



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

**FACTOR DE AJUSTE SISTEMÁTICO PARA EL
EQUILIBRIO DE LA PRIMA DEL
SEGURO DE VIDA**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

A C T U A R I A

P R E S E N T A

SONIA GÓMEZ NAVARRETE



Tutor:

ACT. JOSÉ FABIÁN GONZÁLEZ FLORES

2013



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.

1. Datos de la alumna

Gómez
Navarrete
Sonia
5656 9147
Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Ciencias
96322741

2.- Datos del Tutor

Actuario
José Fabián
González
Flores

3.- Sinodal 1

Actuario
Alfonso
Parrao
Guzmán

4.- Sinodal 2

Actuario
Ricardo
Ibarra
Lara

5.- Sinodal 3

Actuario
Ricardo
Villegas
Azcorra

6.- Sinodal 4

Actuario
Fernando Alonso
Pérez-Tejada
López

Titulo

Factor de ajuste sistemático para el equilibrio de la prima del seguro de vida.

66 Páginas

2013

Agradecimientos

A Dios

Por haberme permitido realizar uno de mis grandes anhelos en la vida.

A mis padres

Porque siempre me han guiado por el buen camino, gracias Papá por todo el apoyo; a ti Mamá que siempre has tenido la paciencia, perseverancia y grandes consejos para hacer de mí la gran mujer que ahora soy.

A mis profesores, amigos y en especial a mi asesor de tesis

***Act. Fabian Gonzalez Flores** por su paciencia, consejos, tiempo y por compartir conmigo sus conocimientos para la realización de esta tesis; gracias por enseñarme que nunca es tarde para aprender nuevas cosas.*

A mi hermana

Mi más sincero agradecimiento porque siempre ha estado a mi lado compartiendo grandes momentos de mi vida.

A mi Esposo e Hija

Gracias por todo su apoyo y comprensión, por todo el amor que me brindan que es el motor para seguir adelante, gracias por formar parte de mi vida.

*Gracias a la **Universidad Nacional Autónoma de México** por dejarme ser parte de su institución reconocida a nivel mundial por su excelencia académica, gracias por formar parte de su historia.*

Sonia



Índice general

Índice de cuadros	5
Introducción.....	6
Capítulo 1. Seguros de vida y siniestralidad por causas.	9
1.1 Introducción	9
1.2 Marco Normativo y Regulatorio.....	10
1.3 Propósito	11
1.4 Clasificación.....	12
1.5 Coberturas.....	14
1.6 Exclusiones	16
1.7 Requisitos.....	17
1.8 Lineamientos.....	18
1.9 Prima	20
1.10 Siniestralidad procedente por causas	23
1.10.1 Frecuencia.....	24
1.10.2 Indemnizaciones	25
Capítulo 2. Biometría y supuestos actuariales	28
2.1 Introducción	28
2.2 Concepto y campo de aplicación.....	29
2.3 Funciones biométricas	30
2.4 Supuestos actuariales.....	33
2.4.1 Diseño del método de ajuste de cotización	33
2.4.2 Estimación de Prima.....	37
2.4.3 Bases demográfica	38
2.4.4 Perfil de salud.....	39
2.4.5 Selección adversa de riesgo	40
Capítulo 3. Estimación del factor de ajuste sistemático de la prima de riesgo.	40
3.1 Introducción	41
3.2 Planteamiento teórico.....	41
3.2.1 Matriz de asegurados.....	43
3.2.2 Siniestralidad a priori	44
3.3 Estimadores.....	48
3.4 Ajuste sistemático	49
3.4.1 Heterogeneidad	49
3.4.2 Variabilidad	55
3.4.3 Factor de credibilidad	56

Conclusiones	62
Bibliografía.....	64
Anexo I.....	65

Índice de cuadros

Cuadro 1.1 Marco Normativo y Regulatorio del Seguro de Vida.....	11
Cuadro 1.2 Propósitos y alcance del seguro de vida	12
Cuadro 1.3 Garantías adicionales.....	15
Cuadro 1.4 Exclusiones adicionales.....	17
Cuadro 1.5 Principales requisitos de asegurabilidad en el seguro de vida.....	18
Cuadro 1.6 Principales lineamientos para la operación del seguro de vida.....	19
Cuadro 1.7 Primas de seguro de vida y nomenclatura técnica en el seguro de vida.	21
Cuadro 1.8 Tipificación de la prima en el seguro de vida.....	22
Cuadro 1.9 Principales causas de muerte	23
Cuadro 1.10 Frecuencia de las principales causas de mortalidad en la cartera de vida de Seguros Inbursa	24
Cuadro 1.11 Severidad de las principales causas de muerte en la cartera de Seguros Inbursa	26
Cuadro 2.1 Balance entre la prima individual y la de la cartera	36
Cuadro 2.2 Matriz de asegurados por edad y sexo del año 2010	39
Cuadro 3.1 Número de asegurados por edad y año.....	43
Cuadro 3.2 Frecuencia de las principales causas de muerte separadas por género	44
Cuadro 3.3. Severidad de las principales causas de muerte separadas por género	46
Cuadro 3.4 Cálculo de estimador de heterogeneidad de causas de muerte y edades	50
Cuadro 3.5 Cálculo de estimador de varianza por causa de muerte y género	55
Cuadro 3.6 Cálculo de factor de credibilidad Z por causa de muerte en hombres	56
Cuadro 3.7 Cálculo de factor de credibilidad Z por causa de muerte en mujeres.....	58
Cuadro 3.8 Promedio por rangos de edad y genero del Factor de Credibilidad de las diferentes causas de muerte.....	61

Introducción

El objetivo de esta tesis es ahondar en el seguro de vida y a partir de una metodología con base en vectores biométricos y supuestos actuariales, determinar un factor que permita garantizar la suficiencia de la prima de riesgo a partir de la siniestralidad por causas y, con ello, proponer un ajuste sistemático en la prima para su óptimo equilibrio.

El seguro de vida es una compensación económica que se paga ante el fallecimiento de una persona a través de un contrato por el que la aseguradora se obliga a resarcir al asegurado y/o beneficiario un daño al verificarse una eventualidad. Este seguro cubre los riesgos que puedan afectar al asegurado en su existencia y al presentarse el fallecimiento, los beneficiarios reciben un pago (indemnización). Los principales beneficios que ofrecen los seguros de vida son: i) por muerte accidental, el cual consiste en una cobertura adicional al seguro de vida que garantiza el pago de capital ante el fallecimiento del asegurado a causa de un accidente; ii) por invalidez, el cual se otorga cuando el asegurado llegase a perder un miembro de su cuerpo vital para desempeñar trabajos a causa de un accidente; iii) por enfermedades graves; iv) adicional conyugal; y, v) por gastos funerarios.

Dentro de la operación de vida se consideran los riesgos que puedan afectar al entorno económico y personal del asegurado; así mismo se incluyen los beneficios adicionales que con base en su salud o en accidentes personales se incluyen en pólizas regulares de seguros de vida.

En este tenor, el propósito de este estudio es aplicar el modelo con base en la teoría de la credibilidad, la cual aporta herramientas para hacer frente a los problemas de heterogeneidad que existen en las carteras, determinando el equilibrio entre la información que se posee de un asegurado en particular y la información con que se cuenta de una cartera o portafolio. Esta teoría se fundamenta en la estadística bayesiana¹, a partir de

¹ Estadística Bayesiana: Se apoya en la fusión de la información inicial, expresada mediante una distribución de probabilidad conocida como distribución inicial o a priori, con las observaciones estadísticas, para producir una distribución final o a posteriori, la cual sintetiza ambas fuentes de información y es la base para extraer conclusiones y tomar decisiones.

observaciones estadísticas con una determinada distribución de probabilidad inicial o *a priori*, para llegar a una distribución *a posteriori*. Dichos resultados tendrán inferencia en los factores del ajuste de las primas, denominados factores de credibilidad, y permitirán reflejar el verdadero perfil de riesgo, así como promover el desarrollo de políticas adecuadas para la selección y tarificación.

Es importante resaltar que la información estadística de siniestralidad corresponde a la cartera de vida de Grupo Financiero Inbursa², misma que será utilizada cumpliendo con las políticas de confidencialidad de la empresa. Esta información corresponde a los años 2005, 2006, 2007, 2008 y 2009. Así, el cálculo de factor de ajuste sistemático que se obtendrá, reconocerá la experiencia de los siniestros que se ha presentado en un determinado período de tiempo. En particular, con esta información histórica igual o mayor a cinco años se obtendrá un factor de credibilidad total y, con ello, se podrá determinar una prima de riesgo equitativa y suficiente que permita la rentabilidad para la compañía aseguradora.

Para el cálculo de la prima las aseguradoras realizan constantemente, un análisis de la siniestralidad para identificar los padecimientos o causas de muerte que se tienen que excluir para evitar desviaciones y cúmulos de siniestros. En el caso de la mujeres, se ha detectado que las principales causas de mortalidad son los accidentes de transporte, tumores malignos, diabetes mellitus tipo II, enfermedades del hígado, y enfermedades del corazón; por su parte, en los hombres se presentan como causas de muerte los traumatismos accidentales, accidentes de transporte, agresiones, enfermedades del hígado, diabetes y tumores malignos.

A partir de identificar las causas de muerte, se pueden ajustar las primas de acuerdo a cada uno de los riesgos específicos y, con ello, generar las cotizaciones de prima en poco tiempo. Las ventajas de utilizar un método cuantitativo, es tratar de determinar la asociación entre variables, la generalización y objetivo de los resultados a través de una muestra para hacer inferencia a una población de la cual la muestra procede. Por ello, la presente investigación cuantitativa permitirá analizar la mortalidad por causas, identificando cuales son las más importantes y representativas de la muestra y, con base en estos datos, calcular un factor de ajuste de la prima de riesgo y, en consecuencia, mejorar los productos acordes a los diferentes nichos de mercado y a la correcta tipificación del riesgo.

² Anexo I. Carta de autorización de uso de información.

La tesis se presenta *grosso modo* en tres capítulos:

El objetivo del capítulo I es explicar de una forma generalizada el seguro de vida; su marco regulatorio, su propósito, cobertura, exclusiones, lineamientos y requisitos; así como dar a conocer las principales causas de mortalidad más representativas y su magnitud en frecuencia y a la fecha del presente trabajo.

