,531	22.95%	8,477	1,945.79	2,135.25	3,140.07	223,575.00	36,312.50	0.5885%	4.6346%
8	TSURU	159,716.03	37,338	185,263,719	23.38%	4,962	1,160.06	1,273.03	1,872.11	103,908.82	50,383.96	0.7083%	2.2550%
9	FARMONT, TOPAZ	34,018.74	7,589	42,755,022	22.25%	5,649	1,256.81	1,379.18	2,028.20	129,916.67	34,025.00	0.4512%	4.2361%
10	GRAND MARQUIS, CRO	15,473.02	2,713	29,928,429	17.53%	11,031	1,934.23	2,122.58	3,121.41	348,040.00	156,355.00	0.3677%	1.1111%
11	COUGAR	5,050.72	1,135	9,927,512	22.47%	8,747	1,965.57	2,156.94	3,171.97	247,300.00	80,173.91	0.3871%	3.8063%
12	MUSTANG	3,447.31	822	14,893,565	18.04%	23,807	4,259.42	4,874.14	6,873.74	328,716.67	186,233.24	1.2145%	1.7170%
13	THUNDERBIRD	3,722.17	846	7,447,320	22.73%	8,803	2,030.80	2,195.61	3,228.84	255,565.71	51,986.05	0.4504%	3.9688%
16	V.W. SEDAN	84,944.07	18,415	78,782,328	21.86%	4,170	903.92	991.93	1,458.71	83,012.50	45,183.27	0.6405%	2.0517%
17	CARIBE, BRASLIA, SAF	3,077.99	778	2,967,549	25.28%	3,429	868.85	951.03	1,396.58	102,500.00	22,481.67	0.5036%	3.9222%
18	COMB	5,278.31	864	5,983,265	13.15%	8,169	1,078.72	1,181.56	1,737.58	184,900.00	96,282.31	0.3681%	1.0872%
19	ATLANTIC	2,541.82	578	2,560,354	22.74%	4,430	1,007.31	1,125.56	1,600.00	106,000.00	24,280.00	0.5251%	4.2311%
20	CORSAR, VARIANT	2,703.64	669	3,897,839	24.74%	5,828	1,441.83	1,581.99	2,326.46	119,428.57	29,714.29	0.7319%	4.8679%
22	CENTURY	8,435.66	1,727	13,146,807	20.47%	7,813	1,558.48	1,710.22	2,515.03	236,033.33	58,785.71	0.4477%	2.4807%
23	SUBURBAN, CARRY ALL	20,007.15	3,427	31,106,338	17.13%	9,078	1,554.91	1,706.31	2,509.27	340,457.14	137,441.18	0.2965%	1.0913%
24	DATSUN, SAMURAI, SA	591.58	189	647,523	31.95%	4,484	1,432.68	1,572.17	2,312.02	126,020.00	24,550.00	0.5356%	6.6862%
25	CHRYSLER, NEW YORK	3,305.40	591	4,576,806	17.46%	7,913	1,381.46	1,515.97	2,229.36	162,333.33	51,071.43	0.4680%	2.8093%
26	DOODGE RAM CHARGER	9,206.96	2,059	17,705,469	22.13%	8,599	1,902.59	2,087.84	3,070.35	265,546.15	111,195.12	0.5704%	1.4504%
27	GOLF	19,682.99	4,578	24,021,671	23.02%	5,247	2,208.15	1,325.78	1,949.88	110,511.11	37,133.67	0.8742%	3.2440%
28	JETTA	16,739.82	4,101	25,633,917	24.50%	6,251	1,531.33	1,680.43	2,471.22	115,587.50	42,580.64	0.8163%	3.5855%
29	OUTLASS	29,660.01	5,457	42,401,768	20.47%	7,770	1,580.48	1,745.32	2,596.65	237,126.67	53,693.54	0.3603%	3.0415%
30	TALURUS	2,408.48	518	3,114,869	21.53%	6,013	1,294.37	1,420.40	3,208.82	200,050.00	34,063.33	0.3202%	4.2480%
31	SHADOW	26,783.75	5,740	36,309,840	21.45%	6,326	1,356.65	1,468.74	2,189.32	134,705.28	43,350.00	0.5744%	3.2655%
32	SHADOW GTS	728.92	157	1,236,819	22.97%	7,406	1,701.46	1,887.17	2,745.77	140,866.67	36,083.33	0.6410%	4.7152%
33	ICHI VAN, CARRY ALL	2,908.58	568	3,217,557	19.52%	5,865	1,105.85	1,213.53	1,784.80	128,640.00	54,089.56	0.4361%	2.2805%
34	HKARI	1,154.01	268	1,385,291	23.22%	5,159	1,200.42	1,317.30	1,937.20	96,250.00	34,861.11	0.5600%	3.9196%
35	FORD CARRY ALL	45,551.23	80	854,013	19.54%	7,348	1,435.72	1,575.51	2,316.92	225,600.00	36,425.00	0.2958%	4.5285%
36	CAVALIER	30,551.28	5,857	49,858,225	18.52%	8,831	1,835.23	1,794.44	2,638.88	152,037.50	49,544.12	0.5782%	3.5520%
37	CAVALIER Z24	4,551.68	939	8,943,060	20.83%	9,524	1,964.79	2,156.09	3,170.72	181,900.00	66,208.33	0.6316%	3.0542%
38	BLAZER	8,675.51	1,492	17,301,217	17.70%	11,598	1,994.26	2,188.43	3,218.28	272,516.67	144,753.70	0.5184%	1.2472%
39	CADILLAC	2,026.70	293	7,640,229	14.46%	26,076	3,789.79	4,136.83	6,083.58	502,281.82	242,431.82	0.5196%	1.4270%
40	COVETTE	371.46	49	2,584,069	13.19%	52,736	6,956.48	7,633.79	11,226.17	574,225.00	314,648.52	0.0837%	1.5860%
41	SPRINT R/T	24,643.55	4,786	33,343,067	19.43%	6,964	1,363.01	1,464.75	2,183.46	184,857.14	51,965.52	0.3778%	2.8578%
42	IMPERIAL	18.01	5	118,995	24.04%	8,857	1,129.28	2,336.80	4,836.17	224,800.00	86,947.37	0.8119%	3.4979%
43	VOYAGER	18,743.15	2,546	31,776,585	13.58%	12,481	1,895.37	1,860.44	2,735.54	283,365.71	181,968.57	0.3610%	1.0049%
45	NISSAN MAXIMA	3,827.52	522	6,830,750	13.84%	13,066	1,784.50	1,958.25	2,879.78	333,385.71	179,568.18	0.4008%	0.8596%
46	NISSAN 300 ZX	404.93	56	1,772,285	14.32%	30,557	4,379.72	4,802.86	7,083.02	427,250.00	173,268.67	0.7815%	2.1965%
47	FORD GHA	11,022.01	2,193	16,184,443	17.12%	7,380	1,457.49	1,599.73	2,352.55	173,360.00	46,181.82	0.4310%	3.4790%
48	LINCOLN	1,518.55	184	3,554,149	12.15%	19,316	2,340.49	2,558.36	3,777.02	441,025.00	214,409.36	0.4008%	0.8375%
49	AEROSTAR	1,253.96	247	1,920,382	19.70%	7,775	1,531.45	1,680.56	2,471.41	275,860.00	108,500.00	0.7394%	0.3802%
50	FORD EXPLORER (IMP)	8,636.93	1,515	28,040,824	17.54%	18,509	3,248.62	3,562.73	5,236.31	296,890.81	100,964.40	0.0015%	1.2520%
51	PASSAT V VARIANT	965.55	157	2,797,173	15.77%	17,816	2,808.67	3,083.24	4,534.17	290,854.55	181,711.28	0.8775%	1.0808%
52	OLDSMOBILE SILHOU	862.81	150	1,704,299	15.26%	11,362	1,734.11	1,802.95	2,706.46	288,400.00	110,833.33	0.2580%	1.8487%

