



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE CIENCIAS

**APLICACIÓN DE LA TEORÍA DE LA CREDIBILIDAD PARA EL
CÁLCULO DE PRIMAS DE REASEGURO TOMADO UTILIZANDO
CONTRATOS CUOTA PARTE.**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

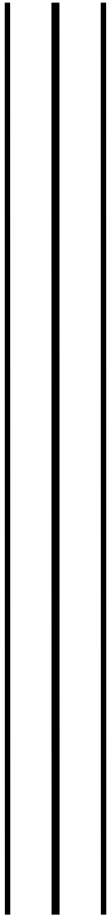
ACTUARIA

P R E S E N T A:

BRENDA JAQUELINE MENESES OCHOA

DIRECTOR DE TESIS:

ACT. EDUARDO BELLO CASTAÑEDA



Ciudad Universitaria, CD. MX., 2021



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.

Hoja de datos del Jurado

1.Datos del alumno Meneses Ochoa Brenda Jaqueline 56 13733150 Universidad Nacional Autónoma de México Facultad de Ciencias Actuaria 313079085
2.Datos del Tutor Act. Bello Castañeda Eduardo
3.Datos del sinodal 1 M. en C. Vázquez Alamilla Jaime
4.Datos del sinodal 2 M. en F. Villa Valles Irma Roció
5.Datos del sinodal 3 M. en I. Lanzguerrero Obeid Karen
6.Datos del sinodal 4 Act. Rueda García Castor Mauricio
7.Datos del trabajo escrito Aplicación de la teoría de la Credibilidad para el cálculo de primas de Reaseguro Tomado utilizando contratos cuota parte. 61 p 2020

Todos los triunfos nacen cuando nos atrevemos a comenzar.
Eugene Fitch

AGRADECIMIENTOS

A mi padre, que ya no se encuentra hoy conmigo, pero miro al cielo y agradezco por haber tenido un padre excelente el cual me dejo los pasos a seguir, para ser la persona que hoy en día soy.

A mi madre, por ser mi confidente, por su amor y por ser un apoyo para lograr mis objetivos, este logro es de ambas.

A mis hermanos David, Ana y Gina, por ser mis ejemplos a seguir, por el apoyo y amor que me dan y han dado a lo largo de mi vida.

A Jorge, mi nuevo hermano, por el apoyo, consejos y por apoyarme siempre en mis proyectos.

A mi adorado Ringo, por estar en las noches de desvelos a mi lado, por darme amor incondicional y ser la alegría de mis días.

A mi adorado Nupy por ser mi gruñón y dejarse querer, por darme alegrías y estar en las noches de desvelo.

A mi amigo Jesús, por ser una parte importante durante mi estancia en la universidad.

A mi tutor y a mis sinodales, los cuales tuve el privilegio de tenerlos como profesores, por el conocimiento que me compartieron a lo largo de la carrera.

Contenido

INTRODUCCIÓN	1
I. REASEGURO	2
1.1 REASEGURO EN EL SECTOR ASEGURADOR MEXICANO	2
1.2 PROBLEMÁTICA DEL REASEGURO	2
1.3 ANTECEDENTES DE REASEGURO	3
1.4 ANTECEDENTES DEL REASEGURO EN MÉXICO	5
1.5 RETENCIÓN	5
1.5.1 Límite Máximo de Retención	5
1.6 DEFINICIÓN DE REASEGURO	6
1.6.1 Función del Reaseguro	6
1.7 CLASIFICACIÓN DEL REASEGURO	6
1.7.1 Reaseguro Facultativo	7
1.7.2 Reaseguro Automático u Obligatorio	7
1.8 SISTEMAS DE REASEGURO	7
1.9 REASEGURO PROPORCIONAL	8
1.9.1 Cuota Parte	8
1.9.2 Excedente	9
1.9.3 Open Cover	10
1.9.4 Pool	10
1.10 REASEGURO NO PROPORCIONAL	11
1.10.1 Exceso de pérdidas por riesgo (Working Cover)	11
1.10.2 Exceso de pérdida por evento (XL catastrófico)	12
1.10.3 Stop loss	12
1.11 REGULACIÓN DE REASEGURO EN MÉXICO	13
1.11.1 Límites máximos de retención	14
1.12 ÁREAS DE APLICACIÓN DE LAS MODALIDADES DE REASEGURO	15
1.12.1 Los contratos de Reaseguro Proporcional	15
1.12.2 Los contratos de Reaseguro No Proporcional	16
II TEORÍA DE CREDIBILIDAD	18
2.1 CREDIBILIDAD TOTAL Y PARCIAL	18
2.2 MODELO DE CREDIBILIDAD DE DISTRIBUCIÓN LIBRE	21
2.3 MODELO DE BÜHLMANN (1967)	22
2.4 MODELO DE BÜHLMANN-STRAUB (1979)	24
2.5 ANÁLISIS FODA DE LOS MODELOS DE DISTRIBUCIÓN LIBRE	26
2.6 SIMULACIÓN DE LA PRIMA DE RIESGO	26
III. CÁLCULO DE LA PRIMA DE RIESGO PARA EL RAMO DE AUTOMÓVILES, BASADO EN LA TEORÍA DE CREDIBILIDAD	28
3.1 SINIESTRALIDAD	28
3.2 CÁLCULO DE LA PRIMA DE RIESGO	28
IV. RESULTADOS	39
4.1 REASEGURO EN EL RAMO DE AUTOMÓVILES.	41
CONCLUSIONES	49

ANEXO 1. CONCEPTOS ACTUARIALES DE USO COMÚN	50
ANEXO 2. DEFINICIONES MATEMÁTICAS	54
ANEXO 3. INFORMACIÓN DEL CATÁLOGO SEGMENTO/MARCA	57
BIBLIOGRAFÍA	61

INTRODUCCIÓN

La población siempre ha estado expuesta al riesgo, lo que puede generar pérdidas económicas en caso de que suceda el siniestro, por tal motivo surgió el seguro, este tiene como objetivo la protección de los asegurados ante el riesgo, pero ¿quién protege al seguro de la bancarrota y del riesgo? la respuesta es: el Reaseguro, el cual se puede definir a grandes rasgos como “el seguro del seguro”.

A lo largo del tiempo el reaseguro ha tomado una gran importancia en el sector asegurador a través de sus diferentes modalidades que se adecuan a los ramos que existen, pero para que la reaseguradora pueda dar protección a una aseguradora, se deben calcular las primas de riesgo, las cuales deben cubrir el costo del siniestro en caso de que este suceda, por lo que con el tiempo se han desarrollado diferentes modelos que permiten el cálculo de estas, entre estos están los modelos basados en la teoría de credibilidad, la cual combina la información de la cartera con la individual.

En los últimos años en México ha habido un incremento en la venta de autos, que junto con las modificaciones en la ley han aumentado las pólizas emitidas. Por tal razón, las aseguradoras, con el fin de protegerse y aumentar su capacidad financiera comparten el riesgo con las reaseguradoras, las cuales a veces no cuentan con experiencia propia, por lo que se encuentran con la problemática de calcular las primas de riesgos, y responder ¿Cómo se pueden calcular primas si no se tiene experiencia? Este trabajo tiene como objetivo responder a estos cuestionamientos realizando una aplicación de la teoría de credibilidad con los modelos de Bühlmann y Bühlmann Straub, para el cálculo de la prima de riesgo se utilizó información estadística del sector asegurador mexicano para el ramo de automóviles en el periodo 2015-2018, todo este proceso se realizó desde la visión de una institución reaseguradora.

Este trabajo se presenta del modo siguiente:

Capítulo 1 Reaseguro: En este capítulo se menciona la problemática, se abordan los antecedentes de reaseguro, el vocablo de uso común, así como su definición de acuerdo a diversos autores, su clasificación, los diferentes sistemas que tiene, los tipos de contratos que existen de reaseguro proporcional y no proporcional, su regulación en México y su área de aplicación en el mercado.

Capítulo 2 Teoría de Credibilidad: En este capítulo se aborda en que consiste la teoría de credibilidad, se presentan los modelos de Bühlmann y Bühlmann-Straub y se menciona en que consiste la simulación que se realiza.

Capítulo 3 Cálculo de la Prima de Riesgo: Se aplica la teoría de credibilidad de acuerdo a los modelos de Bühlmann y Bühlmann-Straub, con los datos obtenidos del mercado mexicano de seguros para el ramo de automóviles y se realiza el cálculo de los contratos cuota parte.

Capítulo 4 Resultados: En el sexto capítulo, se dan los resultados obtenidos de lo puesto en práctica del capítulo anterior y un análisis de la aplicación.
Por ultimo mostramos las conclusiones.

CAPÍTULO I

I. REASEGURO

En este capítulo daremos un panorama general del reaseguro en México, los antecedentes del reaseguro, su función, sistemas y modalidades que tiene, así como su área de aplicación en los ramos de seguros y daremos algunos ejemplos. A continuación, mencionaremos el reaseguro en el sector asegurador mexicano.

1.1 Reaseguro en el sector asegurador mexicano

El negocio del reaseguro representa un elemento fundamental para la operación del seguro, al ofrecer un respaldo, actualmente en México hay dos reaseguradoras nacionales, 19 intermediarias de Reaseguro y 267 reaseguradoras¹ extranjeras registradas por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, algunas de ellas con oficinas de representación en nuestro país, dan servicio a las 39 instituciones aseguradoras que integran el mercado asegurador mexicano.

En diciembre del 2019 la Comisión Nacional de Seguros y Fianzas (CNSF) informo que la mayor parte de las operaciones de reaseguro cedido se presentó en los ramos de Daños, sin incluir el ramo de Automóviles, donde se cedió el 71.7% del total de la prima emitida. En el cuadro 1, se muestra la Prima Cedida en Reaseguro y Reafianzamiento por operación.

Cuadro 1. Prima Cedida en Reaseguro y Reafianzamiento por operación

Operación	Composición de la cartera Dic-18(%)	Composición de la Cesión de la cartera Dic-19 (%)
Vida	5.1	5.0
Accidentes y Enfermedades	6.4	7.5
Daños sin Autos	67.8	71.7
Autos	6.6	6.6
Fianzas	42.3	44.0
Mercado de Seguros y Fianzas	16.8	18.7

Fuente: Información obtenida del “Boletín de análisis sectorial” de la CNSF 2018.

1.2 Problemática del Reaseguro

De acuerdo a la Asociación Mexicana de Instituciones de Seguros (AMIS), el ramo de seguros de autos es un mercado creciente debido al incremento en la venta de automóviles, por lo que cada día

¹ Se puede consultar el listado de reaseguradoras extranjeras en el siguiente link: <https://www.gob.mx/cnsf/documentos/reaseguradores-extranjeros-e-intermediarios>

existen más autos en circulación y esto puede provocar un aumento en el riesgo de sufrir un percance, además, el seguro de responsabilidad civil vehicular comenzó a ser obligatorio desde enero del 2019.

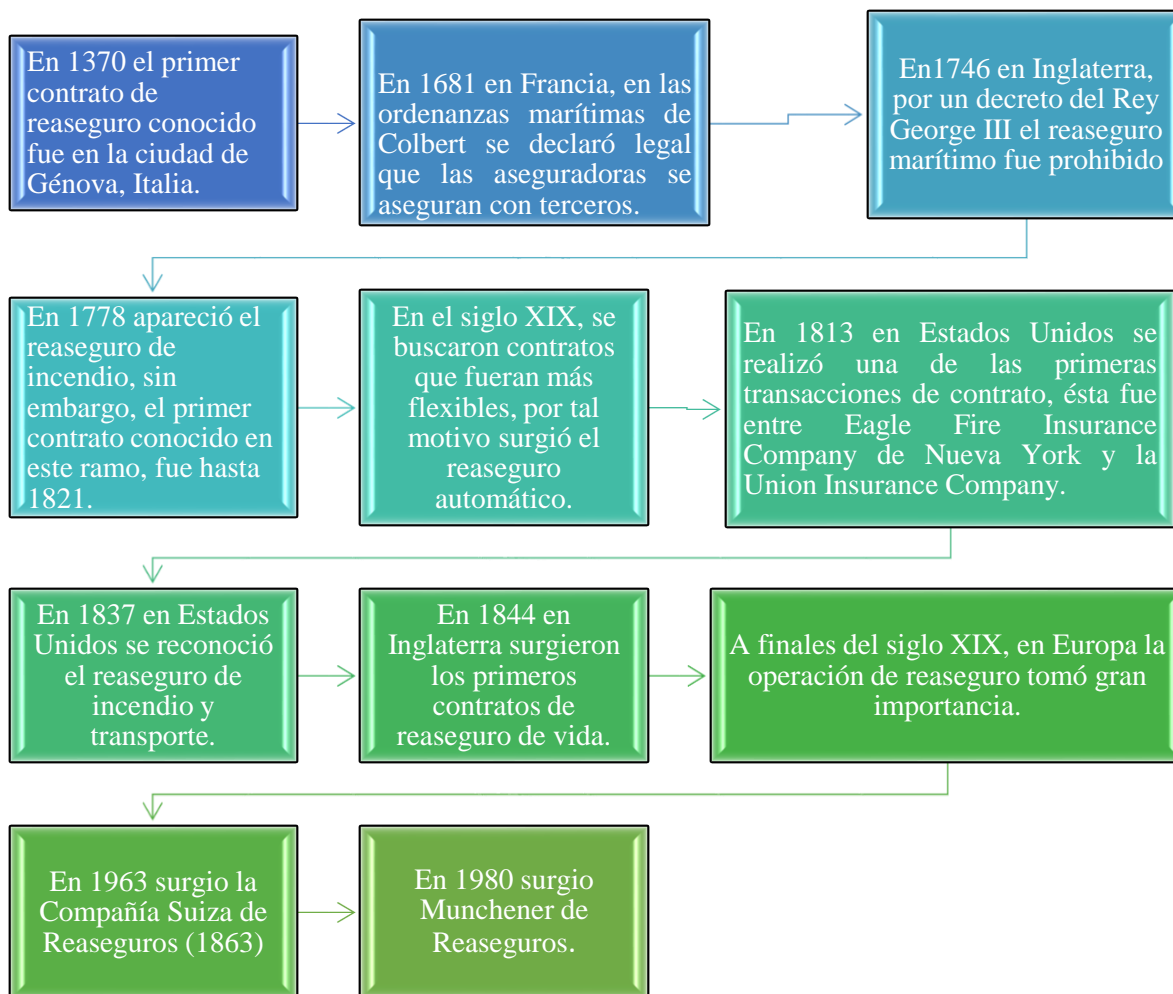
Por lo anterior los dueños de los vehículos se han visto obligados a contratar un seguro vehicular de acuerdo a sus necesidades, al tipo de automóvil que tienen, tipo de riesgo al que pueden estar expuestos, entre otros factores. Por tal razón, las aseguradoras al observar el incremento en el mercado pueden considerar compartir el riesgo con una reaseguradora nacional o extranjera, con el fin de protegerse y aumentar su capacidad financiera.

Las reaseguradoras a veces no cuentan con experiencia propia, por lo que tienen que recurrir a las estadísticas del sector asegurador para tener un panorama general de la siniestralidad y considerar el grado de confianza de las estadísticas para determinar el porcentaje de las primas que es oportuno tomar.

1.3 Antecedentes de Reaseguro

El reaseguro surgió de la necesidad de las aseguradoras de equilibrar los riesgos de su cartera y evitar insolvencia en la compañía. Su origen no se conoce con exactitud, pero se cree que es casi tan antiguo como el seguro. A continuación, en la figura 1 en una línea del tiempo, se muestra los antecedentes del reaseguro.

Figura 1. Antecedentes del Reaseguro

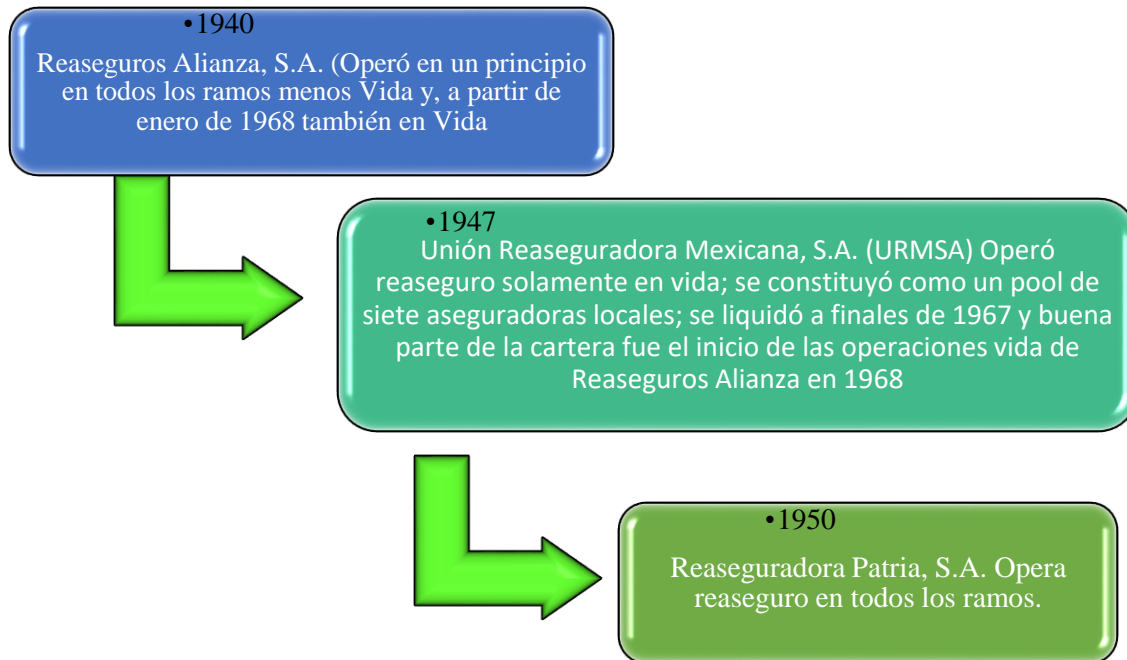


Fuente: Elaboración propia a partir de la información de “Reaseguro” de Minzoni, 1995.