Por su parte, en el capítulo II se propondrá un método de ajuste a partir del cálculo de vectores biométricos y, bajo los supuestos de la teoría de la credibilidad aplicada al ramo de vida, determinar el factor de ajuste desagregado por edad, sexo y causa de muerte que permita equilibrar la prima de riesgo.

Finalmente, en el tercer capítulo se estimará el factor de ajuste a partir de la matriz de asegurados y la aplicación de los vectores biométricos por causas específicas de mortalidad y, posteriormente, determinar un recargo en la prima pura para constituir una reserva que cubra las posibles desviaciones de siniestralidad y calcular las primas justas de cada riesgo en específico.

Capítulo 1.

Seguros de vida y siniestralidad por causas.

1.1 Introducción

El concepto del seguro no es algo nuevo, desde siempre el ser humano ha buscado la protección de sus bienes y su entorno, tanto familiar como social. El seguro es una actividad que ayuda al individuo a reducir el temor ante la incertidumbre y la inseguridad que rodea su integridad personal y sus bienes. El origen y la evolución del seguro se dieron con el desarrollo del comercio. La mayoría de las modalidades del seguro surgieron como mecanismo de protección de las actividades comerciales y conforme la sociedad se desarrolló surgió la necesidad de proteger los diferentes intereses del ser humano.

El seguro de vida no ha de desarrollarse exclusivamente a través de un ahorro de carácter sistemático y continuo en el tiempo. Las primas de pago único, son aquellas en donde el asegurado cubre todo el periodo de la vigencia del seguro con un solo pago; las de carácter flexible que son de mayor o menor importe según las capacidades en cada momento del tomador del seguro, las adicionales o esporádicas que van acumulando un importe superior a las primas y por tanto al capital e incluso puede ocurrir la ausencia de pago de prima en ciertos momentos según las circunstancias personales por las que atraviesa el asegurado. Sin embargo, la experiencia ha demostrado a lo largo de la historia del seguro de vida que el pago sistemático y planificado de la prima del seguro durante extensos periodos de tiempo es lo que ha dado mayor solidez a este sector.

Uno de los aspectos básicos de la regulación y supervisión de los seguros se basa en lograr que las instituciones cumplan con las obligaciones que han contraído con el asegurado; el cumplimiento de tales obligaciones consiste en hacer frente a las reclamaciones futuras que hagan los asegurados, para lo cual las aseguradoras deben contar con los recursos financieros suficientes. El principal recurso con que cuenta una aseguradora son las reservas técnicas, por lo que es fundamental establecer criterios generales para la constitución de reservas en las instituciones de seguros.

En la actualidad, los seguros se dividen en tres operaciones: i) seguros de vida; ii) seguros de accidentes y enfermedades; y iii) seguros de daños. Para los fines de esta tesis tomaremos únicamente el seguro de vida, específicamente el individual.

Dentro del seguro de vida se establece el pago de indemnizaciones para el caso de que el asegurado fallezca durante la vigencia de la póliza, y los que se pagan cuando el asegurado sigue vivo en la fecha del vencimiento. Las primas a pagar se calculan actuarialmente en función de la indemnización pactada y factores como la edad, el sexo, estado de salud y otras circunstancias personales del asegurado. En general, cuando se contrata un seguro de vida el contratante debe declarar las circunstancias que influyan en la valoración del riesgo a efectos de que el asegurador pueda decidir si es o no asegurable y, en tal caso, determinar la prima a pagar.

En este tenor, en el presente capítulo se ahondará en las características específicas del seguro de vida: su propósito, coberturas y exclusiones, así como las Leyes y Normas que lo regulan para un veraz y correcto funcionamiento. Así también, el alcance del capítulo es identificar las principales causas de muerte que, por su frecuencia y severidad, impactan en una cartera específica de vida.

1.2 Marco Normativo y Regulatorio

El contrato del seguro se rige por un conjunto general de normas, criterios, metodologías, lineamientos y sistemas, que establecen la forma en que deben desarrollarse las acciones para alcanzar los objetivos propuestos en el proceso. Las compañías de seguros son instituciones constituidas como sociedades anónimas.

La Asociación Mexicana de Instituciones de Seguros (AMIS) es el organismo que agrupa el 80 por ciento de las compañías aseguradoras a la fecha del presente trabajo, las cuales emiten el 98 por ciento de las primas totales. Las autoridades que se encargan de vigilar el funcionamiento de la actividad aseguradora son principalmente la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHP) y su ente supervisor conocido como la Comisión Nacional de Seguros y Fianzas (CNSF) quienes rigen y vigilan el funcionamiento de éstas. En el cuadro 1.1 se detalla grosso modo la finalidad de las principales Leyes y reglamentos que influyen directamente en el correcto funcionamiento de la actividad aseguradora.

Cuadro 1.1
Marco Normativo y Regulatorio del Seguro de Vida

Ley o Reglamento	Finalidad
Ley General de Instituciones y Sociedades Mutualistas de Seguros	Tiene por objeto regular la organización y funcionamiento de las actividades y operaciones relacionadas de la Actividad Aseguradora, en protección de los intereses del público usuario.
Ley Sobre el Contrato del Seguro	Tiene por objeto regular el contrato de seguro desde su adquisición hasta su extinción o cuando se de el siniestro o indemnización
Reglamento de Agentes de Seguros y Fianzas	Establece las bases para ser intermediario de seguros y describe las principales actividades que un agente se seguros realiza.
Reglamento de Inspección y Vigilancia de la Comisión Nacional de Seguros y Fianzas	Tiene por objeto regular el ejercicio de las facultades de inspección y vigilancia conferidas a la CNSF, respecto a las Instituciones de Seguros, y demás personas y empresas sujetas a las mismas.
Reglamento del Seguro de Grupo para la operación de Vida y del Seguro Colectivo para la operación de Accidentes y Enfermedades	Establece las bases de operación de los Seguros de Grupo.
Reglas de Operación para los Seguros de Pensiones de acuerdo a las Leyes de Seguridad Social	Establece actividades y la forma de operar los Seguros de Pensiones derivadas de la Seguridad Social.

1.3 Propósito

En el seguro participan tres entes: contratante, asegurado y beneficiario. El contratante es aquel que paga la póliza y se considera dueño de los valores³ de la misma; el asegurado es la persona expuesta al riesgo; y, el beneficiario es aquella persona, compañía o asociación que recibirá los beneficios también llamados *suma asegurada* pactados en el seguro.

Las condiciones y características del seguro quedan estipuladas en un contrato realizado entre la compañía aseguradora y el contratante. Así mismo, el beneficio consiste en una suma de dinero llamada *capital asegurado* que puede pagarse en una sola exhibición, o bien, en forma de una renta financiera. Los destinatarios de esta suma de dinero son los beneficiarios designados en la póliza. Éstos pueden ser los familiares del asegurado, sus socios, sus acreedores, etcétera. Para determinar qué tipo de seguro de vida se necesita contratar, se deben analizar las necesidades de la familia, en caso de fallecimiento de quien genera los ingresos del hogar.

³ La suma asegurada que corresponde a las necesidades del cliente, beneficio de enfermedades graves (cubre de ser necesario enfermedades graves que pongan en peligro su vida), beneficios adicionales de accidentes e invalidez en caso de dejar incapacitado para laborar al contratante, beneficios de gastos funerarios; en caso de ser un seguro de retiro o educativo es el que recibe al final del plazo de la póliza la suma asegurada acordada en el contrato.

El contrato de seguro es consensual, bilateral y aleatorio. Es consensual porque se perfecciona por el mero consentimiento de las partes; es bilateral porque origina derechos y obligaciones recíprocas entre asegurador y asegurado; y, es aleatorio porque se refiere a la indemnización de una pérdida o daño producido por un acontecimiento, o un hecho incierto, pues no se sabe si se va a producir y, en caso contrario, como ocurre con la muerte, no se sabe cuándo ha de acontecer.

El seguro de vida puede amparar varios acontecimientos, como son el retiro, la invalidez, enfermedad, gastos médicos, muerte, entre otros. En caso de que algunos de estos ocurrieran, el seguro de vida, aunque no proporciona algún tipo de ayuda emocional, brinda ayuda al impacto financiero ocasionado. En el cuadro 1.2 se presenta un listado con los propósitos más comunes del seguro de vida.

Cuadro 1.2
Propósitos y alcance del seguro de vida

Propósitos	Alcance
Mantener el ingreso familiar	En caso de que el asegurado proporcione una parte considerable del ingreso familiar, podrían suplir dicha entrada en caso de muerte.
Protección de hipotecas y pago de deudas	Cuando los ingresos del asegurado se utilicen para saldar algún tipo de deuda, el beneficio del seguro puede ocuparse para pagarla en caso de muerte.
Cobertura de funerales	A las familias de bajos ingresos, el seguro de vida puede utilizarse para los gastos funerarios y demás servicios en caso de muerte.
Seguro de hombre clave	En muchas compañías la pérdida de algún empleado puede perjudicar el desempeño e incluso la estabilidad de la compañía, dicho riesgo queda cubierto con este seguro.
Invalidez	Ampara al asegurado como consecuencia de una enfermedad o accidente ocurrido, que lo imposibilite para procurarse mediante su trabajo.
Seguros educativos	El objetivo es acumular el monto suficiente para pagar los estudios de los hijos, no es necesario que fallezca el padre o tutor, ya que a cierta edad el beneficiario recibe la suma pactada
Rentas vitalicias	Cuando el asegurado cumple una condición determinada, como podría ser alcanzar cierta edad, la aseguradora deberá de pagar una serie de rentas hasta el día de su muerte.

1.4 Clasificación

Los seguros de vida surgen con la necesidad de generar conciencia en cada persona sobre la importancia de los mismos debido a los desequilibrios económicos que puedan generar a la familia el fallecimiento de uno de sus miembros. Principalmente su propósito es brindar tranquilidad a quién contrata la póliza, a saber de que en caso de ocurrir una eventualidad, existirá una protección para la familia (u otros beneficiarios); que les permitirá solventar económicamente la situación ante la falta del generador de ingresos. El beneficio consiste en

una suma de dinero llamada capital asegurado que se abona en una sola exhibición. Así, los beneficiarios designados reciben seguridad financiera después de su muerte.