OBJECION DE LAS CUOTAS T1 T2  
DAÑOS MATERIALES

CLAVE	DESCRIPCION	UNIDADES EXPUSTAS	NUMERO DE SINISTROS	MONTO DE SINISTROS	FREC. DE SINISTROS	MONTO PROMEDIO	PRIMA DE RIESGO	PRIMA DE RIESGO, CON GA Y RA	PRIMA DE TARIFA	VN	VC	T1	T2
53	NUEVO GOLF	28,716.84	7,379	44,592,110	25.70%	6,043	1,552.82	1,704.01	2,505.90	153,823.81	82,889.61	0.8886%	1.7452%
54	NUEVO JETTA	41,691.35	8,878	78,135,493	21.29%	8,578	1,828.61	2,004.48	2,004.48	186,578.57	100,721.85	0.7873%	1.6322%
55	OLDSMOBILE EIGHTY E	453.06	88	1,182,512	19.42%	13,438	2,610.06	2,864.19	4,212.05	281,000.00	85,150.00	0.5518%	3.1264%
56	PONTIAC FIREBIRD TR	799.59	190	5,650,971	23.79%	29,742	2,078.21	2,765.19	11,419.39	358,333.33	195,038.48	1.8221%	2.8748%
57	HEVY	43,447.28	12,054	79,504,557	27.74%	6,599	1,829.91	2,008.08	2,983.08	116,851.85	81,025.83	0.8979%	2.3519%
58	CONCORDE	1,494.93	250	3,133,883	16.72%	12,535	2,086.20	2,300.30	3,382.79	264,568.67	128,025.38	0.2988%	2.0817%
59	JEEP WRANGLER	956.89	142	2,086,832	14.84%	14,555	2,159.94	2,370.25	3,485.56	238,570.00	188,157.00	0.3645%	0.5819%
60	JEEP GRAND CHEROKI	8,848.18	1,127	21,485,468	18.46%	19,047	3,134.48	3,439.67	5,058.33	360,566.67	199,210.00	0.9723%	1.9475%
61	BUXK REGAL	970.08	174	1,904,168	17.84%	10,943	1,962.87	2,153.99	3,167.83	240,550.00	114,000.00	0.3797%	1.3475%
62	PONTIAC BONNEVILLE	1,348.81	289	5,000,413	19.97%	22,306	4,455.28	4,898.08	7,189.80	362,700.00	141,007.14	1.0537%	2.3865%
63	SILVERADO	6,220.58	1,789	19,878,309	21.76%	11,000	2,363.79	2,625.96	3,965.02	345,840.00	202,536.00	0.8974%	0.7172%
64	CAVALIER (nueva gener	7,745.50	1,222	12,012,069	18.12%	9,830	1,780.75	1,964.14	2,873.73	142,780.00	86,837.24	1.2046%	1.1915%
65	NEW YORKER LH	727.43	132	2,057,730	18.15%	15,589	2,828.78	3,104.20	4,585.00	254,000.00	105,000.00	1.3334%	1.1222%
66	INTREPID	3,558.89	718	10,878,659	19.57%	14,912	2,918.01	3,202.12	4,709.00	271,588.67	180,458.67	0.5869%	1.9252%
67	NEON	23,375.21	5,929	58,714,987	20.17%	9,908	1,998.78	2,193.40	3,225.58	141,780.81	88,127.00	1.0455%	1.9783%
68	NISSAN 240 SX	427.84	86	1,227,833	20.11%	14,275	2,870.74	3,150.25	4,832.71	253,333.33	142,800.00	0.8741%	1.8669%
69	INFINITI	1,064.77	132	3,022,335	12.40%	22,856	2,838.49	3,114.86	4,580.58	481,083.33	289,477.08	0.8638%	0.4793%
70	ESCORT Y NUEVO ESC	34,311.44	6,508	89,143,875	19.13%	10,624	2,032.95	2,230.89	3,280.72	158,205.28	83,584.91	1.0072%	2.0187%
71	MERCURY SABLE	2,490.82	370	6,141,413	14.86%	16,568	2,465.82	2,705.90	3,979.27	298,268.67	148,865.78	0.8232%	1.5800%
72	MYSTIQUE	10,521.29	1,527	19,693,752	14.51%	12,867	1,871.80	2,054.05	3,020.66	228,825.00	134,458.89	0.5851%	1.2517%
73	WRDSTAR	14,698.68	2,083	22,888,921	14.17%	10,896	1,544.35	1,684.72	2,492.23	345,100.00	238,857.80	0.2795%	0.6401%
74	DERBY Y NUEVO DERB	6,365.71	1,838	16,178,686	28.92%	8,802	2,545.35	2,783.30	4,107.92	122,400.00	88,902.86	1.3808%	2.7081%
75	STRATUS Y BREEZE	27,379.59	5,200	57,552,810	16.99%	11,087	2,105.91	2,310.95	3,398.46	178,026.67	110,953.70	0.9367%	1.5800%