1.4 Antecedentes del Reaseguro en México

En la figura 2, se muestra algunos antecedentes del reaseguro en México:

Figura 2. Antecedentes del Reaseguro



Fuente: Elaboración propia a partir de la información de “Reaseguro” de Minzoni, 1995.

1.5 Retención

Es la cantidad máxima que asume el asegurador, sobre cada riesgo, en cada ramo. La retención varía en cada institución según sus recursos financieros (Minzoni, 1995 pág. 29; Arias, 2013 pág. 65).

Por lo tanto, el concepto de retención juega un papel importante en el reaseguro, ya que se refiere a la suma máxima que la cedente está dispuesta a asumir por cuenta propia en caso de que suceda el riesgo asegurado. También podemos encontrar el término de retención como: pleno, participación, compromiso neto, etc.

1.5.1 Límite Máximo de Retención

En la Circular Única de Seguros y Fianzas (CUSF), los límites máximos de retención, son la cantidad máxima que las Instituciones de Seguros podrán retener, en el seguro directo o tomado, en cada uno de los riesgos asegurados en las pólizas en vigor, una vez deducida la parte cedida en los diferentes contratos de Reaseguro en que participen; se considera como dicho límite los deducibles o cualquier otro elemento que el contrato de Reaseguro mencione.

1.6 Definición de Reaseguro

En la CUSF, el reaseguro es definido como aquel contrato en el cual una Institución de Seguros, una Reaseguradora Extranjera o una entidad reaseguradora toma a su cargo total o parcialmente un riesgo ya cubierto por otra Institución de Seguros o remanente de daños que exceda de la cantidad asegurada por el asegurado directo. Es decir, es un acuerdo entre dos partes, la aseguradora, que traspasará una parte del riesgo asumido a la reaseguradora, la cual se responsabiliza de la parte que le han cedido, de acuerdo con el contrato pactado.

1.6.1 Función del Reaseguro

El reaseguro permite a la aseguradora hacer frente a sus compromisos asumiendo responsabilidades de esta, sin exponer el equilibrio de las reservas. Protege a las compañías de la bancarrota, ya que respalda a estas financieramente en caso de que ocurra el riesgo asegurado, por lo que reduce la probabilidad de ruina de la institución aseguradora.

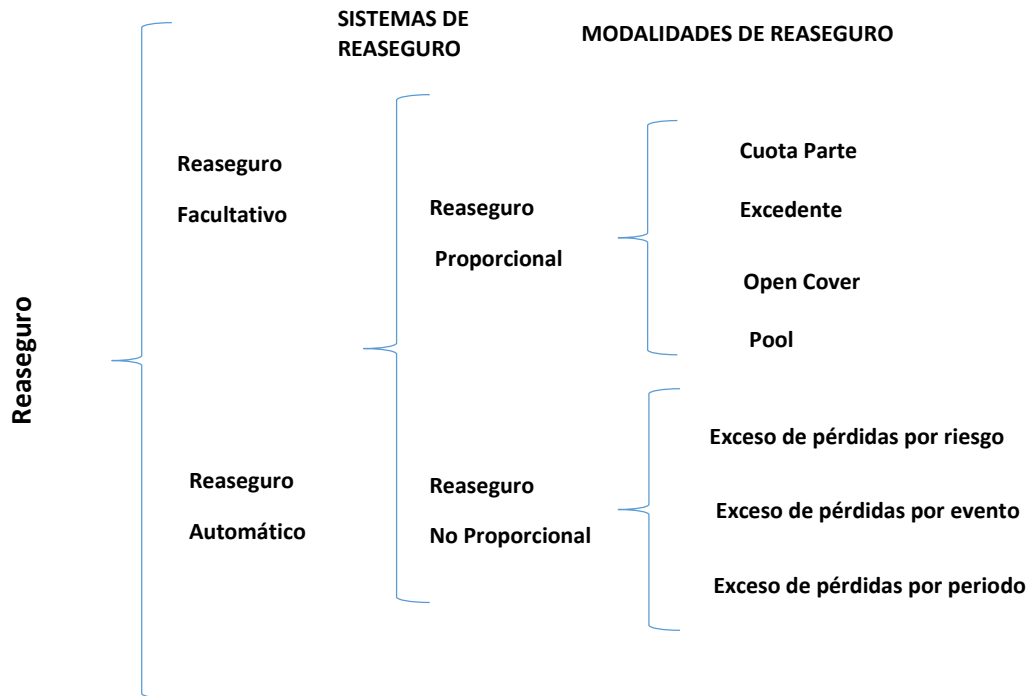
Es importante destacar, que para que se realice la operación de reaseguro con éxito, el reasegurador debe conocer los siguientes aspectos de la cedente:

- a) Situación financiera de la aseguradora.
- b) Reputación del asegurador.
- c) Experiencia y políticas de suscripción.
- d) Límites de responsabilidad del asegurador.
- e) Distribución geográfica de los riesgos asegurados.

1.7 Clasificación del Reaseguro

El reaseguro analizado de manera administrativa-contractual, se puede operar de dos maneras: facultativa y automática, y estas a su vez tienen distintas modalidades, en la Figura. 3 mostramos su esquema.

Figura 3. Clasificación de los sistemas y modalidades de Reaseguro.



Fuente: Elaboración propia a partir de la información de “Reaseguro” de Minzoni, 1995

1.7.1 Reaseguro Facultativo

El reaseguro facultativo, es la forma más antigua de reaseguro. Es un contrato donde la compañía que transfiere el riesgo conserva la libertad de decidir que negocios y en que amplitud desea reasegurar. Asimismo, el reasegurador está en la libertad de aceptar o no el convenio (Esteva, 1994 pág. 3). Algunas de las ventajas que tiene este tipo de reaseguro para la reaseguradora, es la posibilidad de aceptar o rechazar el riesgo, obtención de tasas de primas adecuadas, conocer los métodos de suscripción y la selección de la cartera. Sin embargo, las desventajas para la cedente es que la administración es más cara, pierde libertad para fijar condiciones o la cobertura en el contrato del seguro.

1.7.2 Reaseguro Automático u Obligatorio

En la CUSF, definen el Reaseguro Automático u Obligatorio, con relación a los riesgos o responsabilidades que suscriba la Institución cedente durante un período de vigencia pactado, y en el que se comparten responsabilidades. Es decir, la aseguradora se compromete a ceder una participación determinada de sus negocios en un ramo y el reasegurador, por otra parte, se obliga a aceptarla.

1.8 Sistemas de Reaseguro

El reaseguro dentro de su clasificación facultativo o automático se subdivide en dos sistemas:

- Reaseguro Proporcional
- Reaseguro No Proporcional

A continuación, definiremos los sistemas de reaseguro de acuerdo a las modalidades en las que se desarrollan.

1.9 Reaseguro Proporcional

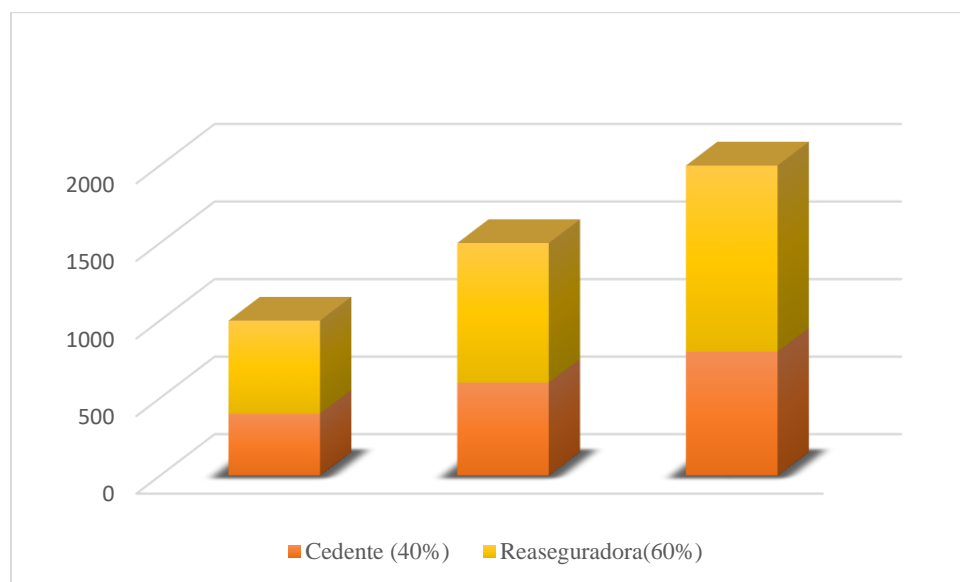
En este tipo de reaseguro existe una proporcionalidad directa entre primas y riesgos cedidos; se denomina también reaseguro de riesgo porque limita la responsabilidad de la cedente sobre cada riesgo (Minzoni, 1995 pág. 19). El reaseguro proporcional, se desarrolla en las siguientes modalidades: cuota parte, excedente, open cover y pool.

1.9.1 Cuota Parte

El asegurador se compromete a retener y ceder al reasegurador un porcentaje fijo de todos los riesgos que suscribe en un cierto ramo hasta determinado límite (Minzoni, 1995 pág. 22; Suiza de Reaseguros, 1988 pág. 71).

En esta modalidad, tanto la cedente como la reaseguradora tienen las mismas condiciones, sin importar el tamaño del riesgo asumido, en el periodo de vigencia del contrato. En la figura 4 se muestra un ejemplo en que la cedente retiene un 30% del riesgo y el otro 70% le cede a la reaseguradora.

Figura 4. Ejemplo de Cuota Parte (40-60)



Fuente: Elaboración propia a partir de la información de “El reaseguro de los ramos generales” de Suiza de Reaseguros, 1988.

El lenguaje común en los contratos de cuota parte es:

$$C.P (A - B); A + B = 1$$

Donde:

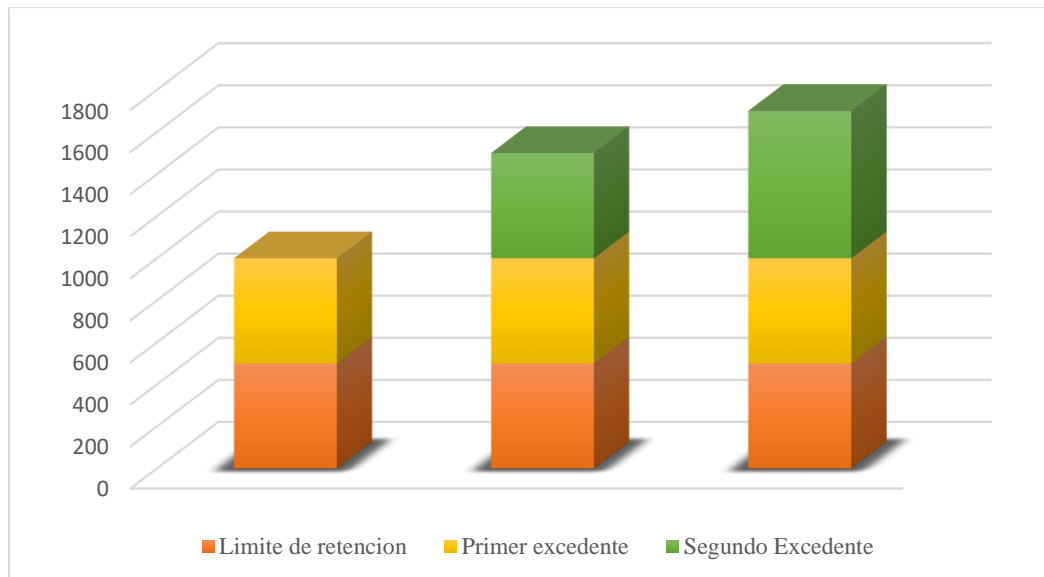
A = Porcentaje del contrato cuota parte a cargo de la aseguradora en sumas aseguradas, primas, comisiones y siniestros.

B = Porcentaje del contrato cuota parte a cargo del reasegurador en sumas aseguradas, primas, comisiones y siniestros.

1.9.2 Excedente

La cedente fija la retención sobre los riesgos de un cierto ramo y será responsable de la misma, financieramente hablando, la compañía cede solamente los importes que ella no puede o no quiere retener por cuenta propia; las cantidades superiores a la retención, se cederán al reasegurador dentro de los límites previstos por el contrato de reaseguro (Minzoni, 1995 pág. 5; Suiza de Reaseguros, 1988 pág. 73). En la figura 5. Se muestra el límite que retiene el asegurador y también el límite máximo que puede ser cedido a la reaseguradora.

Figura 5. Ejemplo de Reaseguro Excedente



Fuente: Elaboración propia a partir de la información de “El reaseguro de los ramos generales” de Suiza de Reaseguros, 1988.

En esta modalidad, existe una mejor homogenización de los riesgos retenidos y por medio de este tipo de contrato, el asegurador puede ampliar su capacidad de suscripción accediendo a riesgos de

mayor entidad. Sin embargo, existe un mayor peso en la administración, debido a que la repartición de riesgos es individual.

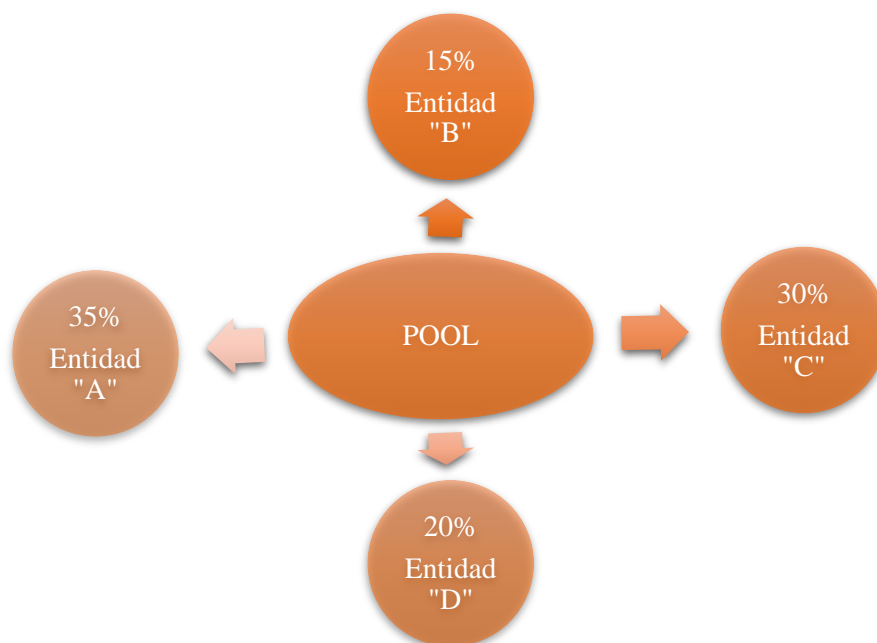
1.9.3 Open Cover

Como su nombre lo indica se refiere a una “cobertura abierta”, la cedente tiene la facultad de reasegurar, y el reasegurador tiene que aceptar todos los negocios aportados al contrato hasta un importe determinado, por lo cual, la cedente puede llenar el contrato a su máxima capacidad, es decir, no tiene limitaciones precisas (Esteva, 1994 pág. 9; Suiza de Reaseguros, 1988 pág. 78). Por tal motivo, podemos decir, que este tipo de contrato es favorable para la aseguradora, debido a que no existe un límite en la cesión de riesgos, sin embargo, a la reaseguradora puede provocarle grandes pérdidas.

1.9.4 Pool

Es un acuerdo de cooperación entre un cierto número de entidades (reaseguradoras), que operan en un mercado concreto cuyo objetivo es ampliar su capacidad de suscripción y sus primas retenidas (MAFPRE, 2010 pág. 22; Esteva, 1994 pág. 7). En la figura 6, se muestra un esquema en cómo se comporta este acuerdo entre las entidades. Este tipo de acuerdo, busca hacer frente a grandes siniestros en conjunto.

Figura 6. POOL de Reaseguradoras



Fuente: Elaboración propia a partir de la información de “El reaseguro de los ramos generales” de Suiza de Reaseguros, 1988.