Los tipos más comunes de seguros de vida son el seguro de vida total, el seguro de vida temporal y el seguro de vida universal; sin embargo, existen muchas otras opciones diferentes dentro de cada tipo.

- *Seguro de vida total.* Está diseñado para brindar cobertura toda la vida del asegurado. La póliza otorga un monto fijo, creciente o decreciente pactado en el momento de aceptar las condiciones de la póliza de seguros de vida mientras se acumula valor en efectivo (una modalidad de ahorro). La prima permanece igual, creciente o decreciente en la misma medida que lo pactado para la suma asegurada, hasta la fecha de vencimiento (generalmente edad 100 años). Los beneficios se pagan cuando el asegurado fallece o en su caso en la fecha de vencimiento. El valor en efectivo se acumula con el pago de las primas y va aumentando con los años. Las pólizas con valores en efectivo incluyen disposiciones que le permiten al asegurado obtener préstamos sobre su póliza por un monto no mayor al valor en efectivo. Los préstamos se acumulan con intereses pero no se requieren devolverlos antes de fallecer. En caso de fallecer se descuenta el monto del préstamo con sus intereses de la cantidad que se paga al beneficiario.
- *Seguro de vida temporal.* Éste se contrata durante un periodo específico y paga un beneficio por fallecimiento sólo si el asegurado muere durante ese periodo de tiempo especificado y las primas están pagadas. Este tipo de seguro se adquiere generalmente para montos de cobertura importantes durante periodos de tiempo específicos (1,5, 10 o 20 años) o hasta los 60 o 65 años de edad. La cobertura finaliza después de alcanzar el plazo específico de la póliza, a menos que incluya una disposición que le permita renovar la póliza sin proporcionar evidencia de asegurabilidad.
- *Seguro de vida universal.* Es una combinación de un seguro de vida temporal y la capacidad de acumular valor en efectivo. Le otorga al titular de la póliza más control sobre las primas, brinda protección a los beneficiarios y es más flexible que una póliza de seguro de vida total. Así permite al titular de la póliza cambiar el beneficio por fallecimiento en determinados momentos o variar el monto o calendario de los pagos

de prima. Ambas pólizas, de vida total y vida universal permiten retiros o préstamos contra el valor en efectivo de la póliza

El seguro de vida es una forma de ahorro de dinero con la finalidad de proveer seguridad financiera en el caso de un evento inesperado; principalmente la muerte prematura y el ahorro para el retiro.

1.5 Coberturas

En los seguros tradicionales, las coberturas pueden clasificarse por el plazo de la cobertura: en temporales y vitalicios. Los temporales son aquellos que tiene un plazo de cobertura fijo, es decir, se estipula en el contrato del seguro dependiendo de las necesidades del contratante y presentan dos características importantes: i) convertibles cuando un seguro temporal puede convertirse en un seguro permanente (vitalicio); y, ii) renovables, que una vez que el plazo de cobertura de seguro se vence, el asegurado tiene el derecho de continuar con éste sin necesidad de realizar los trámites de asegurabilidad. En los vitalicios la cobertura existe hasta que suceda el riesgo amparado, es decir, su plazo de cobertura no es fijo. Los seguros vitalicios cubren toda la vida del asegurado, o bien, hasta una edad muy avanzada (95-100 años).

Así también, las coberturas pueden clasificarse por el riesgo amparado, el cual se define como el pago al beneficiario en caso de que el asegurado presente alguno de los decrementos esperados como puede ser: la muerte, invalidez o enfermedad entre otros. El seguro dotal puro es aquel donde se estipula una edad y el pago del beneficio ocurre sólo si el asegurado llega a dicha edad sin haber sido afectado por alguno de los decrementos esperados mencionados con anterioridad, también se le conoce como seguro por sobrevivencia.

Si el asegurado deja de pagar las primas antes del vencimiento se le otorga un mes adicional como periodo de gracia, durante el cual la póliza permanece en vigor. Se pueden pactar con la aseguradora “préstamos automáticos” para el pago de primas no abonadas en término. En caso de rescisión de la póliza por falta de pago, el asegurado puede en cualquier momento restituir el contrato en sus términos originarios “rehabilitándolo” con el pago de las primas y los intereses correspondientes al plazo durante el cual la póliza estuvo rescindida.

Las alternativas de coberturas más comunes son: muerte por cualquier causa (seguro de vida), muerte por accidente (seguros de accidentes personales), seguros de vida y ahorro (seguros de vida capitalización), incapacidad total y permanente (lesiones de carácter irreversible), pérdida físicas, parciales y permanentes (lesiones que afectan ciertas partes del cuerpo con carácter irreversible), incapacidad parcial y/o total (lesiones que producen una invalidez no permanente).

Dentro de las cláusulas adicionales más comunes se mencionan las siguientes: doble indemnización por muerte accidental; exención de pago de primas en caso de incapacidad total y permanente manteniendo solo el beneficio básico y eliminando los demás beneficios adicionales, así mismo, en caso de que la S.A. del beneficio básico se haya pactado creciente, ésta se vuelve constante a la fecha de ocurrencia de la exención del seguro; adelanto en caso de diagnóstico de enfermedades críticas (cáncer, infarto, derrame cerebral, VIH) algunos se incluyen sólo en pólizas de vida y seguros de accidentes.

Los seguros de vida brindan a quienes los adquieren, la protección de las personas que tienen a su cargo, garantizando a las mismas un nivel de calidad de vida acorde con el monto del seguro. Esto se debe a que el propósito básico es otorgar una indemnización a los beneficiarios o herederos legales en caso de fallecimiento del asegurado.

Dentro de las garantías obligatorias en el seguro o beneficios, se menciona al fallecimiento por cualquier tipo de causa. Por esta garantía el asegurador se compromete al pago de capital contratado, en caso de fallecimiento del asegurado, cualquiera que sea la causa que lo produzca. En el cuadro 1.3 se detallan las garantías o beneficios adicionales más importantes.

Cuadro 1.3
Garantías adicionales

Garantía	Cobertura
Incapacidad total y permanente	Si la incapacidad es total se adelanta el pago de la suma asegurada contratado por el asegurado; esto es cuando la situación física es irreversible provocada por un accidente o enfermedad.
Doble capital en caso de accidente	En caso de que el fallecimiento se produzca de manera accidental; el asegurado recibirá el doble de capital asegurado en la garantía principal.
Triple capital en caso de accidente de circulación	El asegurado recibirá el triple del capital contratado.
Enfermedad grave	Se pagará el capital asegurado si se le diagnostica una enfermedad específica.

Existen casos especiales de coberturas entre los que destacan: cobertura para el cónyuge⁴; cobertura para estudiantes sin ingresos y para menores de 18 años; y, cobertura para pilotos.

Dentro de las enfermedades consideradas como graves, existen coberturas entre las cuales se destacan: infarto al miocardio; intervención quirúrgica de las arterias coronarias; cáncer, cáncer cervicouterino; accidente cerebrovascular; insuficiencia renal; trasplante de órganos vitales; enfermedades del corazón; cirrosis; enfermedades hipertensivas y pulmonares; VIH; diabetes; accidentes vehiculares; y, enfermedades pulmonares, por mencionar las más importantes.

1.6 Exclusiones

Un contrato de seguro deberá pagar la suma asegurada a cambio de una prima si la pérdida se produce durante el período de contrato; sin embargo, para limitar las pérdidas y con la finalidad de evitar la selección adversa⁵, las compañías de seguros también refieren la *exclusión* de cobertura; es decir, las condiciones que no están cubiertas por la compañía de seguros; por ejemplo, la persona puede comprar el seguro de vida y luego suicidarse (esto si ocurre durante los dos primeros años de vigencia de la póliza). Aunque el seguro de vida se compromete a pagar a la demandante la suma asegurada tras la muerte de la vida asegurada, suicidio no es específicamente cubierto por el seguro.

Para la garantía principal de fallecimiento sólo es causa de exclusión el suicidio durante los dos primeros años de vigencia de la póliza. En el cuadro 1.4 se muestran las garantías complementarias excluidas.

⁴ Es un beneficio que se otorga al cónyuge que no tiene ingresos, se otorga una suma asegurada previo análisis y aceptación del contratante; al fallecer el asegurado titular, el cónyuge sigue asegurado sin pago de primas.

⁵ Se refiere al proceso de mercado en el cual ocurren “malos resultados”; en el ámbito de los seguros se utiliza para describir una situación donde los formadores de un seguro son más propensos a tener un siniestro que la población objetiva que utiliza el asegurador para establecer sus primas.

Cuadro 1.4
Exclusiones adicionales

Exclusión	Cobertura
Acto delictivo	Acto cometido en calidad de autor o cómplice; por un beneficiario o quien pueda reclamar la cantidad asegurada o indemnización
Guerra	Guerra, invasión, actos de enemigos extranjeros, hostilidades bélicas, qua haya declaración de guerra, guerra civil, insurrección, sublevación, rebelión, sedición, motín o hechos que las leyes califican como delitos contra la seguridad interior del Estado.
Deportes extremos	La práctica de andinismo, alpinismo, carrera de autos, motos, motos de agua, lanchas y caballo, buceo, alas delta, parapente, jeep fun race (disciplina de competencias automovilísticas), paracaidismo, estudiante de piloto de aviación, rally y otros deportes distintos que tengan carácter riesgoso.
Contaminación	Fusión nuclear o contaminación radioactiva.
Suicidio	La compañía pagara el capital asegurado a los beneficiarios, si el fallecimiento ocurriera como consecuencia de suicidio, siempre que transcurran dos años completos e ininterrumpidos de la fecha de incorporación del asegurado en la póliza.
Alcoholismo	Cuando el asegurado se encuentra en estado de ebriedad o bajo los efectos de drogas o alucinógenos y cuyos estados serán calificados por la autoridad competente.
Viaje aéreo	Viaje o vuelo en vehículo aéreo de cualquier clase, excepto como pasajero en uno operado por una empresa de trasporte aéreo comercial, sobre una ruta establecida.
Muerte	Pena de muerte, participación en cualquier acto delictivo.
Tratamientos médicos	Tratamientos médicos, fisioterapéuticos, quirúrgicos o anestésicos.