76	DOODGE WAGON	4,584.02	804	10,401,502	17.50%	12,937	2,284.14	2,484.58	3,853.80	281,412.50	184,492.86	0.7548%	0.8291%
77	TSUBAME	7,247.78	1,578	9,805,444	21.74%	6,222	1,352.89	1,484.81	2,183.29	154,700.00	90,238.85	0.6018%	1.3880%
78	MERCEDES BENZ	1,289.29	202	8,857,386	15.91%	43,848	6,978.26	7,657.69	11,261.31	82,583.33	547,987.45	0.8795%	0.7318%
79	BMW	1,021.54	186	8,863,174	18.21%	47,851	6,678.33	9,521.10	14,001.82	67,557.97	549,229.23	1.3585%	0.7250%
80	HONDA ACCORD	4,885.54	744	12,435,853	15.95%	16,714	2,665.18	2,924.47	4,300.99	290,125.00	200,228.67	1.0507%	0.8257%
81	CRUISR	5,912.29	981	14,381,192	16.59%	14,660	2,432.42	2,669.25	3,925.37	273,790.00	188,324.83	0.8153%	1.3358%
82	SENTRA	38,684.48	8,850	38,526,131	16.30%	6,586	1,079.83	1,184.75	1,742.28	178,050.00	108,803.42	0.4842%	0.7958%
83	LUCINO	8,823.01	622	5,169,970	22.03%	8,312	1,831.37	2,008.58	2,895.41	184,533.33	105,187.50	0.9588%	1.1275%
84	LUMINA	448.65	65	1,032,557	14.46%	15,885	2,298.35	2,519.93	3,705.79	299,500.00	128,750.00	0.7184%	1.2127%
85	CAMARO	1,175.33	255	7,983,170	21.70%	31,307	6,792.31	7,453.64	10,981.24	361,818.67	194,781.79	1.4001%	3.0271%
86	GEO TRACKER	959.68	136	1,815,875	17.12%	13,352	1,882.17	2,078.40	3,053.53	192,040.00	123,834.64	0.8513%	1.4558%
87	ALTIMA	6,133.28	1,044	15,059,905	14.07%	14,425	2,455.45	2,894.53	3,962.54	232,580.00	150,888.43	0.9190%	2.1815%
88	CONTOUR	13,783.21	2,281	28,808,848	16.57%	12,887	2,102.61	2,307.33	3,383.13	205,535.71	125,722.97	0.8893%	1.2777%
89	STRATUS RT	3,404.37	631	9,943,975	16.53%	15,759	2,920.85	3,205.24	4,713.58	208,833.33	136,821.43	1.1316%	1.7195%
90	SEBRING RT	93.99	25	485,799	28.90%	19,432	5,168.42	5,671.64	8,340.85	385,000.00	147,000.00	0.7875%	3.5853%
91	PONTIAC GRAN PRDX	2,180.44	345	6,658,518	16.82%	19,300	3,053.74	3,351.07	4,928.05	348,580.00	237,878.18	0.8419%	0.8377%
92	CHEVROLET VENTURE	2,429.90	349	6,425,614	14.36%	18,412	2,644.36	2,901.83	4,287.38	307,686.67	218,438.48	0.5758%	1.1425%
93	NUEVO MALIBU	5,553.75	911	11,952,839	16.40%	13,120	2,152.18	2,361.72	3,473.12	214,050.00	157,289.41	0.8564%	1.0428%
94	SUNFIRE	4,295.20	891	10,448,275	16.06%	15,121	2,432.55	2,668.36	3,925.58	175,825.00	127,803.04	1.3858%	1.1531%
95	PATHFINDER	2,952.19	533	9,990,980	18.05%	18,745	3,384.25	3,713.77	5,461.43	359,140.00	242,754.71	0.9224%	0.8852%
96	QUEST	748.37	113	1,969,626	15.10%	17,430	2,631.90	2,888.18	4,247.29	325,925.00	211,382.22	0.4883%	1.2503%
97	EXPEDITION	2,272.86	331	6,878,906	14.56%	20,782	3,026.77	3,321.47	4,884.52	416,512.50	277,142.50	0.8371%	0.8049%
98	ESCORT ZX2	4,709.87	944	10,892,308	20.04%	11,539	2,312.78	2,537.97	3,732.30	192,800.00	108,636.36	0.7309%	2.1379%
99	HONDA CIVIC	3,487.75	751	12,727,092	21.53%	18,847	3,649.08	4,004.37	5,888.79	191,272.73	151,477.08	1.5290%	1.8589%
100	AUDI A4	571.08	64	2,566,583	14.71%	30,595	4,494.16	4,931.73	7,253.54	414,042.86	317,441.70	0.7172%	1.3483%