1.10 Reaseguro No Proporcional

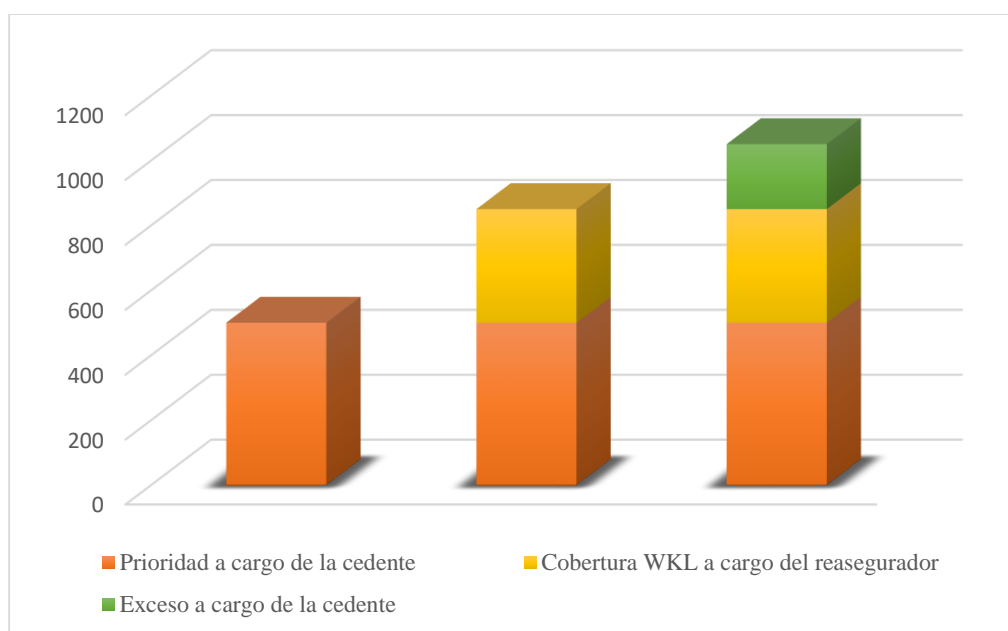
En este reaseguro, no hay ninguna proporcionalidad entre prima cedida y riesgo cedido; se denomina también reaseguro de siniestros porque limita la responsabilidad de la cedente hasta un monto máximo de siniestros, que la misma puede tomar a su cargo; en este caso, al cubrir el exceso de siniestros, la aseguradora confiere al reasegurador una cuota (costo) que se determinará por medio de elementos estadísticos sin relación con los costos del asegurador (Minzoni, 1995 pág. 32).

Este tipo de reaseguro, se ejerce una vez ocurrido el siniestro y cuando se supera el monto de prioridad de la cedente; está diseñado para proteger al asegurador contra las pérdidas grandes. Al igual que en el reaseguro proporcional, existen distintas modalidades de contratos que son del tipo no proporcional tal como: exceso de pérdidas por riesgo, exceso de pérdida por evento y exceso de pérdida por periodo.

1.10.1 Exceso de pérdidas por riesgo (Working Cover)

El asegurador pagará la totalidad de las reclamaciones que se presenten durante un cierto periodo y hasta cierta cantidad (prioridad), y el excedente, de haberlo, lo solventará el reasegurador (hasta cierto límite), es decir, el reaseguro protege al asegurador contra siniestros que sobrepasen el importe que decidió conservar la aseguradora por cuenta propia. (Minzoni, 1995 pág. 35; Suiza de Reaseguros, 1988 pág. 132). En otras palabras, el reasegurador pagará lo excedido, entre el valor del siniestro de un riesgo individual y la prioridad de la aseguradora acordado en el contrato; su misión principal es limitar la responsabilidad de la aseguradora al acontecer el siniestro. En la figura 7 se muestra su comportamiento.

Figura 7. Working Cover

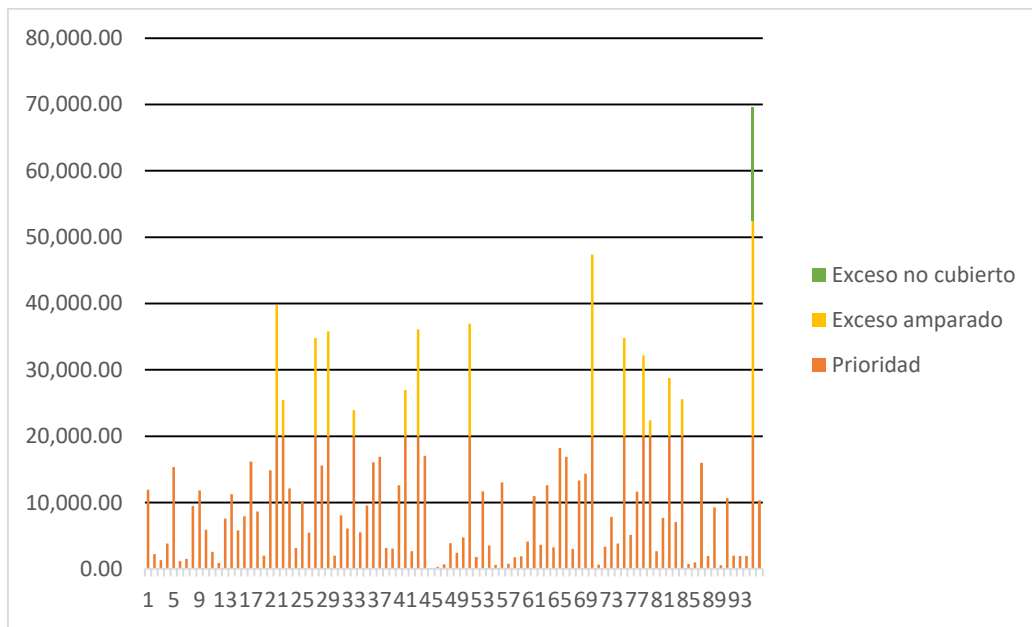


Fuente: Elaboración propia a partir de la información de “El reaseguro de los ramos generales” de Suiza de Reaseguros, 1988.

1.10.2 Exceso de pérdida por evento (XL catastrófico)

Conjunto de riesgos asegurados que originen un cierto número de reclamaciones como consecuencias de un evento de la naturaleza (tempestad, terremoto, etc.), siempre y cuando el costo agregado haya excedido el monto de prioridad y no supere el límite de la cobertura, el asegurador pagará hasta una cierta cantidad fijada de antemano por cada evento y el excedente, de haberlo, lo pagará el reasegurador (Minzoni, 1995 pág. 38; Suiza de Reaseguros, 1988 pág. 133). En la figura 8, se muestra su comportamiento en una cartera con diferentes contratos.

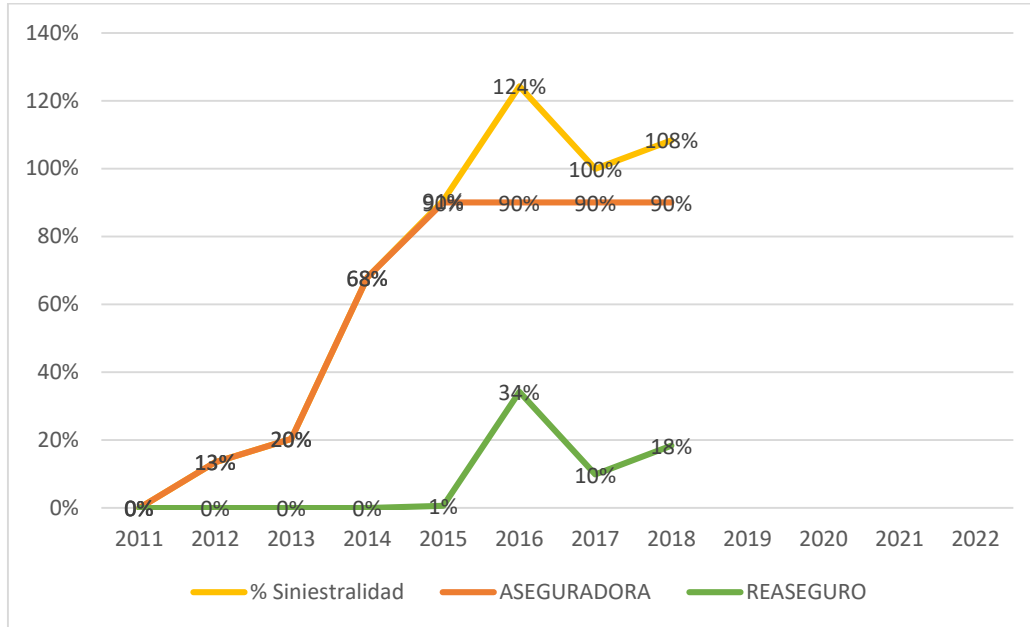
Figura 8. XL Catastrófico



Fuente: Elaboración propia a partir de la información de “El reaseguro de los ramos generales” de Suiza de Reaseguros, 1988.

1.10.3 Stop loss

Conjunto de riesgos asegurados en un cierto ramo, el asegurador pagará el total de las reclamaciones durante un periodo determinado, cualquiera que sea el monto de cada una y hasta cierta cantidad determinada de antemano, y el reasegurador el excedente (Minzoni, 1995 pág. 40). En sí, esta modalidad busca proteger los resultados anuales de la compañía de un ramo, por lo que, la reaseguradora entra en acción cuando se sobrepasa la tasa de siniestralidad establecida en el acuerdo; debido a esto, el contrato limita la pérdida de la aseguradora sobre el total de la cartera en cierto ramo.

Figura 9. Stop loss

Fuente: Elaboración propia a partir de la información de “El reaseguro de los ramos generales” de Suiza de Reaseguros, 1988.

1.11 Regulación de Reaseguro en México

La operación de reaseguro está regulada en México por la Ley de Instituciones de Seguros y de Fianzas (LISF) y la Circular Única de Seguros y Fianzas (CUSF).

En el capítulo tercero artículo 38 de la LISF, se establece que se ajustarán las operaciones a lo dispuesto de la misma, y a las disposiciones de la secretaría y la Comisión Nacional de Seguros y Fianzas, en uso de las facultades que le corresponda.

En el artículo 39 de la misma, se menciona que las autorizaciones que en términos del artículo 25 de la Ley se otorguen a las Instituciones de seguros autorizadas para practicar exclusivamente el reaseguro, se referirán a lo siguiente:

- I. Personas;
- II. Bienes;
- III. Responsabilidades, y
- IV. Fianzas.

En la CUSF, en el capítulo 9.4 se hace referencia sobre las operaciones de Reaseguro en efecto de los artículos 256, 257, 261, 262 y 264 de la LISF.

En el artículo 256 se decreta que las Instituciones deberán diversificar y dispersar los riesgos y las responsabilidades que asuman al realizar sus operaciones, a través de la celebración de contratos de reaseguro o de reafianzamiento con otras Instituciones o con Reaseguradoras Extranjeras, empleando en su caso los servicios de Intermediarios de Reaseguro, o bien a través de contratos de coaseguro o cofianzamiento con otras Instituciones.

En el artículo 257, se menciona que, las Instituciones deberán practicar las operaciones de reaseguro y de reafianzamiento, tanto en su carácter de cedentes como de cesionarias, en términos que les permitan una adecuada diversificación de los riesgos o responsabilidades que asuman. A tal efecto, en la realización de operaciones de cesión de reaseguro o de reafianzamiento, las Instituciones deberán procurar una adecuada dispersión en el uso de entidades reaseguradoras o reafianzadoras. En el artículo 261 se estipula que, los excedentes que las Instituciones tengan sobre los límites máximos de retención deberán distribuirlos, mediante su cesión a través de contratos de reaseguro o reafianzamiento, a otras Instituciones o a Reaseguradoras Extranjeras.

En el artículo 262, se especifica que, las Instituciones de Seguros autorizadas, en términos de lo previsto en el artículo 39 de la Ley de Instituciones de Seguros y Fianzas, para practicar exclusivamente el reaseguro o el reafianzamiento, ajustarán sus operaciones a lo dispuesto en el presente ordenamiento, así como a las disposiciones de carácter general que establezca la Comisión, con acuerdo de su Junta de Gobierno, las cuales tomarán en cuenta las características de operación de ese tipo de instituciones.

En donde se menciona que las Instituciones deberán diversificar y dispersar los riesgos y las responsabilidades que asuman al realizar sus operaciones, a través de la celebración de contratos de reaseguro.

1.11.1 Límites máximos de retención

Según la LISF, la fijación de los límites máximos de retención que en cada operación o ramo asuman las Sociedades Mutualistas, será responsabilidad del consejo de administración y se sujetará a lo previsto en sus artículos 70, 258, 260, 337 y 352.

En el artículo 70 se mencionan las obligaciones que tendrá el consejo de administración.

En el artículo 258 se dice que la Comisión, mediante disposiciones de carácter general, con acuerdo de su Junta de Gobierno, establecerá los procedimientos para determinar, en cada operación o ramo, o bien en cada ramo o subramo, según sea el caso, los límites máximos de retención de las Instituciones.

En el artículo 260, se estipula que las Instituciones fijarán anualmente, con sujeción a las disposiciones de carácter general a que se refiere el artículo 258 de la LISF, para ello, tomarán en cuenta, como mínimo, lo siguiente: el volumen de las operaciones de la Institución; el monto de los Fondos Propios Admisibles de la Institución; el monto y características de los riesgos o responsabilidades asumidos por la Institución; la composición de la cartera de riesgos o responsabilidades de la Institución; la experiencia obtenida respecto al comportamiento de la siniestralidad, o bien respecto al incumplimiento de fiados y al pago de reclamaciones; la suficiencia, calidad y liquidez de las garantías de recuperación recabadas por la Institución; la capacidad financiera, técnica y operativa de los contratantes de seguros o de los fiados; el grado de avance en el cumplimiento de las obligaciones legales o contractuales del contratante del seguro materia del riesgo

asegurado, o bien del cumplimiento de las responsabilidades garantizadas; la acumulación de riesgos por contratante o grupos de contratantes de seguros, o bien de responsabilidades por fiado o grupos de fiados, y las políticas que aplique la Institución para ceder o aceptar reaseguro o reafianzamiento. En el artículo 337 se menciona los términos de la LISF que las Sociedades Mutualistas autorizadas deben seguir para practicar las operaciones de seguros.

En el artículo 352 se decreta que las Sociedades Mutualistas deberán diversificar y dispersar los riesgos y las responsabilidades que asuman al realizar sus operaciones a través de la celebración de contratos de reaseguro con otras Instituciones de Seguros o con Reaseguradoras Extranjeras, empleando en su caso los servicios de Intermediarios de Reaseguro.

1.12 Áreas de aplicación de las modalidades de Reaseguro

En relación con las secciones anteriores, encontramos algunas prácticas en el mercado reasegurador en los diferentes sistemas de reaseguro:

El reaseguro facultativo es aplicado en todos los ramos, principalmente en los siguientes casos: si el riesgo está excluido en los contratos obligatorios, las coberturas automáticas están agotadas o no se dispone de estas. También es común, en el ramo de aviación y en el ramo de ganado (mercado especializado) (Suiza de Reaseguros, 1988 pág. 54). En cambio, el seguro automático, se utiliza más en los diversos ramos que existen, debido a que es más flexible para las compañías aseguradoras, pues reduce el trabajo administrativo y agiliza la emisión de las pólizas, ya que se cuenta con el respaldo del reaseguro, por lo que se puede aplicar en todas las áreas (Suiza de Reaseguros, 1988 pág. 62).

1.12.1 Los contratos de Reaseguro Proporcional

El tipo de contrato de cuota parte, se utiliza en; ramos sin estadísticas (datos históricos) en el mercado, cuando la aseguradora tiene un gran volumen de sumas aseguradoras, para hacer frente a un aumento de producción (financiamiento de gastos), en variaciones de siniestralidad. En general, el contrato cuota parte, es utilizado en todos los ramos de seguros (Arias, 2013 pág. 51; Suiza de Reaseguros, 1988 pág. 72). En el caso de los contratos excedentes, estos se llegan a utilizar en los ramos de incendio, robo y diversos (Arias, 2013 pág. 182). El contrato de Open Cover se utiliza en ciertos mercados y en el ramo de transportes (Suiza de Reaseguros, 1988 págs. 75,78). A continuación, se presenta algunos ejemplos de los contratos de reaseguro proporcional.

Ejemplo de un contrato cuota parte: Un asegurador suscribe un riesgo de 1000 unidades monetarias y desea retener 400 por cuenta propia, cuya prima es de 20 unidades monetarias, suponiendo que, durante el periodo de vigencia de la póliza, ocurre un siniestro que afecte al 50% de la suma asegurada, la distribución se haría de la siguiente forma:

Distribución	Suma Asegurada	Prima	Siniestros
Asegurador	400	8	200
Reasegurador	600	12	300
Total	1000	20	500

Fuente: (Arias, 2013, pág. 37)

Ejemplo de un contrato excedente: En la compañía aseguradora tiene una retención de \$52,500 y va utilizar dos contratos excedentes, los cuales cuentan con 20 líneas, cada línea es de \$52,500, por lo que el excedente tiene una capacidad de \$1,050,000.