1.7 Requisitos

La solicitud de seguro es un documento legal que forma parte del contrato realizado entre la compañía de seguros y el contratante, por lo que deben tomarse ciertas consideraciones para el correcto llenado de formatos. Para contratar una póliza de un seguro de vida, el asegurado debe completar un formulario denominado *solicitud del seguro*, que requiere información personal y médica, el tipo de póliza y el monto del capital asegurado que se quiere contratar. La compañía utiliza esta información para determinar si emitirá la póliza o no, por lo tanto, es importante que se contesten todas las preguntas, completas y honestamente; de lo contrario la cobertura puede ser afectada. Cuando la póliza es emitida, la solicitud se convierte en parte de la misma y, cualquier información errónea que se haya hecho puede resultar en la disminución del capital asegurado, de la cobertura, en la rescisión o la nulidad de la póliza.

Dentro de los requisitos de asegurabilidad es importante que la suma asegurada solicitada corresponda a las necesidades del cliente, valorando su ocupación, ingresos y nivel de vida. Principalmente para el contrato de una póliza de seguro de vida se debe tener entre 18 años

cumplidos y 65 años por ejemplo ya que cada compañía puede tener un límite de aceptación dependiendo de sus políticas de suscripción; y tener un interés asegurable, es decir, un interés económico y legítimo en precaver un riesgo que pueda ocurrir, y proporcionar a detalle las circunstancias que pueden influir a la apreciación de los riesgos. En el cuadro 1.5 se muestra el proceso simplificado de verificación en los requisitos de asegurabilidad.

Cuadro 1.5
Principales requisitos de asegurabilidad en el seguro de vida

Requisito	Descripción y propósito
Requisitos de asegurabilidad	La compañía aseguradora evalúa el riesgo del asegurado. Solicita distintos tipos de prueba para la clasificación del riesgo. Por lo general son: declaración de asegurabilidad, examen médico, exámenes de laboratorio, suma asegurada y beneficios adicionales.
Declaración de asegurabilidad	En dicho documento se informa las enfermedades actuales y pasadas del asegurado, cirugías o procedimientos quirúrgicos realizados o pendientes por realizar, hábitos de vida, historia familiar, ocupación
Examen médico	Recopila información objetiva de datos (edad, peso, talla, presión arterial, signos y síntomas para generar diagnósticos acertados) verifica las condiciones físicas y mentales del asegurado. Se solicita prueba de Elisa ⁶ cuando la suma asegurada es muy grande.
Exámenes de laboratorio	Permiten monitorear y prevenir una enfermedad, contribuyen en los diagnósticos como enfermedades coronarias, diabetes, cáncer de próstata, cáncer de cérvix, cáncer de mama y nuevos padecimientos no diagnosticados.

Fuente: Elaboración propia a partir del documento "Requisitos de Asegurabilidad Vida", Enero 2010, por Seguros de Riesgos Profesionales Suramericana, S.A.

1.8 Lineamientos

Tienen por objeto establecer el procedimiento y requisitos para la operación y aplicación del seguro de vida. Esto con el fin de promover su transparencia, objetividad, equidad, publicidad, selectividad y temporalidad.

Generalmente los lineamientos son formulados para llevar a cabo el cumplimiento de los requisitos que se acredita con las pólizas o endosos que expidan las aseguradoras a los asegurados del producto en cuestión. Los lineamientos suelen entrar en vigor al día siguiente de su publicación en el Diario Oficial de la Federación. En el cuadro 1.6 se describen los principales lineamientos para la operación del seguro de vida con base a la Circular Única de Seguros, publicada en el Diario Oficial de la Federación, con fecha 8 de Noviembre de 2010.

⁶ Prueba de Elisa: prueba que se realiza por medio de sangre o saliva para determinar si existe el virus del VIH (sida)

Cuadro 1.6
Principales lineamientos para la operación del seguro de vida

Requisito	Descripción y propósito
Registro	Se lleva a cabo según el tipo de seguro que corresponda conforme a la siguiente clasificación: Seguros tradicionales, seguros de pensiones, seguros de salud y microseguros.
Suma Asegurada	Es importante que la suma asegurada solicitada corresponda a las necesidades del cliente, valorando, ocupación, ingresos y nivel de vida. Cuando la suma asegurada excede un determinado monto se requerirá anexar pruebas médicas necesarias para determinar la clasificación del riesgo. Se solicitarán declaraciones de impuestos o estados financieros del solicitante y cuestionario financiero.
Formato de solicitud	El formato de solicitud que proporcione la aseguradora para celebrar el contrato de seguro de vida, deberá comprender la siguiente información: <ul style="list-style-type: none"> - operación de seguro de que se trate y naturaleza del riesgo por asegurar, - edad y sexo, de las personas asegurables bajo el contrato de seguro, - sumas aseguradas - declaración sobre la existencia de circunstancias que se consideren determinantes para apreciar la posibilidad de cúmulos de pérdidas derivados de la ocurrencia simultánea de siniestros ocasionado en forma directa por la actividad que realicen el asegurado. - Exámenes médicos. - las demás que, en su caso, estime necesaria la Comisión para dar cumplimiento al reglamento.
Coberturas	- Descripción de la cobertura básica del seguro a contratar así como la descripción de las coberturas especiales y opcionales o bajo convenio expreso descripción de coberturas de servicios.
Prima	La emisión de la póliza de vida estará sujeta a una prima mínima de acuerdo a la forma de pago y plan contratado. El cálculo de la prima de tarifa se sujetará a las normas técnicas y operativas establecidas por la aseguradora de acuerdo al seguro correspondiente.
Administración del Contratante	En los contratos del seguro de Vida, deberá establecerse la obligación del contratante de dar aviso o remitir información periódica a la aseguradora, respecto de lo siguiente, así como el procedimiento mediante el cual el contratante cumplirá con dicha obligación: <ul style="list-style-type: none"> - el ingreso, incluyendo los consentimientos respectivos para el caso de los seguros que cubran el fallecimiento, así como la información señalada, - la separación definitiva del asegurado, - cualquier cambio que se opere en la situación de los asegurados que afecte las condiciones del riesgo o la aplicación de las reglas para determinar las sumas aseguradas, y - los nuevos consentimientos de los asegurados cubiertos por el riesgo de fallecimiento, en caso de modificación de las reglas para la determinación de las sumas aseguradas, señalando la forma en que se administrarán.
Certificado	La aseguradora deberá expedir y entregar un certificado (póliza), apegándose a lo siguiente: <ul style="list-style-type: none"> - nombre, teléfono y domicilio de la aseguradora, - firma del funcionario autorizado de la aseguradora, - operación de seguro, número de la póliza y del certificado, - nombre del Contratante, - nombre y fecha de nacimiento o edad alcanzada del asegurado, - fecha de vigencia de la póliza y del Certificado, - suma asegurada o reglas para determinarla en cada beneficio, - nombre de los beneficiarios y, en su caso, el carácter de irrevocable de la designación, - transcripción que corresponda, según el tipo de seguro de que se trate.
Altas	El asegurado que haya dado su consentimiento para ser asegurado dentro de los treinta días naturales siguientes a su ingreso, quedará asegurado con las mismas condiciones en que fue contratada la póliza.
Bajas	Cuando el asegurado decida separarse definitivamente de la compañía aseguradora, dejará de

Requisito	Descripción y propósito
Bajas	estar asegurado desde el momento de su separación, quedando sin validez alguna el certificado individual expedido. En este caso, la aseguradora restituirá la parte de la prima neta no devengada calculada en días exactos, en la proporción correspondiente.

Fuente: Elaboración propia a partir de la Circular Única de Seguros, publicada en el Diario Oficial de la Federación, con fecha 8 de noviembre de 2010.

1.9 Prima

Es el costo del seguro que establece una compañía de seguros y está calculada sobre la base de cálculos actuariales y estadísticos teniendo en cuenta la frecuencia y severidad en la ocurrencia de eventos similares, la historia misma de eventos ocurridos al cliente, y excluyendo los gastos internos o externos que tenga dicha aseguradora, salvo pacto contrario, si no se ha pagado la prima antes de producirse el desastre o accidente, el asegurador se libera de la obligación contraída en el contrato. Generalmente, está estipulada en la carátula de la póliza, sujeta a variables tales como edad, estado de salud, ocupación, hábitos, entre otros.

El seguro de vida ofrece protección por un periodo específico de tiempo. Si el contratante muere durante el término, el beneficiario recibe el beneficio de la póliza; si aún sigue vivo al término de la póliza su cobertura terminará a menos que renueve la póliza o la convierta a un seguro de vida permanente. Algunas compañías de seguro automáticamente renuevan su seguro de término siempre y cuando el contratante esté dispuesto a seguir haciendo el pago de prima, la cual puede subir de precio.

Es importante definir la nota técnica ya que es un documento donde se describe la metodología y las bases aplicadas para el cálculo actuarial de la prima y en la cual va sustentada la aplicación de los estándares de la práctica actuarial. Se debe incluir la definición clara y precisa del riesgo y las obligaciones contractuales cubiertas, así como las características, alcances, limitaciones de la cobertura, todos los conceptos y procedimientos empleados, las fuentes de información y cualquier elemento necesario para fundamentar la prima resultante. El cuadro 1.7 se describen las primas del seguro de vida.

Cuadro 1.7
Primas de seguro de vida y nomenclatura técnica en el seguro de vida.