OBTECION DE LAS CUOTAS T1 T2  
DAÑOS MATERIALES

CLAVE	DESCRIPCION	UNIDADES EXPUESTAS	NUMERO DE SINIESTROS	MONTO DE SINIESTROS	FREC. DE SINIESTROS	MONTO PROMEDIO	PRIMA DE RIESGO	PRIMA DE RIESGO CON GAYRA	PRIMA DE TARIFA	VN	VC	T1	T2
101	PEUGEOT 308	136.86	56	1,717,679	40.92%	30,673	12,550.30	13,772.29	20,253.33	164,444.44	136,157.89	3.9346%	10.1229%
102	JAGUAR	25.73	2	378,141	7.77%	189,071	14,699.15	16,130.33	23,721.07	936,000.00	784,503.70	0.0000%	3.1028%
103	PORSCHE	3.87	2	24,095	51.89%	12,048	6,227.14	6,833.45	10,049.19	1,304,285.71	797,363.23	0.0000%	1.2603%
104	LAND ROVER	88.18	22	1,765,804	24.96%	80,264	20,030.68	21,880.98	32,324.95	459,542.88	381,506.25	4.3186%	3.1874%
105	EXPRESS VAN	273.92	52	529,629	18.98%	10,185	1,933.51	2,121.77	3,120.25	291,050.00	212,335.00	0.0000%	1.4695%
106	DURANGO	2,460.25	270	5,366,566	10.97%	19,878	2,181.31	2,393.69	3,820.13	362,590.00	258,400.71	0.8445%	0.2124%
107	300 M	636.73	80	2,859,229	12.56%	35,740	4,480.50	4,927.72	7,248.84	345,000.00	256,000.00	0.8355%	1.7047%
108	NEON RT	262.97	51	632,358	19.39%	12,402	2,405.25	2,639.44	3,861.52	179,780.00	103,700.00	0.8628%	2.2472%
109	Fiesta	5,209.77	1,321	13,257,046	25.36%	10,036	2,544.65	2,792.41	4,108.49	110,354.55	84,840.00	1.4910%	2.9009%
110	LINCOLN NAVIGATOR	199.43	22	298,814	11.03%	13,582	1,498.37	1,644.25	2,418.02	800,000.00	422,500.00	0.0000%	0.5723%
111	FORD CLUB WAGON	450.86	103	1,165,268	22.85%	11,507	2,628.93	2,884.90	4,242.49	329,338.46	208,240.00	0.7374%	0.8653%
112	PONTER	10,107.28	2,311	17,130,106	22.86%	7,412	1,694.83	1,858.85	2,735.07	113,990.00	91,414.33	0.9485%	1.9062%
113	NEW BEETLE	826.44	128	2,606,056	15.49%	20,375	3,155.77	3,463.03	5,092.69	184,583.33	151,795.00	1.4756%	1.5607%
114	PEUGEOT 405	43.93	8	236,532	18.21%	29,542	5,452.35	5,963.21	8,796.84	268,186.67	187,578.57	2.3580%	1.3162%
115	GRAN AM	359.38	51	563,602	14.19%	11,051	1,568.28	1,720.98	2,530.65	257,800.00	201,873.53	0.4503%	0.6787%
116	AUDI A8	13.98	5	56,464	35.83%	11,893	4,189.25	4,597.13	6,780.49	738,750.00	607,386.86	0.0000%	1.1130%
117	AUDI A1 CABRIOLET	8.25	0	0	0.00%	0	0.00	0.00	0.00	577,000.00	358,333.33	0.0000%	0.0000%
118	AUDI A3	100.55	18	1,073,485	17.90%	59,636	10,678.19	11,715.66	17,228.94	296,175.00	238,127.60	0.0000%	7.2352%
119	AUDI A6	85.12	11	178,347	12.52%	16,032	2,071.62	2,273.33	3,343.13	548,700.00	414,967.86	0.5518%	0.0780%
120	IMPALA	47.63	5	254,157	10.50%	50,831	5,335.84	5,855.14	8,810.50	297,918.67	237,312.50	0.0000%	3.6263%
121	URVAN	7.65	1	37,135	12.74%	37,135	4,729.31	5,189.78	7,832.03	232,411.11	184,468.57	0.0000%	4.1373%
122	X TERRA	12.33	2	14,203	16.22%	7,101	1,151.62	1,263.97	1,858.78	286,068.89	242,828.89	0.0000%	0.7655%
123	FOCUS	305.10	58	794,007	19.01%	13,680	2,902.49	2,855.88	4,199.83	179,743.45	152,980.00	0.9962%	1.5823%
124	JETTA GEN. 4	3,642.00	735	11,175,793	20.16%	15,205	3,068.59	3,367.36	4,952.00	219,914.29	180,417.59	1.2819%	1.1823%
125	GOLF GEN. 4	27.66	4	27,998	14.46%	6,999	1,012.30	1,110.87	1,533.63	182,108.33	157,026.67	0.0000%	0.0000%
126	VOLVO	5.08	0	0	0.00%	0	0.00	0.00	0.00	517,000.00	410,639.13	0.0000%	0.0000%
127	FERRARI	0.58	0	0	0.00%	0	0.00	0.00	0.00	2,961,333.33	2,575,200.00	0.0000%	0.0000%
128	MASERATI	0.00	0	0	0.00%	0	0.00	0.00	0.00	1,445,000.00	1,300,500.00	0.0000%	0.0000%
TOTAL		1,012,188.83	299,874.00	1,898,296,498.67	20.21%	8,036	1,644.38	1,828.43	2,686.83	312,831.76	191,446.00	0.3841%	0.7784%

Nota: Dado que estas cifras son del año de 1999, es necesario tratar de actualizar lo más posible el monto de los siniestros, dicha actualización se hace en base a la inflación acumulada y proyectada (08.10%) a Diciembre del 2001.

Fuente de Información: Grupo de Economistas y Asociados (Consultoría), 16 de Julio del 2001