En el primer caso, la suma asegurada es de \$800,000, la prima que se cobra es de \$46,000 y se presenta un siniestro de \$375,00. La distribución es la siguiente:

	Suma Asegurada	Prima	Siniestros
Retención	\$52,500	$\frac{52,500}{800,000} * 46000$ = 3,018.75	$\frac{52,500}{800,000} * 375,000$ = 24,609.38
1er. Excedente	\$747,500	$\frac{747,500}{800,000} * 46000$ = 42,981	$\frac{747,500}{800,000} * 375,000$ = 350,390.62
2do. Excedente	---	---	---

Fuente: (Fisher, 1994, pág. 6)

1.12.2 Los contratos de Reaseguro No Proporcional

El tipo de contrato por riesgo tiene su aplicación principal en el ramo de Incendio, así como en el reaseguro de Transportes (mercancías), también se puede utilizar como sustituto de los contratos proporcionales cuota parte y excedente, protegiendo a las compañías dentro de sus límites de suscripción (Arias, 2013 pág. 98). Por otra parte, el contrato por evento (XL Catastrófico) se emplea en todos los ramos, que tiene posibilidad de cúmulo: Incendio, Transportes, Accidentes Personales, Aviación etc. (Suiza de Reaseguros, 1988 pág. 132). En el caso del contrato de exceso de pérdida anual (Stop loss) su aplicación es escasa, debido a que, su finalidad es ser utilizado para proteger los resultados anuales de una compañía, en un ramo contra desviación negativa (Arias, 2013 pág. 109). A continuación, se presenta algunos ejemplos de los contratos de reaseguro proporcional.

Ejemplo de un contrato de exceso de pérdidas: Un asegurador contrata una cobertura de exceso de pérdidas mediante dos capas, siendo la primera de 5000 en exceso de 1000 y una segunda capa de 10,000 en exceso de 6000 y si ocurre un siniestro de 7000, el mismo se distribuirá de la siguiente manera:

Prioridad Cedente	1,000
Primera Capa	5000
Segunda Capa	1000

Fuente: (Arias, 2013, pág. 96)

Ejemplo de un contrato de exceso de pérdidas por riesgo(WXL): Una compañía decide retener 100,000 en todas las fábricas textiles de su cartera. Ella protege su retención mediante una cobertura en exceso de pérdidas de 60,000 en exceso de (xs) 40,000 (el reasegurador paga hasta 60,000 después de que la cedente haya desembolsado al menos 40,000). Si se produce un siniestro de 75,000 en una fábrica, la cedente tendrá que tomar a su cargo 40,000 y el reasegurador le remitirá 35,000 (Suiza de Reaseguros, 1988, pág. 132).

Ejemplo de cobertura por evento (XL catastrófico): Si una tempestad causa 1000 siniestros de 3000 en pólizas que cubren casas de habitación, enteramente retenidas por cuenta propia por la compañía. Esta había contratado un reaseguro en exceso de pérdida por un importe de 2,000,000 xs 500,000 (2,000,000 a cargo del reasegurador después de haber pagado la cedente los primeros 500,000). Se reparte del siguiente modo:

Retención (prioridad de la cedente por siniestro)	500,000
Cobertura de Reaseguro	2,000,000
Descubierto a cargo de la cedente	500,000
Siniestro Total	3,000,000

Fuente: (Suiza de Reaseguros, 1988, pág. 133)

Ejemplo de un contrato de cobertura por evento (Stop loss): Una compañía decide proteger los resultados del ramo de Granizo mediante una cobertura del 50% por encima del 90% de la siniestralidad anual. Al cerrar las cuentas, se comprueba que la siniestralidad es del 102%. El reaseguro deberá tomar a su cargo el 12% (Suiza de Reaseguros, 1988, pág. 134).

CAPÍTULO II

II TEORÍA DE CREDIBILIDAD

En este capítulo abordaremos los modelos de teoría de credibilidad, con los cuales calcularemos la prima de riesgo para el ramo de automóviles, tomando en cuenta la experiencia del sector asegurador mexicano. La teoría de credibilidad es una rama de la estadística actuarial, donde se busca la estimación de la prima de riesgo como se mencionó, esta lo hace combinando la información de la cartera con la individual, y esto es debido a que existen características diferentes en cada póliza o grupo (segmento) y no es factible aplicar tarifas iguales en carteras no homogéneas, por lo que hace frente a los problemas de heterogeneidad que existen en las carteras y cobra lo adecuado de acuerdo al riesgo asegurado

Debido a lo anterior, la teoría de credibilidad introduce un factor ponderado para el cálculo de la prima de una póliza, grupo o segmento

$$P = zA + (1 - z)B. \quad (2.1)$$

Donde:

z : Factor de credibilidad. $0 \leq z \leq 1$

A : Experiencia individual (prima de una póliza o segmento)

B : Experiencia Colectiva (prima de la cartera)

P : Medida ponderada entre los valores A y B (prima pura)

Con el factor de credibilidad es posible ponderar y balancear la experiencia colectiva con la experiencia individual.

2.1 Credibilidad Total y Parcial

En la fórmula de credibilidad el parámetro z representa el factor de credibilidad, el cual es un número que se encuentra entre el 0 y el 1, y que se puede interpretar como se muestra en siguiente cuadro 2:

Cuadro 2. Interpretación del factor de credibilidad.

CASO	Valores posibles de "z"	Interpretación
1	$z = 0$	Si $z = 0$ se tiene credibilidad total, Es decir, se utiliza la prima colectiva y se considera la experiencia colectiva.
2	$0 < z < 1$	Se tiene credibilidad parcial
3	$z = 1$	Si $z = 1$, se tiene también credibilidad total, sin embargo, en este caso se utiliza la prima individual, siempre y cuando se tenga experiencia, para que dicha prima sea válida.

Fuente: (Moreno, Ramos, 2003, pág.30)

Debido a lo anterior Bühlmann propuso que el factor de credibilidad se exprese de la siguiente forma:

$$z = \frac{an}{s^2+an} = \frac{n}{n+\frac{s^2}{a}} = \frac{n}{a+\frac{s^2}{n}}, \quad (2.2)$$

Donde:

n = Periodo de observación $n \in N$ (años de experiencia)

a = Parámetro que muestra la heterogeneidad de la cartera.

s^2 = Medida total de la variabilidad de las reclamaciones. Se analiza el factor de credibilidad, en los siguientes casos:

Caso I. donde varía "n":

i) Si $n \rightarrow \infty \Rightarrow z = 1$.

Calculamos el límite de "z" cuando $n \rightarrow \infty$:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} z = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{n}{n + \frac{s^2}{a}} = 1,$$

ii) Si $n \rightarrow 0 \Rightarrow z = 0$

Calculamos el límite de "z" cuando $n \rightarrow 0$:

$$\lim_{n \rightarrow 0} z = \lim_{n \rightarrow 0} \frac{n}{n + \frac{s^2}{a}} = 0 ,$$

Se puede observar que, a mayor experiencia, es mayor la credibilidad a las primas de riesgo de los grupos (segmentos), si es el caso contrario, se le otorga credibilidad a la prima de la experiencia de la cartera.

Caso 2. Variación de a :

iii) Si $a \rightarrow \infty \Rightarrow z = 1$

Calculamos el límite de “z” cuando $a \rightarrow \infty$:

$$\lim_{a \rightarrow \infty} z = \lim_{a \rightarrow \infty} \frac{a}{a + \frac{s^2}{n}} = 1 ,$$

iv) Si Calculamos el límite de “z” cuando $a \rightarrow 0$:

$$\lim_{a \rightarrow 0} z = \lim_{a \rightarrow 0} \frac{a}{a + \frac{s^2}{n}} = 0 ,$$

Si el factor tiende a uno, muestra que el colectivo es heterogéneo, por lo cual, se otorga credibilidad a la prima del grupo (segmento), en caso contrario, si el factor de credibilidad es igual a cero, significa que la cartera es homogénea, por lo tanto, se otorga mayor credibilidad a la prima de la experiencia de la cartera.

Caso 3. Variación de s^2 :

v) Si $s^2 \rightarrow \infty \Rightarrow z = 0$.

Calculamos el límite de “z” cuando $s^2 \rightarrow \infty$:

$$\lim_{s^2 \rightarrow \infty} z = \lim_{s^2 \rightarrow \infty} \frac{a}{a + \frac{s^2}{n}} = 0 ,$$

vi) Si $s^2 \rightarrow 0 \Rightarrow z = 1$

Calculamos el límite de “z” cuando $s^2 \rightarrow 0$:

$$\lim_{s^2 \rightarrow 0} z = \lim_{s^2 \rightarrow 0} \frac{a}{a + \frac{s^2}{n}} = 1 ,$$

Si la varianza, entre los siniestros es nula se le da la credibilidad a la experiencia de los grupos (segmentos), en caso contrario si la varianza entre los siniestros es grande, se toma la prima de la experiencia de la cartera.

Cuadro 3. Análisis del factor de credibilidad “z”

	Experiencia	Heterogeneidad	Variabilidad
Credibilidad a prima de riesgo	Mayor	Mayor	Menor
Credibilidad a prima de la cartera	Menor	Menor	Mayor

Fuente: (Gutiérrez, 2012, pág. 40)

2.2 Modelo de Credibilidad de Distribución libre

Este trabajo se centra en dos de los modelos clásicos más importantes, los modelos de distribución libre de Bühlmann y de Bühlmann Straub. Estos modelos se conocen de esta manera debido a que no es necesario establecer hipótesis sobre la distribución de los riesgos individuales, ni sobre la distribución de los parámetros de riesgo.

Los modelos de Bühlmann y Bühlmann Straub, tienen como objetivo el cálculo de la prima de riesgo, la cual es la que corresponde a un grupo o segmento que conforma una cartera de asegurados.

Para una mejor descripción de los modelos se considera una cartera de seguros, la cual se esquematiza en el cuadro 4, donde se definen los siguientes elementos:

- k , grupo de asegurados con características similares entre ellos, pero sin ser idénticos. Existe independencia entre unos y otros. En este estudio, los grupos de asegurados están en función a segmentos de automóviles.
- n , número de periodos observados.
- X_{ji} , variable aleatoria que representa la experiencia de reclamaciones (monto ocurrido neto) para el segmento j -ésimo en el año i , siendo n el número total de periodos observados para cada segmento.
- Las columnas son variables aleatorias, que representan los riesgos
- Las filas, son variables aleatorias que representan los años.
- La función de distribución de X_{ji} depende de un parámetro de riesgo θ_{ji} el cual es desconocido.

- θ_{ji} , representa el parámetro de riesgo del segmento j-ésimo.

Cuadro 4. Esquema de la cartera de seguros.

AÑOS	GRUPO DE RIESGO			
	j=1	j=2	...	j = k
	Φ_1	Φ_2	...	Φ_n
1	X_{11}	X_{21}	...	X_{k1}
2	X_{12}	X_{22}	...	X_{k2}
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
N	X_{1n}	X_{2n}	...	X_{kn}

Para los modelos de Bühlmann y Bühlmann Straub, se utiliza la siguiente notación que se muestra en el cuadro 5.

Cuadro 5. Interpretación de los parámetros

Parámetro	Interpretación
$\mu(\theta) = E[X_{ij} \theta_j]$	Prima de riesgo para el segmento j
$m = E[\mu(\theta_j)] = E[X_{ji}]$	Prima de la cartera (siniestralidad esperada de la cartera).
$a = Var[E(\theta_j)] = Var[\mu(\theta_j)]$	Indica la heterogeneidad de la cartera

2.3 Modelo de Bühlmann (1967)

El objetivo de este modelo es obtener la prima de riesgo ajustada a la experiencia de cada riesgo, con base en el criterio de mínimos de cuadrados, aplicando una función lineal $H[\mu(\theta)|X_{j1}, X_{j2}, \dots, X_{jn}]$, que depende de la experiencia de reclamaciones (montos ocurridos netos, número de siniestros, etc.).

Sin embargo, una de las principales críticas de este modelo, es considerar independencia dentro y entre los segmentos (pólizas) y la homogeneidad en el tiempo con observaciones no ponderadas, pues no toma en cuenta la información que representa para el asegurado el impacto que tiene una póliza debido a su volumen.

Como se había mencionado, se busca determinar la prima de cobro $\mu(\theta_j) = E[\theta_j]$, donde la cartera se encuentra expuesta a un riesgo fijo y desconocido durante el periodo de n años. Sean X_1, X_2, \dots, X_n los siniestros individuales en el periodo de $1, \dots, n$. A continuación, se muestra la notación que utiliza el modelo de Bühlmann:

$\mu(\theta_j) = E[X_{ji}|\theta_j]$: Prima de riesgo individual para un segmento concreto j.

$m = E[X_{ji}] = E[\mu(\theta_j)]$: Prima de riesgo de la cartera (siniestralidad esperada de la cartera).

$a = \text{Var}[E(\theta_j)] = \text{Var}[\mu(\theta_j)]$: Mide la dispersión entre las primas individuales (indica la heterogeneidad de la cartera).

$s^2 = E[\text{Var}(\theta_j)]$: Mide la dispersión total de los datos de las reclamaciones de la cartera.

El modelo de Bühlmann obtiene el estimador de la prima de credibilidad de la siguiente manera²:

$$\mu(\theta_j) = (1 - z) * m + z * \bar{X}_j, \quad (2.3)$$

$$\text{donde; } \bar{X}_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_{ji}, \quad (2.4)$$

El factor de credibilidad se obtiene:

$$z = \frac{an}{s^2 + an}, \quad (2.5)$$

Por lo anterior, podemos darnos cuenta que en este modelo se necesita conocer las variables estructurales, mismas que son desconocidas, sin embargo, pueden ser sustituidas por estimadores. Los parámetros a los que nos referimos son los siguientes²:

La estimación del valor medio observado \hat{m} es la siguiente:

$$\hat{m} = \bar{X} = \frac{1}{k} \sum_{j=1}^k \bar{X}_j = \frac{1}{k} \sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^n \frac{X_{ji}}{n}, \quad (2.6)$$

La estimación del valor esperado de la dispersión total de los datos en el tiempo \widehat{S}^2 :

$$\widehat{S}^2 = \frac{1}{k} \sum_{j=1}^k \widehat{s}_j^2, \quad (2.7)$$

$$\text{donde; } \widehat{s}_j^2 = \frac{1}{(n-1)} \sum_{s=1}^n (X_{js} - \bar{X}_j)^2, \quad (2.8)$$

\widehat{s}_j^2 es la varianza individual empírica del j-ésimo riesgo

La estimación de la heterogeneidad representada como el parámetro \hat{a} se calcula:

$$\hat{a} = \frac{1}{k-1} \sum_{j=1}^k (\bar{X}_j - \bar{X})^2 - \frac{\widehat{S}^2}{n}, \quad (2.9)$$

² La explicación del Modelo de Bühlmann fue obtenida de Gómez y Sarabia (2008)

En el capítulo 3, se presenta la aplicación de este modelo de credibilidad.

2.4 Modelo de Bühlmann-Straub (1979)

Este modelo es una ampliación del modelo de Bühlmann, pero a diferencia del modelo anterior, este agrega una variable adicional, el factor de ponderación conocido w_{ji} .

De esta manera, cada observación X_{ji} del modelo tendrá asociado un peso w_{ji} . Con esta variable se elimina la homogeneidad de las observaciones en el tiempo, característica que prevalece en el modelo de Bühlmann, a continuación, se muestra una esquematización de una cartera de seguros en el cuadro 4.

w_{ji} , Representa el número de reclamos o el volumen de primas según el enfoque de X_{ji} .

Cuadro 6. Esquema de la cartera de seguros.

AÑOS	GRUPO DE RIESGO			
	j=1	j=2	...	j = k
	Φ_1	Φ_2	...	Φ_n
1	X_{11} w_{11}	X_{21} w_{21}	...	X_{k1} w_{k1}
2	X_{12} w_{12}	X_{22} w_{22}	...	X_{k2} w_{k2}
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
n	X_{1n} w_{1n}	X_{2n} w_{2n}	...	X_{kn} w_{kn}

El modelo de Bühlmann-Straub³ estima también la prima de riesgo en función del factor de credibilidad, con la diferencia de que en este modelo cada uno de los grupos tendrá su propio factor de credibilidad z_j .