Componente	Nomenclatura		Descripción
Prima de riesgo	$PR = PT[1 - (\%Gadm + \%Gadq + \%Ut)]$		Son considerados los beneficios que se pagaran por los riesgos amparados; es decir la cantidad necesaria para cubrir por lo menos el valor esperado de los costos futuros, y debe garantizar suficiencia ⁷ .
Prima de gastos	$Pg = G - Pr$		Da frente a los gastos administrativos que genera a la institución el seguro de vida
Prima de tarifa	$PT = \frac{PR}{1 - \alpha - \beta - \mu}$		Es la suma de la prima de riesgo con la de gastos para obtener el costo que saldrá al mercado. Es el costo del seguro, que está compuesto por el costo esperado de la siniestralidad, el costo de adquisición, el costo de administración y el margen de utilidad.
Notación	PR		Prima de riesgo
	PT		Prima de Tarifa
	$\%Gadm$		Porcentaje de gastos de administración de la póliza según la nota técnica del producto
	$\%Gadq$		Porcentaje de los costos de adquisición de la póliza según nota técnica del producto.
	$\%Ut$		Porcentaje de utilidad de la póliza según nota técnica del producto
	PT		Es la prima de tarifa, α representa el recargo para costos de adquisición, β es el recargo para gastos de administración y μ es el margen de utilidad.

La prima debe revisarse periódicamente en función de las variaciones que se puedan presentar en los elementos considerado (para pólizas en vigor esto no es posible debido a que ya existe un precio pactado; se puede analizar la suficiencia de la prima y hacer la nota técnica que considere los cambios aplicados para las nuevas emisiones de pólizas). En caso de que alguna empresa no tenga la suficiente información o experiencia para establecer la prima de tarifa esta puede fundamentarse en las primas establecidas.

Por lo anterior, el actuario debe vigilar que exista congruencia entre lo establecido en las condiciones del contrato y lo establecido en la nota técnica. La nota técnica de cualquier otra documentación relacionada con el riesgo y los procedimientos realizados por el actuario se debe resguardar por la entidad que lo aplique y estará disponible para cualquier trámite necesario.

El pago puede hacerse mediante prima de tarifa única que es en una sola emisión al momento de contratar el seguro o con prima de tarifa anual o prima nivelada, es decir, en varias exhibiciones hasta cubrir el costo del seguro. El principio más importante a tener en cuenta para obtener la prima es el de equivalencia, el cual sirve para cuando la compañía es indiferente tomar o no el riesgo ya que no le produce ganancia o pérdida alguna.

⁷ Estimar la prima de riesgo correcta para que sea suficiente y soporte el riesgo.

En general, en el desarrollo de la prima se debe contemplar los requerimientos legales, el nivel de competencia, *tasas de interés y mortalidad, retiros y caducidad, gastos de adquisición, gastos de administración y cobranza, recargos de seguridad*⁸, nivel de utilidad deseado entre otros.

La compañía aseguradora, además de tomar en cuenta las obligaciones que va a pagar por el seguro tiene que hacer frente a los gastos administrativos que este genera. La prima de gastos es el recargo sobre la prima de riesgo que cubre todos los gastos que la emisión y el manejo de la póliza generan a lo largo del tiempo.

A su vez los gastos suelen clasificarse como directos e indirectos; los primeros son gastos que se atribuyen a un producto específico (comisiones, gastos de emisión); y los segundos son aquellos que no se atribuyen a un producto específico (rentas, gastos directivos). Así mismo, los gastos variables son alguna variación o cambio en alguna actividad específica (gastos emisión de pólizas, contabilidad de primas, comisiones) y los gastos fijos son aquellos que permanecen constantes sin importar el número de pólizas vendidas u otra actividad (salario de ejecutivos, rentas).

Cuadro 1.8
Tipificación de la prima en el seguro de vida

Clasificación según prima	Descripción	
Por el plazo de prima	Prima única	Considera una sola prima, la cual se paga cuando la póliza es tramitada
	Pagos limitados	Se considera un periodo específico de tiempo menor al plazo de cobertura, durante el cual se realizan pagos
	Pagos en el periodo de cobertura	
Por el comportamiento de la prima	Prima creciente	La prima va a presentar un incremento previamente determinado durante los periodos de pago, ya sean anuales, mensuales o como se hayan establecido en el contrato, presentando primas pequeñas en los primeros periodos y elevadas en los últimos periodos de la cobertura.
	Prima decreciente	La prima presenta un decremento previamente determinado en el contrato del seguro, presentando primas grandes durante los primeros periodos y pequeñas en los últimos periodos.
	Prima nivelada	Es una prima fija durante todo el periodo de la cobertura.
	Prima mixta	La prima varía durante todos los periodos de la cobertura, presentando incrementos y decrementos durante la vigencia de la póliza.

⁸ Bases técnicas y datos que deben incluirse en la nota técnica que va utilizarse como metodología para modelar el producto; primas de riesgo, tarifa y extra primas, debe indicarse el procedimiento para su determinación utilizando métodos actuariales, mismos que se detallan en la circular única de seguros.

1.10 Siniestralidad procedente por causas

La mortalidad es un componente fundamental en la dinámica demográfica de la población y su descenso se ha estudiado bajo dos enfoques complementarios. Por un lado, la transición demográfica, que se refiere al tránsito de regímenes de alta mortalidad y natalidad a otros de niveles bajos y controlados y, por el otro, la transición epidemiológica analiza el cambio paulatino en el perfil de causas de muerte, en el cual desaparecen progresivamente las afecciones infecciosas y parasitarias, y predominan las crónicas y degenerativas.

El estudio de la mortalidad por causas constituye un elemento fundamental para la planeación y evaluación de los servicios y programas de salud. Identifica los principales problemas de salud de una población, mediante la magnitud y los efectos sobre las condiciones de vida de ésta. Además de la diferenciación de las defunciones en las etapas del ciclo de vida, es necesario distinguir la mortalidad femenina de la masculina, ya que cada sexo registra características propias debido, principalmente, a factores biológicos y sociales: la mujer tiene una mayor probabilidad de sobrevivencia, porque es menos propensa a sufrir accidentes y, en general, adopta menos conductas riesgosas que ocasionen situaciones violentas donde arriesgue la vida. Por otra parte los hombres están más expuestos a situaciones violentas, los trabajos son más riesgosos y exponen más la vida, los índices de accidentes vehiculares suelen ser más altos en hombres que en mujeres.

Cuadro 1.9
Principales causas de muerte

Causa de Muerte	Frecuencia	%
Diabetes	1,481	16
Tumores	1,225	13
Insuficiencia	1,011	11
Enfermedades del corazón	961	10
Homicidios	624	7
Accidente de Vehículo	608	6
Otras Enfermedades	455	5
Traumatismo	402	4
Embolia	304	3
Enfermedades Pulmonares	280	3
Fracturas	235	2
Cirrosis	225	2
Enfermedades Hipertensivas	225	2
Cardiopatía	169	2

Causa de Muerte	Frecuencia	%
Enfermedades Cerebro vasculares	141	1
Carcinoma	114	1
Enfermedades Gastrointestinales	113	1
Heridas	112	1
VIH	95	1
Hemorragias	74	1
Vías Respiratorias	62	1
Cáncer	59	1
Visuales	54	1
Linfoma	52	1
Encefalopatía	50	1
Sistema Nervioso	49	1
Complicaciones del Embarazo	48	1
Quemadura	43	0
Hepatitis	37	0
Lupus	37	0
Anemias	24	0
Artritis	17	0
Meningitis	16	0
Hipotiroidismo	13	0
Lesiones	7	0
Total	9422	

Fuente: Elaboración propia a partir de las principales causas de mortalidad de Seguros Inbursa S.A de los años 2005-2010.

1.10.1 Frecuencia

En la cartera específica de vida, se identifican las causas principales de fallecimiento en el periodo de 2005 a 2010, mismas que determinan la frecuencia de siniestralidad sobre la cual se realizará el ajuste sistemático en la prima del seguro de vida.

Cuadro 1.10
Frecuencia de las principales causas de mortalidad en la cartera de vida de Seguros Inbursa

Causa de Muerte	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Accidente de Vehículo	81	166	72	55	65	169
Anemias	5	2	5	8	1	3
Artritis	0	0	4	5	4	6
Cáncer	21	8	5	13	16	7
Carcinoma	6	4	17	26	42	32
Cardiopatía	34	54	26	21	15	14
Cirrosis	34	68	16	40	39	47

Causa de Muerte	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Complicaciones del embarazo	0	3	0	2	2	3
Diabetes	310	324	259	279	285	301
Embolia	6	4	2	0	5	8
Encefalopatía	17	12	1	2	8	10
Enfermedades del corazón	169	188	152	172	136	144
Enfermedades Cerebrovasculares	30	29	26	14	18	24
Enfermedades Gastrointestinales	25	21	16	10	30	11
Enfermedades hipertensivas	2	5	5	65	93	55
Enfermedades pulmonares	52	51	28	45	65	39
Fracturas	13	30	18	89	62	23
Hemorragias	4	8	8	32	10	12
Hepatitis	2	12	3	5	5	10
Heridas	9	24	4	47	24	4
Hipotiroidismo	6	0	1	0	6	0
Homicidios	40	43	93	212	87	149
Insuficiencia	202	203	186	153	135	132
Lesiones	0	0	2	5	0	0
Linfoma	3	5	2	11	24	7
Lupus	3	10	6	7	9	2
Meningitis	0	0	4	4	5	3
Otras enfermedades	58	66	62	77	106	86
Quemadura	12	8	6	5	9	3
Sistema Nervioso	16	6	11	0	8	8
Traumatismo	103	81	136	53	5	24
Tumores	266	203	234	188	156	178
Vías Respiratorias	6	6	13	8	19	10
VIH	27	28	15	7	11	7
Visuales	7	7	11	4	11	14
Total	1,569	1,679	1,449	1,664	1,516	1,545

Fuente: Elaboración propia a partir de las principales causas de mortalidad de Seguros Inbursa S.A

1.10.2 Indemnizaciones

Las indemnizaciones⁹ que reciba una persona beneficiaria de un seguro de vida, están exentas del impuesto de renta y de ganancias ocasionales. Esta es una de las pocas exenciones en renta que no están sometidas a limitaciones, por tanto, cualquiera sea el

⁹ Es un término utilizado principalmente en el área de las leyes y se refiere a la transacción que se realiza entre un acreedor o víctima y un deudor o victimario. En palabras simples es una "compensación" que alguien pide y eventualmente puede recibir por daños o deudas de parte de otra persona o entidad. No sólo se puede solicitar una indemnización en caso de daño directo por parte de un deudor o victimario, éstas también pueden ser otorgadas en caso de contar con un contrato con una empresa aseguradora.

monto del pago recibido, estará exento, siempre y cuando los beneficiarios sean familiares directos del fallecido. Estos pagos, por estar exentos de renta y ganancia ocasional, no están sometidos a retención, y así lo establece el artículo 401-2 del estatuto tributario:

La empresa aseguradora está obligada a cubrir la indemnización de la póliza, aun en caso de suicidio del asegurado, cualquiera que sea el estado mental de éste o el móvil que haya tenido para ello, siempre y cuando el suicidio se verifique después de dos años de la celebración del contrato de seguro, ya que si esto ocurre antes de este plazo, la empresa sólo reembolsará la reserva matemática¹⁰ constituida a la fecha del suicidio.