OBJECION DE LAS CUOTAS T1 T2  
ROBO TOTAL

CLAVE	DESCRIPCION	UNIDADES EXPUESTAS	NUMERO DE SINIESTROS	MONTO DE SINIESTROS	FREC. DE SINIESTROS	MONTO PROMEDIO	PRIMA DE RESGO	PRIMA DE RESGO, CON GAY RA	PRIMA DE TARIFA	VA	VC	T1	T2
2	CITATION, CELEBRITY	4,667.58	21	166,965	0.45%	7,952	36.78	39.26	57.73	215,780.00	30,780.00	0.0255%	0.0086%
3	DART K, VOLARE K	12,316.69	50	961,080	0.41%	19,222	78.03	85.83	125.92	154,948.15	25,791.67	0.0615%	0.0949%
4	CORDOBA, LE BARON Y K	4,827.13	36	1,524,727	0.75%	42,354	315.87	348.62	508.74	180,700.00	45,578.92	0.2413%	0.0277%
5	CHRYSLER 800, MAGNUM K	451.95	3	81,078	0.66%	27,025	179.39	196.06	288.50	177,900.00	24,500.00	0.1301%	0.2371%
6	PHANTOM	3,171.86	91	3,315,103	2.55%	40,927	1,045.16	1,146.92	1,688.65	223,575.00	38,312.50	0.8670%	0.4973%
8	TSURU	183,454.14	2,999	122,791,546	1.83%	40,958	669.33	734.50	1,080.15	103,908.82	50,383.98	0.9240%	0.2384%
9	FARMONT, TOPIAZ	43,874.18	153	3,891,007	0.35%	25,431	89.09	97.77	143.77	129,818.87	34,025.00	0.0879%	0.0489%
10	GRAND MARCUS, CROWN VC	17,850.41	185	28,180,863	1.04%	141,518	1,466.56	1,809.49	2,368.89	348,040.00	156,255.00	0.8117%	1.1521%
11	COUGAR	7,463.92	79	3,817,425	1.06%	45,790	484.86	531.84	782.12	247,300.00	80,173.91	0.2577%	0.2408%
12	MUSTANG	4,281.52	101	13,304,265	2.36%	131,728	3,107.40	3,409.95	5,014.83	328,716.87	186,233.24	1.3140%	0.4263%
13	THUNDERBIRD	5,470.19	90	4,423,780	1.65%	49,153	808.71	887.45	1,305.07	255,585.71	115,968.05	0.4937%	0.4862%
18	VW, SEDAN	91,192.26	4,267	193,490,598	4.79%	44,304	2,121.82	2,328.41	3,424.13	83,012.50	45,183.27	3.7855%	0.8235%
17	CARBE, BRASLIA, SAFARI	5,848.86	146	2,732,567	2.58%	18,716	483.75	530.86	780.67	102,500.00	22,491.67	0.7968%	1.1185%
18	COMB	8,880.24	341	25,582,961	4.96%	75,023	3,718.32	4,080.36	6,000.53	184,800.00	96,292.31	2.9604%	0.4740%
19	ATLANTIC	4,582.27	110	2,107,216	2.40%	19,157	459.86	504.64	742.11	109,800.00	24,290.00	0.5784%	0.4481%
20	CORSAR, VARIANT	4,701.18	75	1,583,107	1.90%	21,241	330.87	371.67	548.87	118,423.57	29,714.29	0.3818%	0.2964%
22	CENTURY	10,893.43	51	2,292,948	0.47%	44,980	210.49	230.98	339.68	236,033.33	58,785.71	0.1296%	0.0735%
23	SUBURBAN, CARRY ALL	19,527.33	182	26,983,122	0.93%	148,149	1,380.79	1,515.23	2,228.28	540,457.14	137,441.18	0.8083%	1.1144%
24	DATSUN, SAMURAI, SAKURA	1,169.10	38	674,594	3.25%	17,752	577.02	633.20	931.18	126,020.00	24,550.00	0.5213%	1.1171%
25	CHRYSLER, NEW YORKER	4,475.35	45	1,904,070	1.01%	42,313	425.46	468.68	688.59	162,333.33	51,071.43	0.3831%	0.1295%
28	DODGE RAM CHARGER	12,417.85	136	9,204,568	1.10%	67,581	741.25	813.42	1,198.21	295,548.15	111,195.12	0.4982%	0.0885%
27	GOLF	25,581.01	322	10,868,138	1.26%	33,752	424.65	468.22	685.81	110,511.11	37,133.67	0.4971%	0.3870%
28	JETTA	20,433.36	403	18,172,980	1.97%	40,131	791.50	868.56	1,277.30	115,587.50	42,580.64	0.9066%	0.5334%
29	CUTLASS	33,408.17	125	5,805,978	0.37%	44,848	187.80	184.14	270.79	237,128.67	53,883.54	0.1008%	0.0565%
30	TALURIS	3,145.42	31	1,024,139	0.99%	33,037	325.80	357.30	525.44	200,050.00	34,083.33	0.2586%	0.0339%
31	SHADOW	34,263.13	385	11,797,885	1.12%	30,644	344.33	377.86	555.67	134,705.28	43,350.00	0.3450%	0.2089%
33	SHADOW GTS	978.73	9	182,854	0.92%	20,295	187.01	205.21	301.78	140,898.67	38,063.33	0.2035%	0.0385%
33	KIHI VAI, CARRY ALL	4,082.56	81	3,645,284	1.89%	45,004	887.29	964.65	1,448.02	126,840.00	54,086.68	0.9863%	0.3049%
34	HWARI	1,655.50	12	341,410	0.72%	28,451	208.23	238.31	332.90	96,250.00	34,861.11	0.2300%	0.1458%
35	FORD CARRY ALL	782.07	2	95,710	0.28%	47,855	122.38	124.30	197.49	225,900.00	38,425.00	0.0000%	0.0000%
36	CAVALIER	35,189.08	200	10,343,302	0.57%	51,717	294.10	322.74	474.81	152,037.50	49,544.12	0.2268%	0.2819%
37	CAVALIER IZ4	5,589.37	39	2,237,180	0.64%	82,144	400.28	438.23	645.92	181,800.00	66,208.33	0.2870%	0.1874%
38	BLAZER	8,863.49	53	5,668,837	0.81%	106,959	854.34	718.05	1,055.95	272,516.87	144,753.70	0.3217%	0.2381%
36	CADILLAC	2,105.47	21	4,810,919	1.00%	219,568	2,189.97	2,403.19	3,534.11	532,281.82	242,431.82	0.5580%	0.3058%
40	CORVETTE	473.59	5	1,842,928	1.06%	368,556	3,691.43	4,270.32	6,278.89	574,225.00	318,848.52	1.0838%	0.0000%
41	SPRIT	30,132.20	588	22,171,130	1.94%	37,855	795.80	807.44	1,187.41	1,187,851.14	51,965.52	0.5086%	0.4756%
42	SPRIT RT	4,855.92	142	8,272,987	3.05%	44,178	1,347.31	1,478.48	2,174.26	224,800.00	58,947.37	0.7279%	0.9152%
43	INFERAL	34.07	0	0	0.00%	0	0.00	0.00	0.00	331,000.00	78,000.00	0.0000%	0.0000%
44	VOYAGER	17,057.35	166	30,123,843	0.97%	181,469	1,798.03	1,937.98	2,849.97	283,385.71	161,988.57	0.8724%	0.2333%
45	NISSAN MAXIMA	4,184.85	46	4,857,822	1.10%	105,808	1,196.45	1,280.02	1,882.39	173,385.71	173,558.18	0.5240%	0.0754%
46	NISSAN 300 ZX	504.07	11	1,208,784	2.18%	118,797	2,582.43	2,844.84	4,183.58	427,250.00	179,296.87	0.9792%	0.0000%
47	FORD GHA	13,817.97	48	1,945,673	0.38%	39,708	142.25	158.10	229.58	175,380.00	46,181.82	0.1210%	0.0430%
47	FORD GHA	1,749.89	20	4,184,871	1.14%	208,234	2,361.87	2,834.54	3,858.81	441,025.00	214,408.38	0.7296%	0.3015%
48	LINCOLN	1,479.50	14	1,922,560	0.81%	180,213	1,299.47	1,425.99	2,087.05	108,500.00	108,500.00	0.8811%	1.1770%
49	AEROSTAR	8,402.35	181	34,154,007	1.92%	212,137	4,084.82	4,480.59	6,558.89	298,980.91	180,994.40	2.0261%	0.3008%
50	FORD EXPLORER (IMPORT)	1,108.52	7	2,753,567	1.62%	152,978	2,484.02	2,725.80	4,008.84	280,854.55	181,711.28	1.3782%	0.0000%
51	PASSAT V VARIANT	1,261.84	18	378,835	0.55%	34,119	300.27	329.51	484.57	288,400.00	110,833.33	0.1674%	0.0000%