A continuación, se muestra la notación que utiliza el modelo de Bühlmann Straub para estimar la prima de riesgo³:

$$\mu(\theta_j) = (1 - z_j) * m + z_j * X_{jw}, \quad (2.10)$$

$$\text{donde; } X_{jw} = \sum_{i=1}^n \frac{w_{ji} * X_{ji}}{w_j}, \quad (2.11)$$

³ La explicación del Modelo de Bühlmann Straub fue obtenida de Bühlmann, Gisler (1965)

$$w_j = \sum_{i=1}^n w_{ji}, \quad (2.12)$$

El factor de credibilidad para cada grupo o segmento, se obtiene de la siguiente manera:

$$z_j = \frac{a * w_j}{s^2 + a * w_j}, \quad (2.13)$$

Para este modelo de Bühlmann Straub, también se necesita conocer las variables estructurales, mismas que son desconocidas, sin embargo, pueden ser sustituidas por estimadores. Se calculan de la siguiente manera:

Estimación de Media Poblacional:

$$X_{ww} = \frac{1}{w} \sum_{i=1}^k X_{jw} w_j = \frac{1}{w} \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n w_{ji} X_{ji}, \quad (2.14)$$

$$\text{Donde; } w_j = \sum_{j=1}^k w_{ji}, \quad (2.15)$$

$$w = \sum_{j=1}^k w_j, \quad (2.16)$$

Estimamos el parámetro \hat{s} el cual mide las variaciones del riesgo a lo largo del tiempo:

$$\widehat{s^2} = \frac{1}{k(n-1)} \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n w_{ji} (X_{ji} - X_{jw})^2, \quad (2.17)$$

Estimamos el parámetro \hat{a} el cual mide la heterogeneidad entre los segmentos o grupos de riesgo:

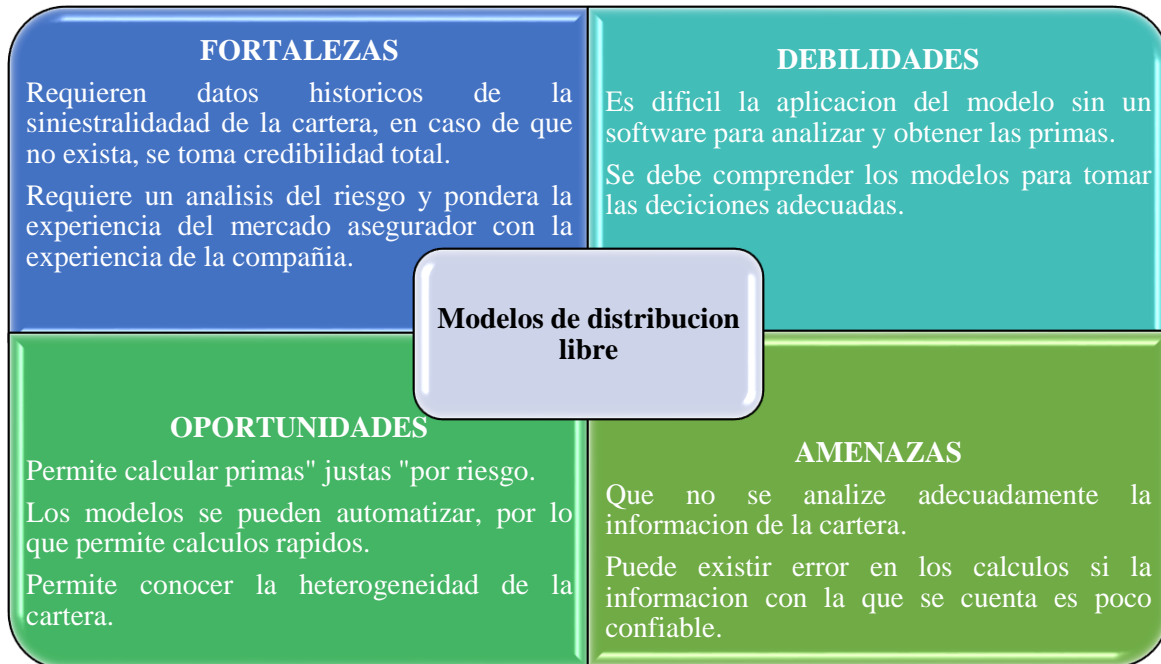
$$\hat{a} = \frac{w}{w^2 - \sum_{i=1}^k w_{ji}^2} \left[\sum_{i=1}^k w_{ji} (X_{jw} - X_{ww})^2 - \widehat{s^2} (k - 1) \right], \quad (2.18)$$

En el capítulo 3, se presenta la aplicación de este modelo de credibilidad.

2.5 Análisis FODA de los modelos de distribución libre

El análisis foda es una herramienta que nos ayuda a analizar las características de los modelos de distribución libre bajo un análisis, en la Figura 10 se muestra una matriz foda, que determina las ventajas, fortalezas, debilidades y oportunidades que tienen los modelos: Bühlmann y Bühlmann Straub.

Figura 10. Matriz Foda



Fuente: (Muñoz & Ramos Burgoa, 2013, pág. 69)

2.6 Simulación de la prima de riesgo

Se realiza una simulación, donde se ocupan diferentes factores de credibilidad (z) los cuales son: 50%, 75% y 90% estos sirven para analizar el comportamiento de la prima de riesgo y el reaseguro en la cartera de acuerdo a la variabilidad del grado de confianza que se tenga de la información. Los pasos a seguir son los siguientes:

- Se ocupan las primas obtenidas del modelo óptimo para observar la importancia que tiene el factor de credibilidad (el grado de confianza en la información del mercado).
- Se toma un determinado rango (diferente para cada cobertura y segmento basado en el comportamiento del mercado) para obtener las primas de riesgo simuladas.
- Se realiza 300 simulaciones de las primas de riesgo.

- Se calcula el promedio de las 300 primas de riesgo simuladas, por cobertura, segmento y factor de credibilidad.
- Se obtiene el porcentaje que tomara una reaseguradora, de acuerdo con el grado de confianza que tiene nuestra información.

El % de Cesión se obtuvo de la siguiente manera:

$$\% \text{ de Cesión} = \frac{\textit{Prima de Riesgo Simulada} - \textit{PC Simulada}}{\textit{Prima de Riesgo Simulada}}, \quad (2.19)$$

Este procedimiento lo llevamos a cabo con el fin de observar el impacto que tiene el factor de credibilidad en la prima de riesgo y nos permite conocer el nivel de riesgo.

III. CÁLCULO DE LA PRIMA DE RIESGO PARA EL RAMO DE AUTOMÓVILES, BASADO EN LA TEORÍA DE CREDIBILIDAD

De acuerdo a la problemática mencionada en el capítulo I y al capítulo II donde se detalla en qué consiste la teoría de credibilidad, en este trabajo aplicaremos los modelos de Bühlmann y Bühlmann Straub, para el ramo de automóviles, donde las coberturas son las siguientes:

Daños Materiales: Cubre los daños o pérdidas materiales que sufra el automóvil a consecuencia de colisiones, vuelco, roturas de cristales, incendio, rayo, explosión, ciclón, huracán, granizo, terremoto, huelgas, alborotos populares y trasportación.

Robo Total: Esta cobertura ampara el robo de automóvil y las pérdidas o daños materiales que, como consecuencia del robo, sufra el automóvil.

Responsabilidad Civil de Bienes: Esta cobertura ampara la responsabilidad civil de bienes, en que pueda incurrir el asegurado o cualquier persona que, con su autorización, expreso o tácito, use el vehículo y que, a consecuencia de dicho uso, cause daños materiales en sus bienes.

3.1 Siniestralidad

La información que se utiliza en el presente capítulo fue tomada del mercado, los cuales fueron adquiridos de la página web de la Comisión Nacional de Seguros y Fianzas⁴, de las estadísticas del sector asegurador, para el ramo de automóviles en el periodo de 2015 a 2018, en particular se utilizan los segmentos: compacto, deportivo, lujo, multiuso y subcompacto para las coberturas de daños materiales, robo total y responsabilidad civil de bienes.

La información se organizó en la descripción de cada segmento, tipo de vehículo (automóvil), cobertura (daños materiales, robo total y responsabilidad civil), así como el número de unidades expuestas y monto ocurrido neto (ver más adelante). Para obtener la prima de riesgo se necesita ponderar la experiencia de cada segmento con la de la cartera, es necesario determinar el factor de credibilidad z , para el cual es necesario contar con datos históricos, en este trabajo se utilizaron las estadísticas⁴ de cuatro años.

3.2 Cálculo de la Prima de Riesgo

Para calcular la prima de riesgo, se debe clasificar la información, calcular para cada uno de los modelos los estimadores insesgados (prima de la cartera, variabilidad y heterogeneidad), el factor de credibilidad y finalmente la prima de riesgo. A continuación, se mostrará de manera detallada la clasificación de la cartera en formato de cuadro para cada una de las coberturas (daños materiales, robo total y responsabilidad civil de bienes) de acuerdo con el año, segmento, número de vehículos asegurados y monto ocurrido neto.

⁴ Las bases de datos utilizadas están disponibles en la siguiente dirección:

<http://www.cnsf.gob.mx/EntidadesSupervisadas/InstitucionesSociedadesMutualistas/Paginas/Automoviles.aspx>

Monto Ocurrido Neto = Monto de Siniestros – Salvamento + Gastos de Ajuste – Deducible

Cuadro 7

Descripción de la cartera de automóviles para la cobertura de Daños Materiales, clasificados por segmento para cada año.

AÑOS	SEGMENTO	VEHÍCULOS ASEG.	MONTO OCURRIDO NETO
2015		3,298,354	\$2,343,055,012
2016	COMPACTO	4,085,852	\$2,871,801,931
2017		3,968,803	\$3,212,237,644
2018		4,279,505	\$3,285,434,992
2015		196,167	\$264,618,572
2016	DEPORTIVO	239,063	\$317,310,033
2017		277,019	\$386,283,187
2018		300,633	\$447,934,746
2015		712,030	\$829,583,665
2016	LUJO	828,327	\$982,367,030
2017		2,004,498	\$1,958,993,526
2018		2,230,274	\$1,818,535,397
2015		3,188,486	\$2,049,927,741
2016	MULTIUSO	3,878,332	\$2,432,738,415
2017		3,859,269	\$2,728,704,964
2018		4,326,290	\$3,192,477,141
2015		3,895,641	\$2,430,528,502
2016	SUBCOMPACTO	4,775,002	\$2,832,125,905
2017		4,523,127	\$2,956,362,080
2018		4,758,727	\$3,190,476,408

Fuente: Información estadística del sector asegurador 2015-2018

Cuadro 8

Descripción de la cartera de automóviles para la cobertura de Robo Total, clasificados por segmento para cada año.

AÑOS	SEGMENTO	VEHÍCULOS ASEG.	MONTO OCURRIDO NETO
2015		3,298,354	\$558,186,549
2016	COMPACTO	4,085,852	\$713,877,892
2017		3,968,803	\$1,005,650,358
2018		4,279,505	\$1,074,992,313
2015		196,167	\$51,749,095
2016	DEPORTIVO	239,063	\$89,431,871
2017		277,019	\$126,284,023
2018		300,633	\$140,731,145
2015		712,030	\$178,725,983
2016	LUJO	828,327	\$224,975,217
2017		2,004,498	\$532,387,866
2018		2,230,274	\$716,596,495
2015		3,188,486	\$713,775,956
2016	MULTIUSO	3,878,332	\$851,606,151
2017		3,859,269	\$1,174,913,464
2018		4,326,290	\$1,553,765,411
2015		3,895,641	\$696,238,454
2016	SUBCOMPACTO	4,775,002	\$799,161,437
2017		4,523,127	\$1,011,506,648
2018		4,758,727	\$1,003,891,898

Fuente: Información estadística del sector asegurador 2015-2018

Cuadro 9

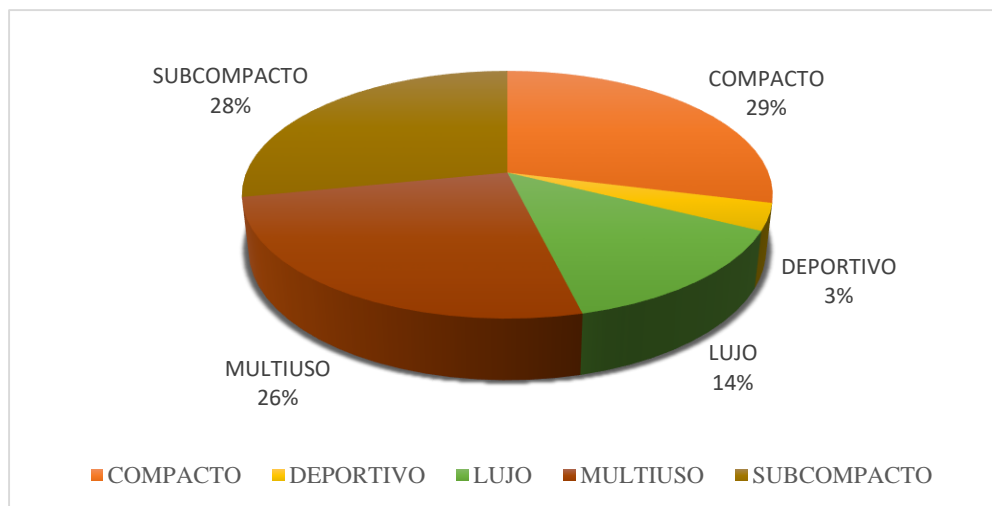
Descripción de la cartera de automóviles para la cobertura de Responsabilidad Civil de Bienes, clasificados por segmento para cada año.

AÑOS	SEGMENTO	VEHÍCULOS ASEG.	MONTO OCURRIDO NETO
2015		3,298,354	\$1,516,309,068
2016	COMPACTO	4,085,852	\$1,802,018,860
2017		3,968,803	\$1,871,235,364
2018		4,279,505	\$1,998,919,022
2015		196,167	\$92,064,726
2016	DEPORTIVO	239,063	\$91,173,049
2017		277,019	\$112,169,658
2018		300,633	\$124,332,202
2015		712,030	\$316,963,211
2016	LUJO	828,327	\$318,872,758
2017		2,004,498	\$837,982,645
2018		2,230,274	\$698,291,481
2015		3,188,486	\$1,622,446,051
2016	MULTIUSO	3,878,332	\$1,806,893,836
2017		3,859,269	\$1,771,828,860
2018		4,326,290	\$1,972,088,817
2015		3,895,641	\$1,973,998,018
2016	SUBCOMPACTO	4,775,002	\$2,140,469,338
2017		4,523,127	\$2,215,284,417
2018		4,758,727	\$2,362,443,331

Fuente: Información estadística del sector asegurador 2015-2018

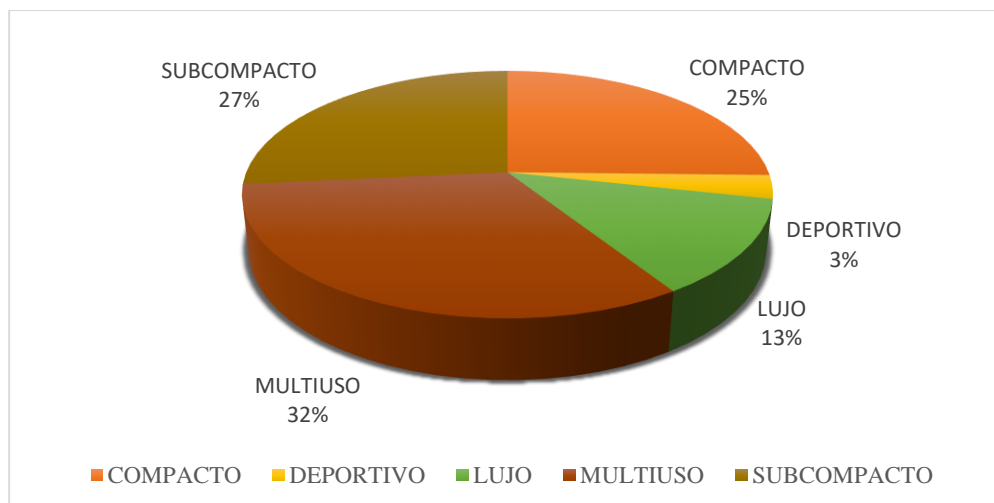
Ahora veamos las gráficas del monto ocurrido para cada cobertura. En la gráfica 1, se ilustra el porcentaje de monto ocurrido que tuvo cada segmento en el periodo de 2015 a 2018 dentro de la cartera de daños materiales, el mayor porcentaje lo tuvo el compacto y subcompacto, mientras que el deportivo tuvo solamente el 3% de toda la cartera.

Grafica 1. Monto Ocurrido Neto de Daños Materiales



En la gráfica 2, se ilustra el porcentaje de monto ocurrido de robo total que tuvo cada segmento en el periodo de 2015 a 2018 y podemos ver que, dentro de la cartera de robo total, el mayor porcentaje lo tuvo el segmento de multiuso, esto nos indica que de acuerdo con las estadísticas de los últimos cinco años.

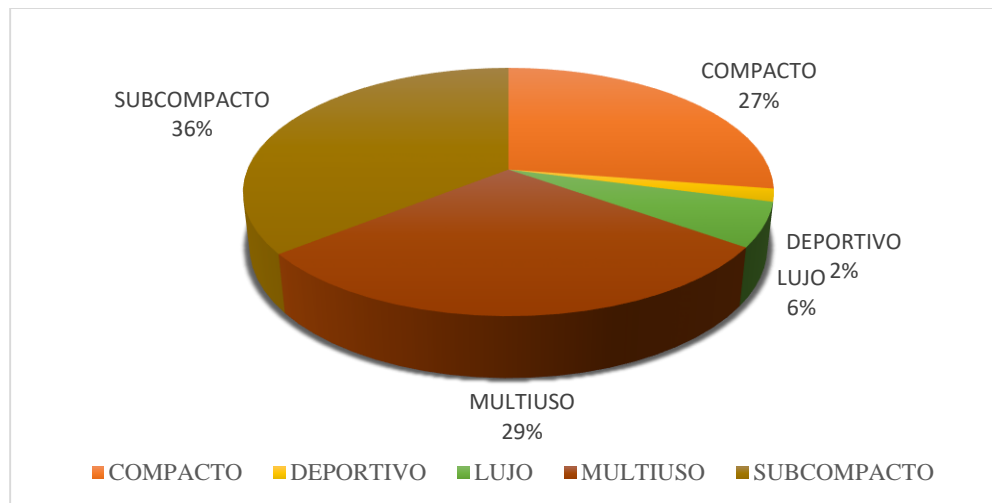
Grafica 2. Monto Ocurrido Neto de Robo Total



En la gráfica 3, se ilustra el porcentaje de monto ocurrido de responsabilidad de bienes, que tuvo cada segmento en el periodo de 2015 a 2018 y podemos ver que, dentro de la cartera de esta cobertura fue

más ocupada por los automóviles que pertenecen a compacto, en segundo lugar, por multiuso y tercer lugar para el subcompacto, de acuerdo con las estadísticas.