El asegurado no siempre es la persona que contrata el seguro, ya que otra persona pudo haberlo contratado a su nombre. Por lo anterior, es importante en el caso de los seguros de vida, si la persona que contrató el seguro de vida es designada como beneficiario por el asegurado y causa injustamente la muerte de éste, no se le entregará el pago de la indemnización respectiva. En este caso únicamente se entregará una parte de la indemnización a los herederos legítimos del asegurado que no hayan participado en el ilícito.

Cuadro 1.11
Severidad de las principales causas de muerte en la cartera de Seguros Inbursa

Causa de Muerte	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Accidente de Vehículo	7,409,545	8,227,856	7,928,591	20,662,733	8,775,554	14,962,434
Anemias	31,570	163,699	116,405	294,548	92,562	45,320
Artritis	0	0	385,919	53,971	200,000	576,250
Cáncer	817,952	2,063,518	698,230	853,943	1,121,124	370,897
Carcinoma	40,820	395,663	907,736	2,008,991	1,364,818	5,190,662
Cardiopatía	4,280,840	1,846,610	1,407,846	378,768	2,715,376	1,644,568
Cirrosis	2,226,877	1,435,289	1,628,677	337,948	1,069,746	6,973,822
Complicaciones del Embarazo	0	344,026	0	350,000	0	0
Diabetes	9,303,989	12,877,376	9,978,406	892,038	8,537,385	14,382,204
Embolia	538,633	122,119	426,212	0	536,213	536,384
Encefalopatía	739,110	276,268	17,567	10,000	422,392	419,531

¹⁰ Es el saldo que debe corresponder a la diferencia entre el valor presente actuarial de las obligaciones futuras de la aseguradora (ejemplo: pago de siniestros futuros) y el valor presente actuarial de obligaciones futuras del asegurado (pago de primas futuras del asegurado). Es decir, se utiliza para el cumplimiento de las obligaciones futuras.

Causa de Muerte	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Enfermedad del corazón	9,201,257	13,384,342	7,746,899	13,770,854	7,681,195	9,026,629
Enfermedad cerebrovascular	1,525,295	2,010,977	1,106,775	458,251	1,304,986	2,767,685
Enfermedad gastrointestinal	2,380,039	1,910,345	774,726	383,978	646,047	433,525
Enfermedad hipertensivas	43,021	72,491	167,330	5,090,947	2,189,968	2,415,436
Enfermedades pulmonares	2,862,282	3,310,444	648,958	2,849,934	4,358,351	2,061,407
Fracturas	1,040,272	2,566,508	1,179,639	7,121,826	7,807,868	3,450,407
Hemorragias	70,912	177,378	149,770	2,010,251	2,344,474	18,292,638
Hepatitis	49,942	468,618	376,212	91,200	306,033	411,155
Heridas	4,000,000	1,846,118	70,201	7,219,780	2,413,202	414,400
Hipotiroidismo	667,036	0	0	0	427,526	0
Homicidios	3,699,485	2,804,927	11,302,379	12,051,727	14,520,916	14,916,942
Insuficiencia	5,412,067	8,255,652	8,243,344	9,693,898	7,473,864	4,596,492
Lesiones	0	0	120,000	235,000	0	0
Linfoma	131,708	57,940	227,543	621,345	9,379,990	157,644
Lupus	157,000	766,646	20,993	441,807	437,961	86,365
Meningitis	0	0	78,511	423,583	116,850	219,577
Otras enfermedades	2,387,129	2,138,665	2,768,946	5,273,560	6,393,529	4,533,574
Quemadura	241,626	2,239,876	556,885	63,973	284,019	65,000
Sistema nervioso	383,090	673,930	139,413	0	604,028	682,932
Traumatismo	12,181,623	6,178,018	8,569,611	4,891,932	1,357,249	1,361,356
Tumores	12,741,145	12,415,645	18,530,276	12,649,555	10,407,885	14,905,769
Vías Respiratorias	47,352	147,353	435,671	311,243	2,407,683	776,283
VIH	1,649,712	2,348,182	252,948	130,825	469,434	235,731
Visuales	174,987	671,187	592,197	223,348	298,563	521,622
Total	86,436,317	92,197,666	87,554,815	122,921,640	108,466,791	127,434,641

Fuente: Elaboración propia a partir de las principales causas de mortalidad de Seguros Inbursa S.A

Capítulo 2.

Biometría y supuestos actuariales

2.1 Introducción

El uso de herramientas actuariales permite obtener desarrollo e implementación de técnicas matemáticas, robustas, sistemáticas y universalmente aceptadas como la probabilidad y la estadística. Es por ello que ambas disciplinas aportan los componentes técnicos para desarrollar la biometría cuyo objetivo principal es modelar el tiempo de vida humana midiendo la probabilidad de ocurrencia de un suceso y evaluar las consecuencias financieras que traerá consigo dicho suceso. A partir del cálculo de vectores biométricos se obtendrán estimadores insesgados¹¹, tanto para la prima teórica, como para la varianza y para la homogeneidad de los siniestros, mismos que permitirán estimar el factor de ajuste a la prima de riesgo en el seguro de vida acorde al perfil de la salud de cada asegurado.

La biometría humana es parte de la estadística actuarial, que se ocupa fundamentalmente del estudio de la supervivencia humana y de otros conceptos relacionados con la misma, agrupados en los que se denominan tablas de mortalidad y tablas de vida. La modelización de estas características integra el denominado modelo biométrico que, como ahora precisaremos, se caracteriza por el denominado tiempo biométrico de los individuos, lo que se denomina la edad. Se supone, en consecuencia que las características biométricas de los individuos dependen de un *reloj interior*, puesto a cero en el momento de su nacimiento y que avanza a la misma velocidad que el tiempo físico y absoluto.

El modelo biométrico es además un modelo estocástico que se construye en torno a una variable aleatoria X denominada *edad de fallecimiento* y que representa el tiempo biológico transcurrido desde el instante de nacimiento de un individuo hasta su fallecimiento.

¹¹ Un estimador es un estadístico, esto es, una función de la muestra usada para estimar un parámetro desconocido de la población. Por ejemplo, si se desea conocer el precio medio de un artículo (el parámetro desconocido) se recogerán observaciones del precio de dicho artículo en diversos establecimientos (la muestra) y la media aritmética de las observaciones puede utilizarse como estimador del precio medio.

En el presente capítulo se construirá un modelo biométrico a partir de las principales causas de mortalidad, analizadas por frecuencia y severidad, que afectan a los asegurados de una cartera específica de vida. Este modelo permitirá determinar un factor de ajuste sistemático en la prima del seguro de vida por edad, sexo y causa de mortalidad.

2.2 Concepto y campo de aplicación

La palabra biometría se deriva de las palabras griegas “*bio*”, la cual significa vida y “*métron*” que significa medida o medición, por lo que la biometría se relaciona con la medición de la vida. El principal objetivo de la biometría, es modelar la vida humana, cuantificando la probabilidad de ocurrencia de la muerte, esto con el fin de medir las consecuencias económicas, en términos financieros, que trae consigo dicho suceso. En específico, para el seguro de vida, el pago de la reclamación o pago de la suma asegurada a los beneficiarios.

Los estudios biométricos son agrupados en las tablas de mortalidad o tablas de vida, las cuales son series temporales que indican la reducción paulatina de una población debido al fallecimiento de los miembros de dicha población.

La modelización de la supervivencia humana integra el denominado modelo biométrico, caracterizado por el tiempo biométrico de los individuos, es decir; su edad, la cual comprende desde el nacimiento de un individuo hasta la época actual. Así, los estudios biométricos integran este modelo, el cual se caracteriza por el periodo de tiempo transcurrido.

En el modelo biométrico es desarrollado en torno a una variable X que determina la edad del fallecimiento. Debido a que la mayoría de la información disponible acerca de la edad de fallecimiento de los individuos se encuentra dada únicamente en años completos vividos por el fallecido, supóngase que dicha variable, es una variable discreta. Por lo tanto, el modelo biométrico tiene su fundamento principalmente en las siguientes hipótesis:

1. *Homogeneidad*: Se supone que los individuos conforman un grupo homogéneo, es decir, que el comportamiento estadístico de su edad de fallecimiento es idéntico.

Dicho formalmente:

Sean X_i y X_j las edades de fallecimiento de dos individuos i y j respectivamente, entonces:

$$F_{X_i}(x) = F_{X_j}(x) \quad \forall x \in \mathbb{R}^+$$

F es la función de distribución de X_i , de un individuo cualquiera.

- 2. Independencia:** Dado que no existe interacción alguna entre los individuos, la probabilidad de supervivencia de un individuo a una edad determinada es independiente de la supervivencia de otro individuo cualquiera del mismo grupo.

Dicho formalmente:

Sean X_i y X_j las edades de fallecimiento de dos individuos i y j respectivamente, entonces:

$$F(x_i | x_j = y)(x) = F(x) \quad \forall x, y \in \mathbb{R}^+$$

- 3. Estacionariedad:** Las probabilidades de supervivencia de los individuos no depende de su fecha de nacimiento (tiempo físico), sino que, únicamente, depende de la edad de los individuos (tiempo biológico).

Estas tres hipótesis permiten que los estudios biométricos a realizar sobre un grupo puedan reducirse al análisis del comportamiento de un individuo genérico, extendiendo los resultados a grupos numerosos mediante la relación existente entre frecuencias y probabilidades.