OBJECION DE LAS CUOTAS T1 T2  
ROBO TOTAL

CLAVE	DESCRIPCION	UNIDADES EXPUESTAS	NUMERO DE SINIESTROS	MONTO DE SINIESTROS	FREC. DE SINIESTROS	MONTO PROMEDIO	PRIMA DE RIESGO	PRIMA DE RIESGO, CON GAY RA	PRIMA DE TARIFA	WN	VC	T1	T2
53	NUEVO GOLF	28,675.18	528	32,411,909	1.83%	61,820	1,130.31	1,240.37	1,824.07	153,823.81	82,889.61	0.9535%	0.4312%
54	NUEVO JETTA	38,187.18	844	71,791,670	2.21%	85,061	1,680.00	2,063.04	3,033.66	165,578.57	100,721.85	1.4308%	0.6602%
55	OLDSMOBILE EIGHTY EIGHT	565.61	5	305,261	0.88%	61,052	536.70	592.25	870.96	59,150.20	28,033.77	0.2837%	0.0665%
56	PONTIAC FIREBIRD TRANS AM	839.68	19	2,844,472	2.28%	154,972	3,508.67	3,848.09	5,656.96	358,333.33	195,038.46	1.4082%	0.3143%
57	CHEVY	47,101.21	372	18,958,249	0.79%	50,963	402.50	441.69	649.54	116,651.85	81,025.83	0.4888%	0.0800%
58	CONCORDE	1,783.22	28	2,523,311	1.57%	90,118	1,415.03	1,552.80	2,283.54	264,568.87	128,025.38	0.7515%	0.2343%
59	JEEP WRANGLER	955.37	13	1,885,471	1.36%	130,421	1,774.68	1,947.48	2,863.93	236,570.00	166,157.00	1.1081%	0.1460%
60	JEEP GRAND CHEROKEE	5,808.22	92	21,845,875	1.58%	235,281	3,728.78	4,089.62	6,014.15	360,566.87	199,210.00	1.6301%	0.0855%
61	BUICK REGAL	1,148.93	11	509,556	0.96%	46,323	444.28	487.53	716.96	249,550.00	114,000.00	0.2780%	0.0247%
62	PONTIAC BONNEVILLE	1,337.71	19	2,300,189	1.42%	121,525	1,728.21	1,894.29	2,785.72	362,700.00	141,007.14	0.7063%	0.1589%
63	SILVERADO	7,546.49	109	17,848,606	1.44%	183,730	2,363.95	2,594.11	3,814.87	345,640.00	202,535.00	0.8585%	0.4185%
64	CAVALIER (nueva generacion)	7,786.87	54	4,180,522	0.70%	77,047	536.68	587.83	864.46	142,780.00	96,837.24	0.5796%	0.0381%
65	NEW YORKER LH	798.25	9	1,503,190	1.13%	167,022	1,687.84	2,071.85	3,046.55	254,000.00	105,000.00	0.9609%	0.5771%
66	INTREPID	3,978.92	47	6,173,295	1.16%	131,247	1,551.50	1,702.56	2,503.77	271,568.67	180,458.67	0.8111%	0.1878%
67	NEON	31,127.86	288	23,095,003	0.93%	80,191	741.54	814.18	1,197.33	141,780.81	88,127.00	0.6075%	0.2366%
68	NISSAN 240 SX	468.83	8	785,900	1.71%	96,239	1,683.49	1,847.40	2,718.77	253,333.33	142,600.00	1.0129%	0.0687%
69	INFINITI	989.99	5	1,274,967	0.51%	254,599	2,875.59	1,412.96	2,077.88	481,063.33	288,477.08	0.3016%	0.2186%
70	ESCORT Y NUEVO ESCORT	35,784.21	220	19,618,218	0.91%	89,165	548.18	601.55	864.64	158,205.26	83,584.91	0.5023%	0.1067%
71	MERCURY SABLE	2,751.99	19	1,908,031	0.89%	100,423	893.33	760.83	1,118.87	266,366.67	148,666.76	0.3193%	0.1005%
72	MYSTIQUE	10,492.83	143	19,369,614	1.36%	135,452	1,345.99	2,025.72	2,979.00	238,625.00	134,458.89	1.1104%	0.3278%
73	WINDSTAR	14,180.86	347	70,550,564	2.45%	203,316	4,962.08	5,487.16	8,038.95	342,400.00	238,857.80	2.0427%	0.4150%
74	DERBY Y NUEVO DERBY	6,801.01	75	4,579,056	1.10%	61,054	573.29	736.85	1,086.54	122,400.00	88,902.88	0.7874%	0.1361%
75	STRATUS Y BREEZE	28,448.79	295	28,971,828	1.04%	98,210	1,018.39	1,117.54	1,543.44	178,028.67	110,963.70	0.7832%	0.2246%
76	DOODGE WAGON	4,940.67	45	6,022,098	0.91%	133,824	1,218.68	1,337.56	1,987.00	281,412.50	184,492.86	0.6206%	0.1192%
77	TSUBAME	8,180.14	50	2,143,062	0.81%	42,861	262.83	268.20	423.82	154,700.00	90,238.85	0.2478%	0.0449%
78	MERCEDES BENZ	1,117.80	4	1,218,919	0.36%	304,730	1,090.68	1,196.85	1,780.07	62,563.33	547,997.45	0.2122%	0.0019%
79	BMW	911.86	9	3,873,755	0.99%	408,195	4,028.66	4,421.13	6,501.86	737,557.97	549,229.23	0.7945%	0.1189%
80	HONDA ACCORD	4,831.96	32	4,364,245	0.89%	136,383	942.20	1,033.94	1,520.50	200,125.00	200,226.67	0.5014%	0.0329%
81	CIRRUS	6,140.87	51	7,543,864	0.83%	147,918	1,228.46	1,348.07	1,982.45	275,790.00	186,824.83	0.5623%	0.2588%
82	SENTRA	37,037.82	348	28,363,219	0.84%	75,728	711.52	780.80	1,148.23	178,050.00	109,803.42	0.5680%	0.1352%
83	LUCINO	2,983.51	46	3,919,557	1.55%	85,208	1,322.81	1,451.38	2,134.38	184,533.33	105,187.50	0.8846%	0.4772%
84	LUMINA	498.02	8	351,802	1.80%	43,950	704.59	773.19	1,137.05	298,500.00	128,750.00	0.3809%	0.0002%
85	CAMARO	1,179.53	20	2,083,014	1.70%	104,151	1,785.98	1,937.92	2,848.96	361,816.87	194,781.79	0.6286%	0.2988%
86	GEO TRACKER	1,035.57	12	1,373,441	1.16%	114,453	1,328.27	1,455.40	2,140.29	192,040.00	123,834.64	0.9377%	0.2742%
87	ALTBIA	6,183.45	56	8,912,975	0.91%	123,448	1,173.88	1,226.83	1,804.17	232,560.00	150,886.43	0.7071%	0.1080%
88	CONTOUR	13,452.36	154	17,930,077	1.14%	116,429	1,328.86	1,462.83	2,150.80	205,535.71	125,722.97	0.9525%	0.1537%
89	STRATUS RT	3,579.49	52	6,482,104	1.45%	124,858	1,810.90	1,987.22	2,922.38	388,833.33	136,821.43	1.0522%	0.5315%
90	SEBRING / RT	118.74	5	678,130	4.28%	135,826	5,817.50	5,363.92	9,398.12	385,000.00	147,000.00	1.7754%	1.7366%
91	PONTIAC GRAN PRIZ	2,045.74	62	10,955,669	3.03%	178,708	5,355.47	5,876.90	8,842.50	348,500.00	237,978.18	2.2757%	0.2963%
92	CHEVROLET VENTURE	2,212.41	30	5,642,573	1.36%	188,096	2,550.42	2,796.74	4,115.79	307,966.67	216,438.46	1.6866%	0.2086%
93	NUEVO MALIBU	956.87	81	9,117,728	1.04%	148,471	1,555.58	1,704.84	2,507.12	212,560.00	157,286.41	1.0644%	0.1454%
94	SUNFIRE	4,065.18	40	4,675,946	0.98%	118,898	1,141.82	1,253.00	1,842.84	175,825.00	127,803.04	0.9491%	0.1363%
95	PATHFINDER	2,778.47	69	16,285,822	2.49%	238,028	5,878.35	6,450.70	9,486.32	359,140.00	242,754.71	2.3567%	0.4213%
96	QUEST	710.67	5	1,017,104	0.70%	203,421	1,431.20	1,570.55	2,308.83	325,925.00	277,262.22	0.5879%	0.2189%
97	EXPEDITION	2,203.44	95	28,859,476	4.31%	301,879	13,008.72	14,273.12	20,989.88	418,512.50	271,142.50	4.8616%	0.5244%
98	ESCORT Z32	4,843.03	32	5,523,364	1.07%	110,823	1,187.78	1,303.41	1,918.78	192,900.00	108,806.38	0.9370%	0.1006%
99	HONDA CIVIC	3,467.13	38	4,786,372	1.10%	125,431	1,347.73	1,508.58	2,218.50	151,477.73	101,977.08	1.0819%	0.0823%
100	ALDI AM	863.75	11	1,843,894	1.56%	148,445	2,388.58	2,800.30	3,823.97	414,042.86	317,441.70	0.8997%	0.2920%