Grafica 3. Monto Ocurrido Neto de Responsabilidad Civil de Bienes



A continuación, se muestra los estimadores y factores de credibilidad calculados por cobertura para cada modelo: Bühlmann y Bühlmann Straub.

Modelo Bühlmann

En el siguiente cuadro se muestra que $k = 5$ debido a que representa los grupos de la cartera que son: compacto, deportivo, lujo, multiuso, subcompacto, por otro lado, se muestra que $n = 4$ debido a que contamos con cuatro años de experiencia.

Cuadro 10. Composición de la cartera

k (Grupos de la cartera)	n (años)
5	4

Fuente: Elaboración propia a partir de la estadística del 2015-2018.

En el cuadro que se muestra a continuación, calculamos la prima esperada de la cartera, la cual se obtuvo a través de la obtención del promedio de las primas teóricas por segmento.

Cuadro 11. Prima de la Cartera por Cobertura

$\hat{m} = \frac{1}{k} \sum_{j=1}^k \sum_{s=1}^n \frac{X_{js}}{n}$		
DM	RT	RCB
886	268	439

Fuente: Elaboración propia a partir de la estadística del 2015-2018.

En cuadro se muestra qué tan dispersas son las primas obtenidas, para esto se obtuvo una diferencia de cuadrados con las primas teóricas por segmento y año, a la cual se le resta el promedio de su segmento correspondiente, en el tiempo observado. Se suman las diferencias de los cuadros resultantes, los cuales se dividirán entre los años observados. Podemos ver que, en la cobertura de Daños Materiales, es donde se muestra la mayor dispersión, mientras en RCB es donde no hay tanta variabilidad.

Cuadro 12. Variabilidad

$s^2 = \frac{1}{k} \sum_{j=1}^k \widehat{s}_j^2$		
DM	RT	RCB
8,747	3,876	845

Fuente: Elaboración propia a partir de la estadística del 2015-2018.

En el cuadro siguiente calculamos el parámetro que nos indica la heterogeneidad, se obtuvo una diferencia de cuadrados con las primas teóricas por segmento y año, a la cual se le resta el promedio de su segmento correspondiente, de los datos obtenidos se calculó su varianza y se le resta el valor obtenido de s^2 . Por lo que podemos ver que la cartera de Responsabilidad Civil de Bienes tiene una mayor homogeneidad en comparación con las otras coberturas.

Cuadro 13. Heterogeneidad

$$a = \frac{1}{k-1} \sum_{j=1}^k (\bar{X}_j - \bar{X})^2 - \frac{\widehat{S}^2}{n}$$

DM	RT	RCB
103,755,879	14,532,438	996,550

Fuente: Elaboración propia a partir de la estadística del 2015-2018.

Al tener el cálculo de los parámetros anteriores, podemos obtener el factor de credibilidad, de acuerdo al modelo de Bühlmann podemos decir que se puede confiar en la experiencia del mercado.

Cuadro 14. Factor de Credibilidad

$$z = \frac{an}{s^2 + an}$$

DM	RT	RCB
99.9979%	99.9933%	99.9788%

Fuente: Elaboración propia a partir de la estadística del 2015-2018.

Modelo Bühlmann Straub

En el siguiente cuadro 15 se muestra que $k = 5$ debido a que representa los grupos de la cartera que son: compacto, deportivo, lujo, multiuso, subcompacto, por otro lado, se muestra que $n = 4$ debido a que contamos con cuatro años de experiencia.

Cuadro 15. Composición de la cartera

k (Grupos de la cartera)	n (años)
5	4

En este cuadro mostramos el promedio ponderado de todas las primas teóricas sujetas a al mismo segmento j.

Cuadro 16. Promedio Ponderado

$X_{jw} = \sum_{i=1}^n \frac{w_{ji} * X_{ji}}{w_j}$		
DM	RT	RCB
742	212	455
1,384	399	410
962	284	374
676	279	466
627	193	478

Fuente: Elaboración propia a partir de la estadística del 2015-2018.

En el cuadro 17, se muestra el promedio ponderado de las primas teóricas sin importar el segmento, es decir es la prima esperada.

Cuadro 17. Prima de la cartera

$X_{ww} = \frac{1}{w} \sum_{i=1}^k X_{jw} w_j = \frac{1}{w} \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n w_{ij} X_{ji}$		
DM	RT	RCB
721	235	456

Fuente: Elaboración propia a partir de la estadística del 2015-2018.

En este cuadro mostramos el grado de variabilidad que hay entre las primas teóricas.

Cuadro 18. Variabilidad

$\widehat{s}^2 = \frac{1}{k(n-1)} \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n w_{ji} (X_{ji} - X_{jw})^2$		
DM	RT	RCB
43,970,418,141	21,941,189,305	5,292,499,439

Fuente: Elaboración propia a partir de la estadística del 2015-2018.

Mide la heterogeneidad esperada en el tiempo de la experiencia de reclamaciones.

Cuadro 19. Heterogeneidad

$\hat{a} = \frac{w}{w^2 - \sum_{i=1}^k w_{ji}^2} \left[\sum_{i=1}^k w_{ji} (X_{jw} - X_{ww})^2 - \widehat{s^2}(k - 1) \right]$		
DM	RT	RCB
19,751	582	735

Fuente: Elaboración propia a partir de la estadística del 2015-2018.

En este cuadro mostramos el factor de credibilidad, el cual nos permite determinar la prima de riesgo correspondiente al segmento, de acuerdo a los resultados obtenidos podemos ver que nuestras primas de riesgos, el grado de confianza son muy bajas en los segmentos de Robo Total y Responsabilidad Civil de Bienes.

Cuadro 20. Factor de Credibilidad

$z_j = \frac{a * w_j}{s^2 + a * w_j}$			
Segmento	DM	RT	RCB
Compacto	88%	30%	69%
Deportivo	31%	3%	12%
Lujo	72%	13%	45%
Multiuso	87%	29%	68%
Subcompacto	89%	33%	72%

Fuente: Elaboración propia a partir de la estadística del 2015-2018.

IV. RESULTADOS

En esta sección mostraremos los resultados obtenidos por ambos modelos de distribución libre, en los cuales se utilizó información del mercado. En la graficas siguientes se muestra por cobertura la comparación de las primas de riesgo obtenidas por ambos modelos.

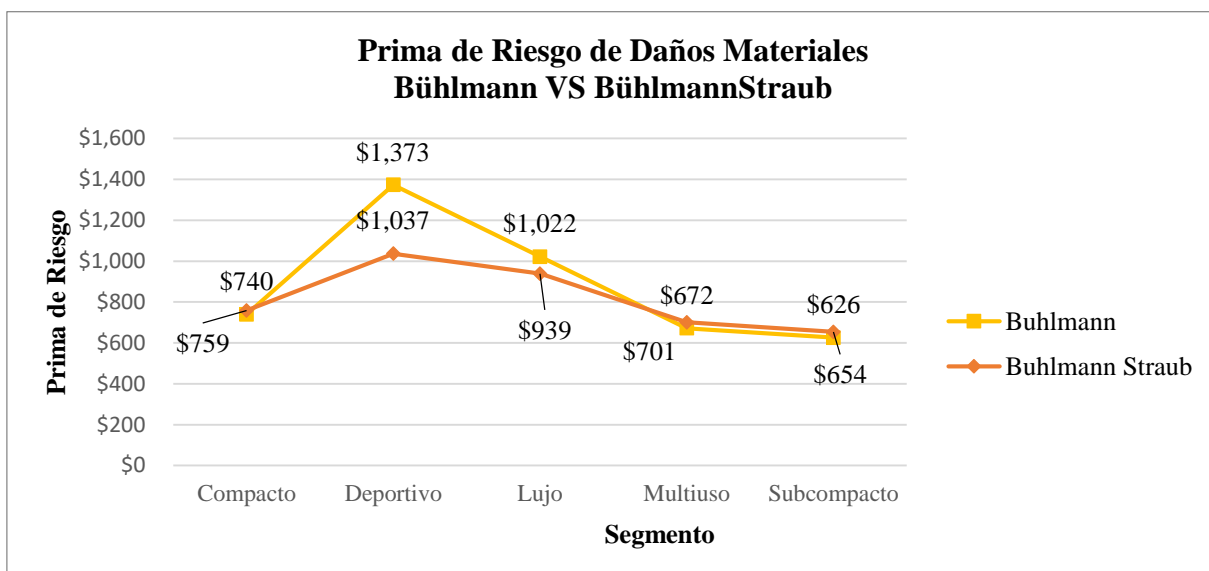
Las primas de riesgo de Bühlmann fueron obtenidas de la siguiente forma:

$$\mu(\theta) = (1 - z)m + z\bar{X}_j$$

Las primas de riesgo de Bühlmann Straub fueron obtenidas de la siguiente forma:

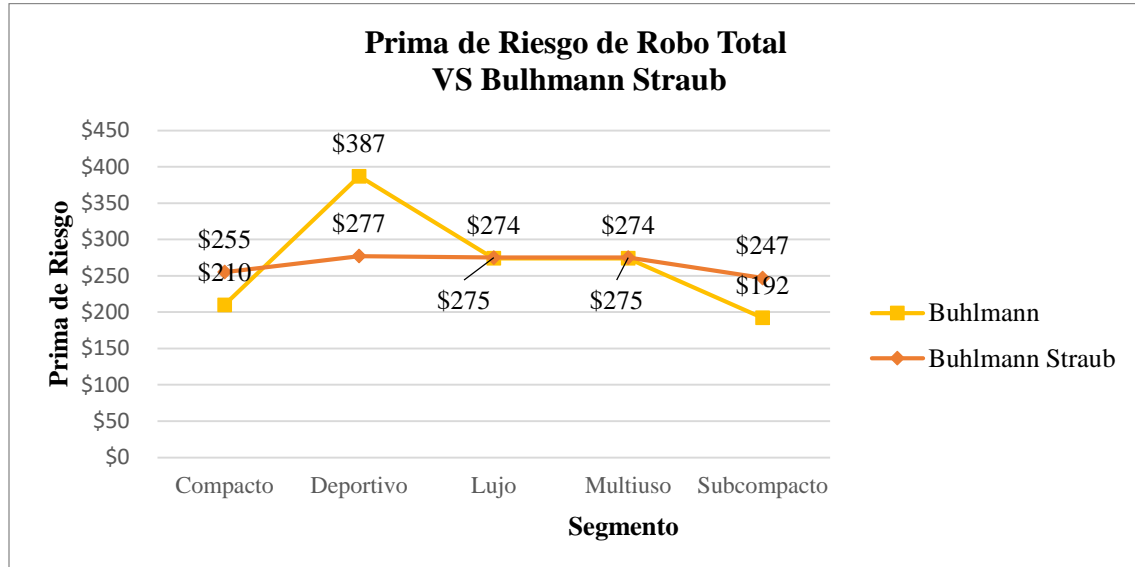
$$\mu(\theta) = \hat{Z}(n)\bar{X}_i + [1 - \hat{Z}(n)]\hat{\mu}$$

Grafica 4. Primas de Riesgos de Daños Materiales



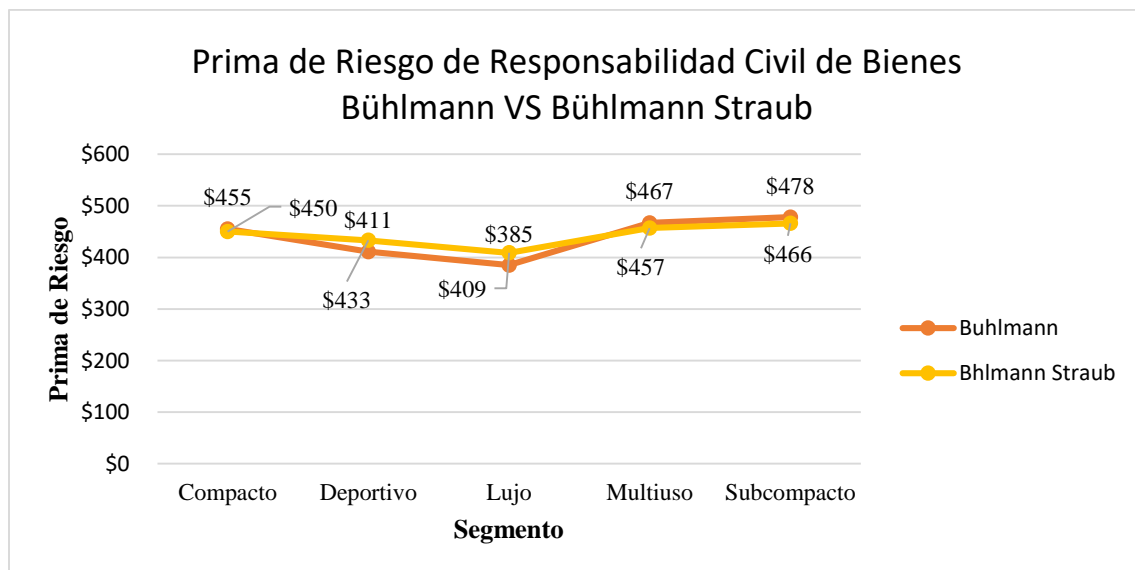
Fuente: Elaboración propia a partir de la estadística del 2015-2018.

Grafica 5. Primas de Riesgos de Robo Total



Fuente: Elaboración propia a partir de la estadística del 2015-2018.

Grafica 6. Primas de Riesgos de Responsabilidad Civil de Bienes



Fuente: Elaboración propia a partir de la estadística del 2015-2018.

En el cuadro 21, se muestra en ambos modelos la prima de riesgo general, la cual está por segmento, donde cubre las coberturas de daños materiales, robo total y responsabilidad de bienes. Los resultados obtenidos suenan congruentes, pero cabe aclarar que estas primas de riesgos son el monto que se necesita para hacer frente a la siniestralidad esperada de riesgos por segmento.

Cuadro 21 . Primas de Riesgos

SEGMENTO	Prima Bühlmann	Prima Bühlmann Straub
Compacto	1405	1,464
Deportivo	2171	1,747
Lujo	1681	1,622
Subcompacto	1413	1,433
Multiuso	1296	1,367

Fuente: Elaboración propia a partir de la estadística del 2015-2018.

De acuerdo a las primas obtenidas y a los parámetros estructurales, seleccionaremos el modelo óptimo, para realizar la simulación a partir de las siguientes diferencias.

- ❖ La dispersión es más baja en el modelo de Bühlmann.
- ❖ El factor de credibilidad es más cercano a 100% en el modelo de Bühlmann
- ❖ El modelo óptimo que favorece el uso de la experiencia del mercado es el modelo de Bühlmann.

4.1 Reaseguro en el ramo de Automóviles.

En esta sección realizaremos el procedimiento mencionado en el capítulo II sección 2.6, al tener calculadas nuestras primas de riesgos, haremos una simulación de las primas de riesgo cambiando el factor de credibilidad para conocer el comportamiento de estas.

Se ocupa el sistema de reaseguro proporcional: contrato cuota, para el ramo de automóviles, debido a que es el único sistema proporcional que se puede tomar en cuenta en este ramo por sus características, ya que el excedente sería muy costoso por su administración, debido a que las cesiones serían numerosas e igualmente los siniestros: no es raro que un asegurador tenga más de un siniestro (Suiza de Reaseguros, 1988 pág. 187).

Los riesgos cubiertos que amparan en general, son los vehículos de uso privado, contra los riesgos de daños al vehículo (colisión, robo, responsabilidad civil).

Ejemplo de Simulación para el Segmento Compacto:

Se realizaron 300 simulaciones de primas de riesgos, esto se hizo para cada segmento y cobertura, donde los factores de credibilidad fueron de 50%, 75% y 90%, esto con el fin de conocer el comportamiento que tiene la prima de riesgo, de acuerdo a su grado de confianza.

El rango que se tomó para realizar la simulación es diferente para cada segmento de la cobertura este se tomó entre \$100 menos de la prima de riesgo obtenida por el modelo de Bühlmann y \$100 más que esta, esto debido a que es un rango en el que se puede encontrar la prima en el mercado.

A continuación, se muestra como se llevó el proceso de simulación en el segmento de compacto para la cobertura de daños materiales, mismo proceso que se hizo para cada segmento de las coberturas.

El rango de simulación de las primas, en este caso fue entre [640, 840], cada simulación se balanceo con la experiencia del mercado, y se pondero con el factor de credibilidad, es decir para obtener la prima de riesgo aplicamos la siguiente fórmula:

$$zA + (1 - z)B.$$

z: Factor de credibilidad.

A: Prima simulada

B: Prima de Riesgo de Bühlmann (obtenida con información del mercado)

Al final obtenemos como resultado el promedio de las 300 simulaciones. Las imágenes siguientes muestra cómo se llevó acabo la simulación.