2.3 Funciones biométricas

Estas se definen como funciones que se utilizan para medir la supervivencia de un grupo de personas. Para poder medir la supervivencia de los individuos es necesario definir una variable, en la cual se enfocaran los estudios.

Se define X como la variable aleatoria *edad de fallecimiento del asegurado*. Dicha variable tiene su dominio en el intervalo $[0, w)$; donde w representa el infinito actuarial o edad última hipotética para la cual ningún sujeto pasa de ésta. La *función de distribución* de X está dada por F_x . Por lo que, si se denota a x como la edad del asegurado, se tiene que

$$F_x(x) = P(X \leq x)$$

Ahora, se denota por $T(x)$ a la vida residual del individuo a la edad x , dicha variable recoge los años que le restan de vida a un individuo de edad x .

Dicho formalmente:

$$T(x) = X - x$$

F_x cumple con las propiedades conocidas de las funciones de distribución, además de que, las edades de fallecimiento son no negativas y que existe un límite de edad de fallecimiento, a decir, w :

- i. $F_x(0) = 0$
- ii. $F_x(w) = 1$, dicho de otro modo $\lim_{x \rightarrow w} F_x(x) = 1$
- iii. F_x es no creciente
- iv. F_x es continua por la derecha

Es a partir de la función de distribución de X , F_x , que se puede encontrar la *función de supervivencia*. Dicha función se denota por $S(x)$, la cual es una aplicación de las edades en los números reales, por lo que para una edad x , $S(x)$, representa la probabilidad de sobrevivir a la edad x .

Dicho formalmente, si $x > 0$ se tiene:

$$S(x) = P(X > x) = 1 - P(X < x) = 1 - F_x(x)$$

Las propiedades de esta función pueden ser deducidas a partir de las propiedades de la función de distribución, por lo que:

- i. $S(0) = 1$
- ii. $S(w) = 0$
- iii. $S(x)$ es una función no creciente
- iv. $S(x)$ es una función continua por la derecha.

Sea l_{x_0} el número de personas que integran el grupo inicial dado de edad x_0 y sea l_{x_0+t} el número de personas que permanecen en el grupo después de que ha transcurrido un año. Entonces, la sucesión ordenada, se define como:

$$l_x = \{l_{x_0}, l_{x_0+1}, \dots, l_x, \dots, l_w\}$$

Dado que se trata de una función esencialmente decreciente se tiene que $l_w = 0$.

A la sucesión anterior se le denomina *orden*.

Ahora, considérese $T_{x, x+t} = l_x - l_{x+t}$ que representa la cantidad de personas que salieron del grupo en el intervalo de edad $(x, x + t)$, entonces:

$${}_t q_x = q(x, x + t) = \frac{l_x - l_{x+t}}{l_x} = \frac{T(x, x + t)}{l_x}$$

Ésta última expresión representa la probabilidad temporal de salida de una persona de edad x , en el periodo t .

La probabilidad del suceso contrario al antes mencionado, es la probabilidad de un individuo de edad x , permanezca después de que haya transcurrido el periodo t . Es decir:

$${}_t p_x = p(x, x + t) = 1 - q(x, x + t) = 1 - \left(\frac{l_x - l_{x+t}}{l_x} \right) = 1 - \left(1 - \frac{l_{x+t}}{l_x} \right) = \frac{l_{x+t}}{l_x}$$

Con ayuda de las expresiones anteriores, y si se conocen las probabilidades de salida, se obtiene el número de personas en el grupo, tras haber transcurrido un año. Dado que:

$$p_x = \frac{l_{x+1}}{l_x} \Rightarrow l_{x+1} = p_x l_x = (1 - q_x) l_x$$

La fuerza de mortalidad, definida como:

$$\mu_x = \lim_{\Delta \tau \rightarrow 0} \frac{q(x, x + \Delta \tau)}{\Delta \tau} = -\frac{1}{l_x} \frac{d}{dx} l_x = -\frac{d}{dx} \ln l_x$$

Por lo tanto, esta se define como una probabilidad condicionada, en concreto la de morir inmediatamente después del tiempo $(x, x + \Delta \tau)$

2.4 Supuestos actuariales

Los modelos de credibilidad a niveles jerárquicos permiten particionar la información de siniestros y encontrar las primas de credibilidad incorporando información adicional por rangos de edad, género y causa de muerte. La aportación de este modelo permite analizar la cartera en varios niveles. Se debe considerar el nivel del detalle de la información que se tiene disponible sobre los siniestros ocurridos de la cartera para obtener el factor de credibilidad Z.

Debe tenerse en cuenta que la aportación central del capítulo 2 consistió en mostrar y determinar los mejores estimadores insesgados para obtener el factor de credibilidad "Z", de esta manera, se aplican los modelos teóricos de credibilidad a la resolución real del problema de tarificación.

El objetivo es hallar los mejores estimadores de θ , credibilidad para las primas que se deberán cobrar a cada rango de edad y finalmente a la cartera total. Para obtener los resultados en el marco de los modelos de credibilidad y de esta manera poder obtener las primas.

2.4.1 Diseño del método de ajuste de cotización

Las compañías aseguradoras, día con día, se enfrentan al desafío del mejoramiento de sus ingresos, de lograr rentabilidad, de contar con solvencia y dinamizar un óptimo desempeño de sus carteras. Para ello, es necesario que profundicen en el estudio de modelos matemáticos que proporcionen bases y sustentos sólidos para el cobro de primas justas,

equitativas y suficientes, además de competitivas, frente a las primas de las demás compañías.

Para hacer frente a estos retos, es necesario determinar cómo debe ser equilibrada la información que se posee de un asegurado o riesgo en particular y la información que se tiene de todo un grupo de asegurados debido a que existen características individuales en cada póliza, conglomerado o grupo que influyen dentro de la prima.

Por lo anterior, se introduce un factor ponderante para el cálculo de la prima de una póliza que represente, fielmente, el dinamismo mencionado, es decir, establecer la prima como una combinación lineal o convexa entre la experiencia particular del asegurado y la experiencia del colectivo.

La elaboración de sistemas de tarificación, tiene por objetivo garantizar la solvencia de la entidad aseguradora y al mismo tiempo, asegurar que las tarifas sean lo más justas posibles para los asegurados.

Los sistemas de tarificación *a posteriori*, se caracterizan porque la prima de riesgo individual depende de la evolución de la siniestralidad, de ese mismo riesgo individual, lo que produce heterogeneidad en la cartera. Una solución a este problema viene dada por los modelos de credibilidad, los cuales hacen frente a los problemas de heterogeneidad de una clase o cartera de riesgos al momento de tarificar, combinando y equilibrando la información de la experiencia particular del asegurado con la experiencia de la cartera. De esta manera, se puede asegurar que se cobre lo justo para cada cliente de acuerdo al riesgo que este represente.

La Teoría de la Credibilidad es una colección de ideas concernientes al ajuste sistemático de las primas de los seguros a medida que se obtiene la experiencia de la siniestralidad. Esta colección de ideas o modelos, busca la estimación de las primas de los seguros colectivos, más o menos homogéneos, combinando la información global disponible con la información individual con la que se cuenta, frecuentemente esta última es de carácter muy limitado.

Esta Teoría consiste en agrupar las pólizas referentes a un mismo riesgo con un conjunto de características comunes en un grupo de asegurados. A su vez, cada póliza tiene un conjunto de características que deben ser tomadas en cuenta a la hora de calcular las primas de riesgo individuales.

Para estimar el monto total de los siniestros se puede utilizar el promedio del monto de las reclamaciones, cuando las variables en cuestión tienen la misma distribución y son independientes entre sí¹² combinando la experiencia de un asegurado en específico con la experiencia de toda la cartera de la empresa.

El objetivo es establecer un balance entre la prima individual de cada riesgo o póliza y la prima de la cartera a través de la siguiente fórmula:

$$C = (1 - Z)B + ZA$$

Donde:

- C : Establece el balance entre A y B .
- B : Prima de la cartera o prima teórica.
- A : Prima propia correspondiente a los siniestros.
- Z : Factor de credibilidad.

$$Z = \frac{at}{s^2 + at}$$

Donde:

- t : Período de observación (número de años de experiencia).
- a : Grado de heterogeneidad (medición de la disparidad o similaridad del riesgo).
- s^2 : Variabilidad de las reclamaciones.

La asignación de un valor para Z tiene como base en:

- El volumen de la información individual relativa al volumen de la información de la cartera.
- Diferencias entre los datos individuales y los datos de la cartera.

El objetivo de esta fórmula de credibilidad es el establecer un balance entre la prima individual y la de la cartera, por lo que el factor de credibilidad Z tiene una importancia en particular de acuerdo al cuadro 2.1

¹² Ley de los Grandes Números

Cuadro 2.1
Balance entre la prima individual y la de la cartera

Caso	Posibles valores de Z	Interpretación
1	Z = 0	Si Z = 0 entonces, $C = (1 - 0)B + (0)A = B$ Esto quiere decir que cuando Z = 0 se tiene credibilidad total, es decir, se utiliza la prima teórica, por lo tanto si $C = B$ se considera la experiencia de la cartera.
2	Z = 1	Si Z = 1 entonces, $C = (1 - 1)B + (1)A = A$ En este caso también se tiene credibilidad total pero la prima propia es la más adecuada. Nótese que se debe tener experiencia para que dicha prima sea válida, por lo tanto si $C = A$ se considera la experiencia individual.

Fuente: Aplicación de modelos de credibilidad para el cálculo de primas, CNSF 2003

Variación de t.

a) Si $t \rightarrow \infty$, entonces, Z = 1

$$\lim_{t \rightarrow \infty} Z = \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{t}{t + \frac{S}{\alpha}} = 1$$

b) Si $t \rightarrow 0$, entonces, Z = 0

$$\lim_{t \rightarrow 0} Z = \lim_{t \rightarrow 0} \frac{t}{t + \frac{S}{\alpha}} = 0$$

En este caso se concluye que, mientras mayor sea la experiencia, se da mayor credibilidad a las primas de riesgo; si por el contrario, la experiencia es nula, se otorga mayor credibilidad a las primas de la experiencia de la cartera.