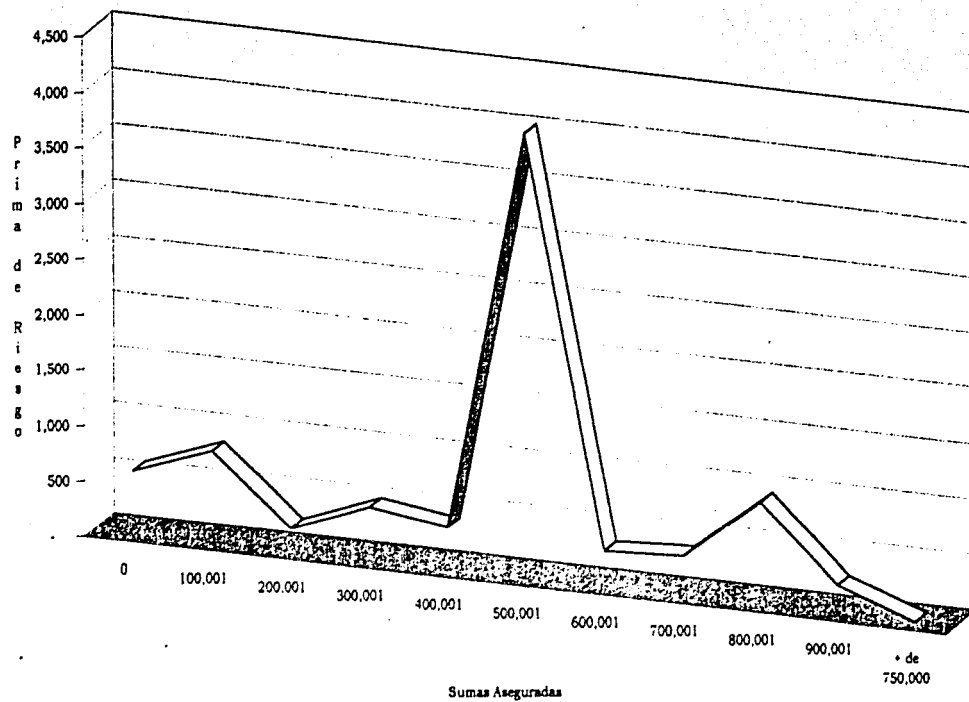
OBTECION DE LAS CUOTAS T1 T2  
ROBO TOTAL