			640	840	
SEGMENTO	PR Buhlmann	Factor Credibilidad Buhlman	Simulada	Prima de Riesgo	% de Reaseguro
COMPACTO	740	50%	772	756	-2%
COMPACTO	740	50%	815	778	-5%
COMPACTO	740	50%	697	719	3%
COMPACTO	740	50%	839	790	-6%
COMPACTO	740	50%	794	767	-4%
COMPACTO	740	50%	670	705	5%
COMPACTO	740	50%	704	722	2%
COMPACTO	740	50%	803	772	-4%
COMPACTO	740	50%	733	737	0%
COMPACTO	740	50%	772	756	-2%
COMPACTO	740	50%	705	723	2%
COMPACTO	740	50%	709	725	2%
COMPACTO	740	50%	716	728	2%

SEGMENTO	PR Buhlmann	Factor Credibilidad Buhlman	Simulada	Prima de Riesgo	% de Reaseguro
COMPACTO	\$ 740	75%	650	650	3%
COMPACTO	\$ 740	75%	723	723	5%
COMPACTO	\$ 740	75%	721	721	3%
COMPACTO	\$ 740	75%	824	824	6%
COMPACTO	\$ 740	75%	758	758	4%
COMPACTO	\$ 740	75%	812	812	5%
COMPACTO	\$ 740	75%	774	774	2%
COMPACTO	\$ 740	75%	789	789	4%
COMPACTO	\$ 740	75%	765	765	0%
COMPACTO	\$ 740	75%	724	724	2%
COMPACTO	\$ 740	75%	791	791	2%
COMPACTO	\$ 740	75%	802	802	2%
COMPACTO	\$ 740	75%	803	803	2%

Compacto	Deportivo	Lujo	Multiuso	Subcompacto	Tablas	+
----------	-----------	------	----------	-------------	--------	---

SEGMENTO	PR Buhlmann	Factor Credibilidad Buhlman	Prima de Cartera Aleatoria	Prima de Riesgo	% de Reaseguro
COMPACTO	\$ 740	90%	687	735	6%
COMPACTO	\$ 740	90%	660	732	10%
COMPACTO	\$ 740	90%	729	739	1%
COMPACTO	\$ 740	90%	763	742	-3%
COMPACTO	\$ 740	90%	641	730	12%
COMPACTO	\$ 740	90%	683	734	7%
COMPACTO	\$ 740	90%	682	734	7%
COMPACTO	\$ 740	90%	641	730	12%
COMPACTO	\$ 740	90%	678	734	8%
COMPACTO	\$ 740	90%	797	746	-7%
COMPACTO	\$ 740	90%	679	734	7%
COMPACTO	\$ 740	90%	645	731	12%
COMPACTO	\$ 740	90%	784	744	-5%
COMPACTO	\$ 740	90%	804	746	8%

A continuación, se muestra los resultados de los escenarios:

Cuadro 22. Escenario de DM con factor de credibilidad 50%

Segmento	Bühlmann	Z	PR Simulada	% de Cesión
Compacto	740	50%	740	0.15%
Deportivo	1,373	50%	1,356	1.28%
Lujo	1,022	50%	1,021	0.17%
Subcompacto	672	50%	674	-0.17%
Multiuso	626	50%	626	0.25%

En estos escenarios el factor de credibilidad es de 50% para los cinco segmentos, la prima de riesgo de Bühlmann y la prima de riesgo simulada, tienen un comportamiento parecido, lo que significa que el riesgo es bajo.

Cuadro 23. Escenario de DM con factor de credibilidad 75%

Segmento	Bühlmann	Z	PR Simulada	% de Cesión
Compacto	740	75%	747	3%
Deportivo	1,373	75%	1,363	2%
Lujo	1,022	75%	1,022	2%
Subcompacto	672	75%	672	4%
Multiuso	626	75%	631	0.25%

En estos escenarios, el factor de credibilidad fue de 75% en los segmentos, las primas de riesgo son similares, por lo que la reaseguradora puede intervenir ya que el riesgo sigue siendo bajo.

Cuadro 24. Escenario de DM con factor de credibilidad 90%

Segmento	Bühlmann	Z	PR Simulada	% de Cesión
Compacto	740	90%	740	6%
Deportivo	1,373	90%	1,369	4%
Lujo	1,022	90%	1,022	4%
Subcompacto	672	90%	670	7%
Multiuso	626	90%	625	7%

En estos escenarios, el factor de credibilidad fue de 90% para los segmentos, vemos que las primas de riesgos son iguales en el segmento de compacto, y en los demás son similares. Aunque el porcentaje de cesión se encuentra entre 4% y 7%, el riesgo sigue siendo bajo para la reaseguradora.

En este caso, se considera que las primas adecuadas para el segmento compacto y multiuso son las de factor de credibilidad 5% debido a que su porcentaje de cesión es bajo, lo cual nos indica donde el riesgo es bajo, para el segmento subcompacto y lujo tomamos el de 75%, mientras que para el deportivo, tomamos el de factor 90% ya que nuestra prima es más cercana a la del mercado y sigue teniendo un riesgo bajo, cabe mencionar que este segmento tiene una prima más cara debido a los automóviles que pertenecen a este, puesto son más costosos.

Cuadro 25. Escenario de RT con factor de credibilidad 50%

Segmento	Bühlmann	Z	PR Simulada	% de Cesión
Compacto	210	50%	208	3%
Deportivo	387	50%	387	2%
Lujo	274	50%	274	3%
Subcompacto	274	50%	273	-0.01%
Multiuso	192	50%	195	0.2%

En estos escenarios para robo total, el factor de credibilidad que se tomó fue de 50%, vemos que en el segmento compacto es mayor la prima de riesgo de Bühlmann y en multiuso es más baja comparada con la simulada. Sin embargo, el riesgo es bajo para la reaseguradora.

Cuadro 26. Escenario de RT con factor de credibilidad 75%

Segmento	Bühlmann	Z	PR Simulada	% de Cesión
Compacto	210	75%	209	3%
Deportivo	387	75%	385	2%
Lujo	274	75%	272	3%
Subcompacto	274	75%	275	-0.01%
Multiuso	192	75%	193	0.2%

En estos escenarios, el factor de credibilidad fue de 75% para los segmentos, podemos observar que las primas de riesgo son similares y el riesgo es bajo.

Cuadro 27. Escenario de RT con factor de credibilidad 90%

Segmento	Bühlmann	Z	PR Simulada	% de Cesión
Compacto	210	90%	210	2%
Deportivo	387	90%	387	1%
Lujo	274	90%	274	1%
Subcompacto	274	90%	274	-1%
Multiuso	192	90%	192	1%

En los escenarios el factor de credibilidad fue de 90% para los segmentos, podemos ver que las primas son iguales y el riesgo es bajo.

En este caso, se tomará en cuenta las primas de riesgo simuladas del segmento subcompacto y multiuso, donde el factor de credibilidad es de 75% debido a que son similares al mercado y el riesgo es bajo, en los demás segmentos se tomara la de 90% de credibilidad.

Cuadro 28. Escenario de RCB con factor de credibilidad 50%

Segmento	Bühlmann	Z	PR Simulada	% de Cesión
Compacto	455	50%	455	1%
Deportivo	411	50%	410	1%
Lujo	385	50%	386	0.3%
Subcompacto	467	50%	467	-0.2%
Multiuso	478	50%	480	0.04%

En estos escenarios para la cobertura de responsabilidad civil de bienes, el factor de credibilidad que se tomo fue de 50% para los segmentos, podemos ver que las primas de riesgos son similares y el riesgo es bajo para la reaseguradora.

Cuadro 29. Escenario de RCB con factor de credibilidad 75%

Segmento	Bühlmann	Z	PR Simulada	% de Cesión
Compacto	455	75%	454	1%
Deportivo	411	75%	411	0.4%
Lujo	385	75%	385	1%
Subcompacto	467	75%	467	0.4%
Multiuso	478	75%	479	-1%

En estos escenarios, el factor de credibilidad que se ocupó en los segmentos fue de 75%, al comparar las primas de riesgo podemos ver que en el segmentos de multiuso solo difiere un peso, en los demás segmentos son iguales.

Cuadro 30. Escenario de RCB con factor de credibilidad 90%

Segmento	Bühlmann	Z	PR Simulada	% de Cesión
Compacto	455	90%	455	1%
Deportivo	411	90%	411	0.5%
Lujo	385	90%	385	-1%
Subcompacto	467	90%	467	10%
Multiuso	478	90%	478	0.4%

En estos escenarios, el factor de credibilidad que se ocupó fue de 90% en los segmentos, las primas de riesgos en Bühlmann y la simulada es la misma, el riesgo sigue siendo bajo.

En este caso se tomó las primas simuladas del factor de credibilidad de 50% de lujo, subcompacto y multiuso debido a que son iguales a las del mercado y el riesgo es muy bajo, para el segmento compacto y deportivo se utilizaron las de 90%.

Aunque las primas de riesgo simuladas son similares en su cobertura y segmento, para las primas de riesgo total simuladas se escogió de acuerdo a su factor de credibilidad y el % de cesión el cual nos indica que tan alto es el riesgo.

A continuación, se muestran las primas de riesgo por el modelo Bühlmann y Bühlmann Straub en cuadro 30:

Cuadro 31. Resultados Finales.

SEGMENTO	Prima Bühlmann	Prima Simulada
Compacto	1405	1405
Deportivo	2171	2,167
Lujo	1681	1,682
Subcompacto	1413	1414
Multiuso	1296	1299

Estas primas de riesgos que se muestran son por segmento y tienen incluidas las coberturas de daños materiales, robo total y responsabilidad civil de bienes, cabe mencionar que estas primas no toman en cuenta los gastos de administración, adquisición y de utilidad, solo es el costo que se necesita para hacer frente en caso de ocurra el siniestro, de acuerdo al segmento que pertenezca el automóvil.

Al tener los resultados de las primas simuladas totales, podemos observar que son similares a las primas de riesgo totales de Bühlmann, donde en su mayoría son más altas las primas de riesgo simuladas, pero la diferencia es mínima, en el segmento deportivo es donde solamente la prima de Bühlmann es más alta que la simulada. De acuerdo a los resultados se concluye que ambas primas son buenas, tanto la del mercado como la de la reaseguradora, debido a que este trabajo es desde el punto de vista de una reaseguradora, las primas con las que nos quedaríamos son las simuladas, debido a que esta representa la experiencia de la reaseguradora, aparte de que no existe una notoria diferencia con la prima del mercado.

CONCLUSIONES

En la actualidad, el reaseguro ha tomado importancia debido a que es un gran apoyo para las instituciones aseguradoras, debido a que permite que su capital no esté en su totalidad expuesto y no tenga grandes pérdidas, también permite a las aseguradoras al aumento de su capacidad financiera para suscribir más negocios, por lo que se considera adecuado que una aseguradora contrate una modalidad del reaseguro. Por ello es importante que el actuario tenga conocimientos de los sistemas de reaseguro y sus diferentes modalidades, para tomar el adecuado de acuerdo a las características o el ramo a reasegurar.

Por otro lado, es fundamental calcular de manera eficiente las primas de riesgos, ya que éstas ayudan a cubrir el monto del siniestro en caso de que suceda, se considera que los modelos de teoría de credibilidad son eficientes en el cálculo de éstas, siempre y cuando se tengan datos históricos del comportamiento de los siniestros, primas emitidas, números de vehículos asegurados o en enfoque que se le dé, en el trabajo realizado los modelos de Bühlmann y Bühlmann Straub fueron de gran utilidad, debido a que no contábamos con experiencia propia y a través de ellos pudimos obtener nuestras primas de riesgo calculadas con la información estadística del sector asegurador, por lo que considero que fueron buenos modelos para realizar el trabajo presente. Sin embargo, es importante mencionar que sí hubo complicaciones al realizar este trabajo, debido a que las bases de datos tuvieron que ser limpiadas, para que la información fuera homogénea. Por otro lado, las simulaciones que se realizaron de las primas de riesgos, nos permitió conocer el nivel de riesgo que se tiene de acuerdo al grado de confianza (factor de credibilidad) de la información, esto es de gran utilidad para las reaseguradoras cuando no cuentan con experiencia propia y solamente tienen a la mano información del mercado.

Por último, el porcentaje que la reaseguradora adquiera como responsabilidad debe ser de acuerdo a si es una compañía grande o no, en caso de que no lo sea, ver en qué modalidad le conviene intervenir, por adelantado sabemos que los contratos cuota parte da beneficios a ambas partes.

ANEXO 1. CONCEPTOS ACTUARIALES DE USO COMÚN

Para tener mayor claridad es necesario tener en cuenta los siguientes conceptos⁵ de acuerdo con el marco regulatorio mexicano:

- ❖ **Ajustes:** Valores de los costos en que puede caer la aseguradora por incrementos o decrementos al valor inicialmente estimado o registrado de un siniestro.
- ❖ **Asegurado:** Objeto, persona o entidad expuesta al riesgo.
- ❖ **Aseguradora:** Institución que asume directamente el riesgo.
- ❖ **Cálculo actuarial:** Procedimiento con el que se determina actuarialmente el valor de la prima tarifa de los parámetro o medida relacionada con el riesgo asegurado.
- ❖ **Cedente:** Nombre que recibe la aseguradora al traspasar el riesgo directamente a la reaseguradora.
- ❖ **Cesionaria:** Nombre que recibe la reaseguradora, cuando adquiere el riesgo directamente de la aseguradora.
- ❖ **Cesión:** Acuerdo que se usa para ceder un riesgo.
- ❖ **Costos de administración:** Son los relativos a la suscripción, emisión, cobranza, administración, control y cualquier otra función necesaria para el manejo operativo de una cartera.
- ❖ **Costos de adquisición:** Es lo relacionado con la promoción y venta, que incluyen comisiones a intermediarios, bonos, gastos por mercadotecnia y publicidad y otros gastos dentro de este rubro.
- ❖ **Excedente:** Cantidad que rebase la línea de la aseguradora.

⁵ Los conceptos de la sección 3.1 fueron obtenidas en su mayor parte de la Circular Única de Seguros y Fianzas, 2015, Anexo 4.3.1.a y b.

- ❖ **Frecuencia:** Medida relativa del número de siniestros que pueden suceder en un periodo determinado respecto al total de expuestos (probabilidad de ocurrencia).
- ❖ **Duración:** Tiempo de la cobertura.
- ❖ **Deducible:** Cantidad de dinero que debe desembolsar un asegurado en cada reclamación a la aseguradora. Este tiene como objetivo, promover al beneficiario la responsabilidad de cuidar el bien asegurado. A mayor importe de la prima, menor es el importe del deducible, y a menor importe de la prima, mayor es el importe del deducible.
- ❖ **Información confiable:** Fuente que es comprobable y veraz, es publicada por una institución reconocida.
- ❖ **Información homogénea:** Datos estadísticos para el cálculo actuarial de la prima de tarifa, es correspondiente a personas o unidades expuestas, en condiciones similares, a riesgos del mismo tipo.
- ❖ **Información suficiente:** Volumen de datos que permite la aplicación de métodos estadísticos o modelos de credibilidad y que abarca todos los aspectos relacionados con la valoración del riesgo.
- ❖ **Importe recuperable de reaseguro:** Valor esperado de obligaciones futuras que serán cubiertas por el reasegurador, o el monto que corresponde pagar al reaseguro en el caso de siniestros de monto conocido.
- ❖ **Institución de Seguros:** Se refiere indistintamente a las Instituciones de Seguros, a las sociedades mutualistas de seguros o a las reaseguradoras.
- ❖ **Línea:** Retención por cuenta propia del asegurador, sobre cada riesgo y cada ramo.
- ❖ **Margen de utilidad:** Contribución marginal a la utilidad bruta general, que se haya definido para el ramo y el tipo de seguro en cuestión, de conformidad con las políticas establecida por la empresa que asume el riesgo, incluyendo el costo del capital y el costo neto del reaseguro.
- ❖ **Monto de salvamentos:** Es el monto obtenido por la Institución por salvamentos de los vehículos o recuperación de terceros.

- ❖ **Plazo de seguro:** Es la duración de la cobertura avalada por el contrato.
- ❖ **Prima:** Monto que paga el asegurado de acuerdo a lo comprendido en el contrato, a fin de recibir cobertura por los riesgos a los que está expuesto.
- ❖ **Prima de riesgo:** Monto que se necesita para hacer frente a la siniestralidad esperada de riesgos que están cubiertos por una póliza.
- ❖ **Prima de tarifa:** Monto unitario necesario para cubrir un riesgo, comprendiendo los costos esperados de siniestralidad y otras obligaciones contractuales, de adquisición y de administración.

$$PT = \frac{PR}{1 - \alpha - \beta - \mu}$$

Donde un porcentaje (α) de la prima tarifa es destinado a los gastos de administración, el porcentaje (β) es destinado a los costos de adquisición (comisiones, publicidad, etc.) y el porcentaje de (μ) es destinado al margen de utilidad.

- ❖ **Prioridad:** Cantidad máxima, que una institución de seguros está dispuesta a retener.
- ❖ **Reaseguradora:** Institución a la cual la aseguradora le transfiere total o parcialmente el riesgo.
- ❖ **Reaseguro:** Es el seguro del seguro.
- ❖ **Riesgo:** Posibilidad de que se produzca una pérdida económica, o que alguien o algo sufra algún daño o perjuicio.
- ❖ **Retención:** Importe sobre cada ramo y riesgo, que la compañía puede y quiere asumir por su cuenta.
- ❖ **Retrocesión:** Acuerdo en la que la reaseguradora cede a otro reasegurador el riesgo asumido.

- ❖ **Severidad:** Monto absoluto o valor relativo esperado u ocurrido de los siniestros a cargo de la aseguradora.

- ❖ **Siniestro:** Es la ocurrencia de un evento fortuito.

- ❖ **Suma asegurada:** Cantidad máxima que la aseguradora se obliga a indemnizar al asegurado.

- ❖ **Vencimiento:** Es el término del plazo de la vigencia del contrato de reaseguro.

ANEXO 2. DEFINICIONES MATEMÁTICAS

Definición 1: Sea A y B dos eventos y supongamos que B tiene probabilidad estrictamente positiva. La probabilidad condicional del evento A , dado el evento B , se denota por el símbolo $P(A|B)$ y se define como el cociente

$$P(A|B) = \frac{P(A \cap B)}{P(B)}.$$

Teorema 1. (Teorema de Bayes) Sea B_1, \dots, B_n una partición Ω tal que $P(B_i) \neq 0$, $i = 1, \dots, n$. Sea A un evento tal que $P(A) \neq 0$. Entonces para cada $j = 1, \dots, n$,

$$P(B_j|A) = \frac{P(A|B_j)P(B_j)}{\sum_{i=1}^n P(A|B_i)P(B_i)}.$$

Definición 2: Los eventos aleatorios son subconjuntos del universo Ω asociados con un experimento dado. Es aleatorio ya que no podemos predecir con certeza si se realizará o no durante el experimento.

Definición 3: Se dice que dos eventos A y B son independientes, si se cumple la siguiente igualdad:

$$P[A \cap B] = P[A]P[B].$$

Definición 4: Una variable aleatoria es una transformación X del espacio de resultados Ω al conjunto de números reales, esto es,

$$X: \Omega \rightarrow \mathbb{R},$$

tal que para cualquier número real x ,

$$\{\omega \in \Omega : X(\omega) \leq x\} \in \mathcal{F}.$$

Definición 5: Se dice que las variables aleatorias X y Y son independientes si los eventos $X \leq x$ y $Y \geq y$ son independientes para cualesquiera valores reales de x y y , es decir si cumple la igualdad.

$$P[(X \leq x) \cap (Y \leq y)] = P[(X \leq x)P(Y \leq y)].$$

Definición 6: Sea X una variable aleatoria discreta con los valores x_0, x_1 la función de probabilidad de X , se denota por $f(x): \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$, se define como:

$$f(x) = P(X = x) \text{ si } x = x_0, x_1.$$

Definición 7: Sea X una variable aleatoria continua. Decimos que la función integrable y no negativa $f(x): \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ es la función de densidad de X para cualquier intervalo $[a, b]$ de \mathbb{R} se cumple la igualdad

$$P[X \in [a, b]] = \int_a^b f(x)dx.$$

Definición 8: La función de distribución de una variable aleatoria X , es la función

$$F(x): \mathbb{R} \rightarrow [0,1], \text{ es definida de la siguiente manera,}$$

$$F(x) = P[X \leq x], x \in \mathbb{R},$$

en palabras, representa la probabilidad de que X asuma un valor menor o igual a x .

Si X es el monto monetarios total de las reclamaciones generadas por algún asegurado, $F(x)$ es la probabilidad que el asegurado produzca un monto total de reclamo como máximo x .

Definición 9: La esperanza o valor esperado se define de una variable aleatoria:

Sea X una v.a discreta con función de probabilidad $f(x)$. La esperanza X se define como el número.

$$E[X] = \sum_x xf(x).$$

Sea X v.a continua con función de densidad $f(x)$, entonces la esperanza es

$$E[X] = \int_{-\infty}^{\infty} xf(x)dx.$$

Definición 10: La varianza se define:

Sea X una variable aleatoria discreta con función de probabilidad $f(x)$. La varianza de X se define como el numero

$$Var(x) = \sum_x (x - \mu)^2 f(x),$$

cuando es convergente y en donde μ es la esperanza de X .

En el caso de una variable continua X , con una función de densidad $f(x)$ se define la varianza

$$Var(X) = \int_{-\infty}^{\infty} (x - \mu)^2 f(x)dx,$$

cuando esta integral es convergente.

Definición 11: Sea (X, Y) un vector aleatorio continuo con función de densidad $f_{X,Y}(x, y)$ y sea y un valor tal que $f_y(y) \neq 0$. La esperanza condicional de X , dado $Y = y$, es la esperanza de la función de densidad condicional $f_{X|Y}(x|y)$, cuando existe, es decir,

$$E(X|Y = y) = \int_{-\infty}^{\infty} xf_{X|Y}(x|y)dx.$$

Definición 12: Sea (X, Y) un vector aleatorio discreto o continuo con función de probabilidad o de densidad que $f_{X,Y}(x, y)$. Sea y un valor de la variable que Y tal que $f_y(y) \neq 0$. A la función de que $x \rightarrow f_{X|Y}(x|y)$, definida a continuación, se llama la función de probabilidad o densidad condicional de que X dado que $Y = y$.

$$f_{X|Y}(x|y) = \frac{f_{X,Y}(x, y)}{f_y(y)}.$$

Definición 13: Sea (X, Y) un vector aleatorio continuo con función de densidad que $f_{xy}(x, y)$ y sea que y un valor tal que $f_y(y) \neq 0$. La esperanza condicional de X , dado que $Y = y$, es la esperanza de la función de densidad condicional $f_{X|Y}(x|y)$, cuando existe, es decir,

$$E(X|Y = y) = \int_{-\infty}^{\infty} xf_{X|Y}(x|y)dx.$$

Definición 14: Sea X con segundo momento finito, y sea \mathfrak{G} una sub- σ -álgebra de \mathcal{F} . La varianza condicional de X dado \mathfrak{G} , denotada $Var(X|\mathfrak{G}) = E[(X - E(X|\mathfrak{G}))^2|\mathfrak{G}]$.

Definición 15 : La covarianza de X y Y , denotada por $Cov(X, Y) = E[(X - E(X))(Y - E(Y))]$.

Definición 16: El coeficiente de correlación de las variables aleatorias X y Y , denotado por $\rho(X, Y)$, es el numero $\rho(X, Y) = \frac{Cov(X, Y)}{\sqrt{Var(X)Var(Y)}}$.

ANEXO 3. INFORMACIÓN DEL CATÁLOGO SEGMENTO/MARCA

Tabla. Catalogo

SEGMENTO	MARCA	TIPO
COMPACTO	ACURA	AUTOMOVIL
COMPACTO	BAIC	AUTOMOVIL
COMPACTO	BMW	AUTOMOVIL
COMPACTO	CHRYSLER	AUTOMOVIL
COMPACTO	CITROEN	AUTOMOVIL
COMPACTO	FIAT	AUTOMOVIL
COMPACTO	FORD	AUTOMOVIL
COMPACTO	GENERAL MOTORS	AUTOMOVIL
COMPACTO	HONDA	AUTOMOVIL
COMPACTO	HYUNDAI	AUTOMOVIL
COMPACTO	JAC	AUTOMOVIL
COMPACTO	JAGUAR	AUTOMOVIL
COMPACTO	KIA	AUTOMOVIL
COMPACTO	MAZDA	AUTOMOVIL
COMPACTO	MERCURY	AUTOMOVIL
COMPACTO	MITSUBISHI	AUTOMOVIL
COMPACTO	NISSAN	AUTOMOVIL
COMPACTO	PEUGEOT	AUTOMOVIL
COMPACTO	RENAULT	AUTOMOVIL
COMPACTO	SEAT	AUTOMOVIL
COMPACTO	SUZUKI	AUTOMOVIL
COMPACTO	TOYOTA	AUTOMOVIL
COMPACTO	VAM	AUTOMOVIL
COMPACTO	VOLKSWAGEN	AUTOMOVIL
DEPORTIVO	ALFA ROMEO	AUTOMOVIL
DEPORTIVO	AUDI	AUTOMOVIL
DEPORTIVO	BMW	AUTOMOVIL
DEPORTIVO	CADILLAC	AUTOMOVIL
DEPORTIVO	CHRYSLER	AUTOMOVIL
DEPORTIVO	FERRARI	AUTOMOVIL
DEPORTIVO	FIAT	AUTOMOVIL
DEPORTIVO	FORD	AUTOMOVIL
DEPORTIVO	GENERAL MOTORS	AUTOMOVIL
DEPORTIVO	HONDA	AUTOMOVIL
DEPORTIVO	INFINITI	AUTOMOVIL
DEPORTIVO	LAMBORGHINI	AUTOMOVIL

DEPORTIVO	LOTUS	AUTOMOVIL
DEPORTIVO	MASERATI	AUTOMOVIL
DEPORTIVO	MASTRETTA	AUTOMOVIL
DEPORTIVO	MAZDA	AUTOMOVIL
DEPORTIVO	MCLAREN	AUTOMOVIL
DEPORTIVO	MERCEDES BENZ	AUTOMOVIL
DEPORTIVO	MITSUBISHI	AUTOMOVIL
DEPORTIVO	NISSAN	AUTOMOVIL
DEPORTIVO	PEUGEOT	AUTOMOVIL
DEPORTIVO	PORSCHE	AUTOMOVIL
DEPORTIVO	ROVER	AUTOMOVIL
DEPORTIVO	SEAT	AUTOMOVIL
DEPORTIVO	SUBARU	AUTOMOVIL
DEPORTIVO	TOYOTA	AUTOMOVIL
DEPORTIVO	VOLKSWAGEN	AUTOMOVIL
DEPORTIVO	VOLVO	AUTOMOVIL
LUJO	ACURA	AUTOMOVIL
LUJO	ALFA ROMEO	AUTOMOVIL
LUJO	ASTON MARTIN	AUTOMOVIL
LUJO	AUDI	AUTOMOVIL
LUJO	BENTLEY	AUTOMOVIL
LUJO	BMW	AUTOMOVIL
LUJO	BUICK	AUTOMOVIL
LUJO	CADILLAC	AUTOMOVIL
LUJO	CHRYSLER	AUTOMOVIL
LUJO	FERRARI	AUTOMOVIL
LUJO	FIAT	AUTOMOVIL
LUJO	FORD	AUTOMOVIL
LUJO	GENERAL MOTORS	AUTOMOVIL
LUJO	HONDA	AUTOMOVIL
LUJO	INFINITI	AUTOMOVIL
LUJO	JAGUAR	AUTOMOVIL
LUJO	KIA	AUTOMOVIL
LUJO	LAMBORGHINI	AUTOMOVIL
LUJO	LEXUS	AUTOMOVIL
LUJO	LINCOLN	AUTOMOVIL
LUJO	MERCEDES BENZ	AUTOMOVIL
LUJO	MERCURY	AUTOMOVIL
LUJO	MITSUBISHI	AUTOMOVIL
LUJO	NISSAN	AUTOMOVIL
LUJO	PEUGEOT	AUTOMOVIL

LUJO	RENAULT	AUTOMOVIL
LUJO	ROLLS ROYCE	AUTOMOVIL
LUJO	ROVER	AUTOMOVIL
LUJO	SAAB	AUTOMOVIL
LUJO	SUBARU	AUTOMOVIL
LUJO	TESLA	AUTOMOVIL
LUJO	TOYOTA	AUTOMOVIL
LUJO	VOLKSWAGEN	AUTOMOVIL
LUJO	VOLVO	AUTOMOVIL
MULTIUSOS	ACURA	AUTOMOVIL
MULTIUSOS	AUDI	AUTOMOVIL
MULTIUSOS	BAIC	AUTOMOVIL
MULTIUSOS	BMW	AUTOMOVIL
MULTIUSOS	CADILLAC	AUTOMOVIL
MULTIUSOS	CBO	AUTOMOVIL
MULTIUSOS	CHRYSLER	AUTOMOVIL
MULTIUSOS	FAW	AUTOMOVIL
MULTIUSOS	FIAT	AUTOMOVIL
MULTIUSOS	FORD	AUTOMOVIL
MULTIUSOS	GENERAL MOTORS	AUTOMOVIL
MULTIUSOS	HONDA	AUTOMOVIL
MULTIUSOS	HUMMER	AUTOMOVIL
MULTIUSOS	HYUNDAI	AUTOMOVIL
MULTIUSOS	INFINITI	AUTOMOVIL
MULTIUSOS	JAC	AUTOMOVIL
MULTIUSOS	JAGUAR	AUTOMOVIL
MULTIUSOS	KIA	AUTOMOVIL
MULTIUSOS	LAND ROVER	AUTOMOVIL
MULTIUSOS	LINCOLN	AUTOMOVIL
MULTIUSOS	MASERATI	AUTOMOVIL
MULTIUSOS	MAZDA	AUTOMOVIL
MULTIUSOS	MERCEDES BENZ	AUTOMOVIL
MULTIUSOS	MERCURY	AUTOMOVIL
MULTIUSOS	MITSUBISHI	AUTOMOVIL
MULTIUSOS	NISSAN	AUTOMOVIL
MULTIUSOS	PEUGEOT	AUTOMOVIL
MULTIUSOS	PORSCHE	AUTOMOVIL
MULTIUSOS	RENAULT	AUTOMOVIL
MULTIUSOS	SEAT	AUTOMOVIL
MULTIUSOS	SSANGYONG	AUTOMOVIL
MULTIUSOS	SUBARU	AUTOMOVIL

MULTIUSOS	SUZUKI	AUTOMOVIL
MULTIUSOS	TATA MOTORS	AUTOMOVIL
MULTIUSOS	TESLA	AUTOMOVIL
MULTIUSOS	TOYOTA	AUTOMOVIL
MULTIUSOS	UAZ	AUTOMOVIL
MULTIUSOS	VOLKSWAGEN	AUTOMOVIL
SUBCOMPACTO	BMW	AUTOMOVIL
SUBCOMPACTO	CHRYSLER	AUTOMOVIL
SUBCOMPACTO	FAW	AUTOMOVIL
SUBCOMPACTO	FIAT	AUTOMOVIL
SUBCOMPACTO	FORD	AUTOMOVIL
SUBCOMPACTO	GENERAL MOTORS	AUTOMOVIL
SUBCOMPACTO	HONDA	AUTOMOVIL
SUBCOMPACTO	HYUNDAI	AUTOMOVIL
SUBCOMPACTO	JIA YUAN	AUTOMOVIL
SUBCOMPACTO	MERCEDES BENZ	AUTOMOVIL
SUBCOMPACTO	MITSUBISHI	AUTOMOVIL
SUBCOMPACTO	NISSAN	AUTOMOVIL
SUBCOMPACTO	PEUGEOT	AUTOMOVIL
SUBCOMPACTO	RENAULT	AUTOMOVIL
SUBCOMPACTO	SEAT	AUTOMOVIL
SUBCOMPACTO	SUZUKI	AUTOMOVIL
SUBCOMPACTO	TATA MOTORS	AUTOMOVIL
SUBCOMPACTO	TOYOTA	AUTOMOVIL
SUBCOMPACTO	VOLKSWAGEN	AUTOMOVIL
SUBCOMPACTO	ZACUA	AUTOMOVIL
SUBCOMPACTO	ZILENT	AUTOMOVIL

Bibliografía

- Arias, L. O. (2013). *El Reaseguro Aspectos Teóricos y Prácticos*. Venezuela: Grupo Editorial Macroeconomía.
- Circular Unica de Seguros y Fianzas. (28 de Junio de 2019). Mexico.
- Fisher, E. E. (Marzo de 1994). *Guía Básica de Reaseguro*. Obtenido de <https://www.cnsf.gob.mx>
- Gisler, H. B. (2005). *A course in Credibility Theory and its Applications*. New York: Springer.
- Gomez Deniz, E., & Sarabia Alegria, J. M. (2008). *Teoría de Credibilidad Desarrollo y Aplicaciones en Primas de Seguros y Riesgos Operacionales*. Madrid: FUNDACION MAPRE.
- Ley de Instituciones de Seguros y de Fianzas. (4 de Abril de 2013). Mexico.
- Ley General de Instituciones y Sociedades Mutualistas de Seguros. (s.f.). Mexico.
- M.Denoit, J.Dhaene, M.Goovaerts, & R.Kaas. (2005). *Actuarial Theory for Dependet Risks Measures, Orders and Models*. Englad: John Wiley & Sons, Ltd.
- Manual de Reaseguro. (1976). Madrid: MAPFRE, S.A.
- MAPFRE, F. (2010). *INTRODUCCION AL REASEGURO*.
- Minzoni, A. (1995). *REASEGURO*. Mexico: Las prensas de ciencias.
- Muñoz, M. T., & Ramos Burgoa, L. (2013). *Aplicación de modelos de credibilidad para el cálculo de primas en el seguro de automoviles*. Ciudad de Mexico: Comisión Nacional de Seguros y Fianzas.
- Rincon, L. (2014). *Introducción a la Probabilidad*. Mexico DF: Las prensas de ciencias.
- Suiza de Reaseguros. (1988). *El Reaseguro de los Ramos Generales*. Zurich.