CLAVE	DESCRIPCION	UNDADES EXPUETAS	NUMERO DE SINISTROS	MONTO DE SINISTROS	FREC. DE SINISTROS	MONTO PROMEDIO	PRIMA DE RESGO	PRIMA DE RESGO CON GA YRA	PRIMA DE TARIFA	VN	VC	T1	T2		
101	PEUGEOT 306	135	15	129.973	0.74%	129.973	961.66	1.055.29	1.551.89	164.444.44	136.157.89	0.9437%	0.0000%		
102	JAGUAR	20	93	203.394	4.78%	203.394	9.718.78	10.565.05	15.653.90	935.000.00	784.503.70	0.0000%	2.0515%		
103	PORSCHE	3	87	0	0.00%	0	0.00	0.00	0.00	1.304.285.71	797.363.33	0.0000%	0.0000%		
104	LAND ROVER	75	26	329.441	1.33%	329.441	4.378.39	4.802.50	7.062.49	459.542.66	391.506.25	1.5369%	0.0000%		
105	EXPRESS VAN	307	85	240.835	0.33%	240.835	782.17	858.33	1.262.25	291.050.00	212.335.00	0.0000%	0.0000%		
106	DURANGO	2,213	22	7,030,789	1.83%	195,300	3,178.73	3,486.03	5,126.52	362,590.00	255,400.71	1.4492%	0.0068%		
107	300 M	678	01	1,886,203	1.03%	269,458	2,781.96	3,052.85	4,488.48	345,000.00	258,000.30	1.1602%	0.1901%		
108	NEON R/T	273	74	234,905	0.73%	117,453	858.15	941.70	1,384.85	179,780.00	103,700.00	0.7703%	0.0000%		
108	FIESTA	5,276	09	1,880,836	0.47%	75,225	358.45	391.15	575.22	110,354.55	84,840.00	0.4541%	0.0873%		
110	LINCOLN NAVIGATOR	187	87	3,221,125	3.54%	480,181	16,279.01	17,864.02	26,270.62	800,000.00	422,500.00	4.3784%	0.0000%		
111	FORD CLUB WAGON	448	01	250,467	0.45%	125,234	557.62	512.13	900.19	325,338.48	208,240.00	0.2787%	0.0000%		
112	POINTER	10,866	18	3,922,722	0.86%	56,039	367.77	403.58	592.50	113,980.00	91,414.33	0.4531%	0.0842%		
113	NEW BEETLE	869	07	3,092,211	2.25%	154,811	3,478.03	3,818.87	5,812.75	184,583.33	151,795.00	2.9245%	0.1414%		
114	PEUGEOT 405	47	38	0	0.00%	0	0.00	0.00	0.00	268,166.67	187,578.57	0.0000%	0.0000%		
115	GRAN AM	374	85	4,365,830	1.07%	91,408	975.40	1,070.38	1,574.07	257,800.00	201,873.53	0.5488%	0.0789%		
116	AUDI A6	11	80	0	0.00%	0	0.00	0.00	0.00	738,750.00	607,388.89	0.0000%	0.0000%		
117	AUDI A4 CABRIOLET	10	88	0	0.00%	0	0.00	0.00	0.00	577,000.00	358,333.33	0.0000%	0.0000%		
118	AUDI A3	110	50	3,714	0.91%	3,714	33.61	36.88	54.24	286,175.00	238,127.80	0.0187%	0.0003%		
119	AUDI A6	79	50	0	0.00%	0	0.00	0.00	0.00	548,700.00	414,967.86	0.0000%	0.0000%		
120	IMPALA	48	84	0	0.00%	0	0.00	0.00	0.00	297,915.87	237,312.50	0.0000%	0.0000%		
121	URVAN	8	07	0	0.00%	0	0.00	0.00	0.00	232,411.11	184,468.57	0.0000%	0.0000%		
122	X TERRA	12	48	0	0.00%	0	0.00	0.00	0.00	288,068.68	242,828.68	0.0000%	0.0000%		
123	FOCUS	317	24	935,961	1.89%	155,994	2,950.29	3,237.54	4,761.10	179,745.45	152,260.00	2.8488%	0.0000%		
124	JETTA GEN. 4	3,481	80	17,808,173	2.79%	183,598	5,114.65	5,812.64	8,253.88	219,914.29	180,417.59	3.5082%	0.2975%		
125	GOLF GEN 4	27	18	1,244,861	3.88%	244,861	9,018.82	9,894.74	14,551.08	182,108.33	157,029.67	0.0000%	0.0000%		
126	VOLVO	6	57	0	0.00%	0	0.00	0.00	0.00	517,000.00	410,638.13	0.0000%	0.0000%		
127	FERRARI	0	58	0	0.00%	0	0.00	0.00	0.00	2,961,333.33	2,575,200.00	0.0000%	0.0000%		
128	MASERATI	0	0	0	0.00%	0	0.00	0.00	0.00	1,445,000.00	1,300,500.00	0.0000%	0.0000%		
TOTAL		1,133,764	74	17,376	1,297,884	522	1.63%	106,886	1,633.86	1,792.80	2,636.17	312,831.78	191,440.00	6.7398%	0.1884%

Nota: Dado que estas cifras son del año de 1999, es necesario tratar de actualizar lo más posible el monto de los siniestros, dicho actualización se hace en base a la inflación acumulada y proyectada (06.10%) a Diciembre del 2001.  
Fuente de Informacion: Grupo de Economistas y Asociados (Consultoría) 16 de Julio del 2001



### COMPORTAMIENTO DE LA PRIMA Responsabilidad Civil



### COMPORTAMIENTO DEL MONTO DE SINIESTROS Responsabilidad Civil