Variación de a.

a) Si $a \rightarrow \infty$, entonces, Z = 1

$$\lim_{a \rightarrow \infty} Z = \lim_{a \rightarrow \infty} \frac{a}{a + \frac{S}{t}} = 1$$

b) Si $a \rightarrow 0$, entonces, Z = 0

$$\lim_{a \rightarrow 0} Z = \lim_{a \rightarrow 0} \frac{a}{a + \frac{S}{t}} = 0$$

En este caso, se observa que a mayor heterogeneidad, se otorga mayor credibilidad a las primas de riesgo, en cambio, mientras la cartera sea homogénea, se otorga mayor credibilidad a las primas de la experiencia de la cartera.

Variación de s^2 .

a) Si $s^2 \rightarrow \infty$, entonces, $Z = 0$

$$\lim_{s^2 \rightarrow \infty} Z = \lim_{s^2 \rightarrow \infty} \frac{\alpha}{\alpha + \frac{s}{t}} = 0$$

b) Si $s^2 \rightarrow 0$, entonces, $Z = 1$

$$\lim_{s^2 \rightarrow 0} Z = \lim_{s^2 \rightarrow 0} \frac{\alpha}{\alpha + \frac{s}{t}} = 1$$

De este caso se concluye que, si la variabilidad entre los siniestros es amplia se le da mayor credibilidad a la prima de la experiencia de la cartera; en el caso de que la variabilidad sea nula se toma como base la prima de los siniestros.

2.4.2 Estimación de Prima

La estimación de prima se hará partiendo de la cartera de fuerzas de seguridad con la que cuenta Seguros Inbursa S.A. observando un período que abarca del año 2005 al 2010 y por quinquenios de edad, empezando en 15 – 19 hasta los 80 y más.

Para el cálculo de la prima es necesario contar con el detalle de la siguiente información:

- Número de asegurados por año (n_i).
- Número de siniestros por año (m_i).
- Monto de siniestros por año (M_i).

Con lo anterior es posible obtener la prima teórica (A_{Pi}) del i -ésimo año

$$A_{Pi} = \frac{M_{Pi}}{n_{Pi}} * 100$$

Se refiere a las estimaciones para determinar el costo final de las prestaciones.

Existen dos tipos de supuestos actuariales:

- i) Supuestos demográficos, son hipótesis acerca de los individuos susceptibles de recibir prestaciones tales como mortalidad, rotación o incapacidad.

Los supuestos actuariales deben ser imparciales es decir, ni excesivamente imprudentes, ni excesivamente conservadores. Compatibles entre si; que guarde un nivel de coherencia en cada uno de sus cálculos. De este modo todos los cálculos actuariales que dependan de la inflación deberán utilizar la misma tasa de incremento de precios.

2.4.3 Bases demográfica

La Demografía es el estudio interdisciplinario de las poblaciones humanas. Área interdisciplinaria que abarca disciplinas como matemáticas, estadística, biología, medicina, sociología, economía, historia, geografía y antropología. La demografía trata de las características sociales de la población y de su desarrollo a través del tiempo.

Los datos demográficos se refieren, entre otros, al análisis de la población por edades, situación familiar, grupos étnicos, actividades económicas y estado civil; las modificaciones de la población, nacimientos, matrimonios y fallecimientos; esperanza de vida, estadísticas sobre migraciones, sus efectos sociales y económicos; grado de delincuencia; niveles de educación y otras estadísticas económicas y sociales. El cuadro 2.2 muestra la distribución por edad y sexo del año 2010.

Cuadro 2.2
Matriz de asegurados por edad y sexo del año 2010

Edad	Sexo	
	Hombres	Mujeres
15-19	2,241	6,021
20-24	8,487	17,486
25-29	18,865	24,624
30-34	25,445	27,152
35-39	26,311	29,732
40-44	24,818	27,031
45-49	20,037	14,691
50-54	11,241	5,137
55-59	3,781	1,009
60-64	1,189	282
65-69	366	76
70-74	151	26
75-79	58	20
80+	29	4

Fuente: Elaboración propia a partir de la cartera de vida de Seguros Inbursa del año 2010.

2.4.4 Perfil de salud

El perfil de salud en México, ha presentado desde el siglo pasado profundas transformaciones condicionadas por cambio en la estructura de la población, estilos de vida y estatus socio-económico, sin dejar de reconocer el papel que han tenido los servicios de salud y la incorporación de nuevas tecnologías médicas.

Actualmente nuestro país muestra modificaciones favorables en los perfiles de salud de amplios sectores de la población, sin embargo también persisten importantes rezagos que requieren grandes recursos para su prevención y control. La transición en salud que se experimenta, está caracterizada por dos desafíos: el rezago en salud y los riesgos emergentes. También se manifiesta en la mejora de indicadores de salud poblacional como el descenso de la mortalidad infantil y la erradicación de algunas enfermedades prevenibles por vacunación. Las principales causas de muerte también se han modificado; las infecciones comunes y los problemas vinculados con la desnutrición y la reproducción han sido desplazados por enfermedades no transmisibles y las lesiones que hoy concentran más del 85% de las causas de muerte en el país.

2.4.5 Selección adversa de riesgo

Es un término utilizado en economía, aseguramiento, estadística y manejo de riesgo. Se refiere al proceso de mercado en el cual ocurren “malos resultados” debido a las asimetrías de la información entre vendedores y compradores; los malos productos o clientes serán probablemente los seleccionados.

Este término es utilizado generalmente en el ámbito de los seguros para describir una situación donde los tomadores de un seguro son más propensos a tener un siniestro que la población objetiva que utiliza el asegurador para establecer sus primas. Por ejemplo, cuando se establecen las tarifas para un contrato de seguro de vida, un asegurador podría observar la tasa de mortalidad entre la población de un cierto grupo de edad en una región determinada. Ahora suponga que hay dos grupos entre esta población, fumadores y no fumadores, y el asegurador no puede distinguir cuál es cuál, de tal forma que ambos grupos terminan pagando la misma prima. Los no fumadores saben que ellos tienen menos probabilidades de morir que el promedio y que están subsidiando a los fumadores, por lo tanto estarán renuentes a tomar este seguro, mientras que los fumadores tendrán una mayor probabilidad de cobrar el seguro y por lo tanto estarán más dispuestos a comprar el seguro. La compañía aseguradora termina con personas con una tasa de mortalidad más alta que la estimada en el momento de establecer las primas.

En el caso usual, un requisito clave para que exista **selección adversa** es una asimetría de información, la gente que compra un seguro sabe si son o no fumadores, mientras que la compañía aseguradora no. Si la compañía aseguradora sabe quienes fuman y quienes no, podría cobrar una prima distinta a cada grupo y no habría selección adversa. Sin embargo, otras condiciones pueden generar **selección adversa** incluso cuando no hay información asimétrica. Por ejemplo, se requiere que los aseguradores de salud provean este seguro a todos los que lo necesiten al mismo costo. En este caso, puede que no exista una asimetría de información, la compañía aseguradora puede conocer quien es o no fumador, pero el asegurado no puede actuar con base en esta información, entonces hay una asimetría de información "virtual".

Sin embargo, la clasificación de riesgos para reducir problemas de información asimétrica relativa a la selección adversa debe matizarse por diferentes motivos. Para que opere la selección adversa es necesario que el individuo tenga información sobre su propia exposición a los riesgos, que por lo general es desconocida.

Capítulo 3.

Estimación del factor de ajuste sistemático de la prima de riesgo.

3.1 Introducción

En el presente capítulo se realizará la estimación del factor de ajuste de la prima de riesgo, con base en la Teoría de la Credibilidad. La información expuesta así como el número y monto de los siniestros corresponde a la compañía de Seguros Inbursa. Dicha información corresponde a los años 2005, 2006, 2007, 2008, 2009 y 2010 respectivamente; clasificada por las diferentes causas de muerte.

El término credibilidad fue introducido en la ciencia actuarial como una medida de la creencia, de la importancia, que el actuario considera debe ser dada a un cuerpo particular de experiencia con el objeto de elaborar una tarifa justa. Es un conjunto de técnicas que permiten al asegurador ajustar de modo sistemático las primas de los seguros en función de la experiencia de siniestralidad. Dicha teoría incluye numerosos modelos que han aparecido desde comienzos del siglo XX, hasta la actualidad, elaborándose en buena medida gracias a los avances que se han ido produciendo en la ciencia matemática.

Como se ha comentado, el cálculo de primas con la ayuda de la Teoría de la Credibilidad; reconoce la experiencia de los siniestros que han ocurrido en un determinado periodo de tiempo; con ello se establece una prima equitativa para obtener una cartera rentable para la compañía. Dedicaremos este capítulo a la modelización de riesgos por medio de la teoría de la credibilidad. Se plantean modelos para la cuantificación de frecuencia y severidad de pérdidas debidas a diversos tipos de siniestralidad.

3.2 Planteamiento teórico

La credibilidad significa básicamente “digno de confianza” y en concreto en el negocio de seguros lo definimos de la siguiente manera:

“El nivel de confianza que podemos dar a la experiencia siniestral frente una expectativa a priori calculada sin tener en cuenta con dicha experiencia”.

Uno de los objetivos de la matemática actuarial es la elaboración de sistemas de tarificación que garanticen la suficiencia de la entidad aseguradora pero que simultáneamente resulten lo más justo posible. Los sistemas de tarificación a posteriori se caracterizan porque la prima de riesgo individual depende de la evolución de la siniestralidad de ese mismo riesgo individual. Una solución a dicho problema viene dada por los modelos de credibilidad, los cuales buscan la estimación de la prima del seguro, más o menos heterogéneos, combinando la información global disponible con la individual, frecuentemente esta última de carácter más limitado.

Los principios de cálculo de primas, así como la metodología utilizada para la obtención, constituyen un elemento imprescindible en la tarificación mediante credibilidad. La cobertura de un riesgo por parte de una compañía de seguros se establece con la garantía de un contrato, la póliza y exige al asegurado pagar un precio, la prima. Ajustar una prima como una combinación entre la prima debida únicamente a su experiencia personal y la que debería pagar por el hecho de pertenecer a un colectivo con unas características peculiares (la cartera), forma parte del escenario de la teoría de la credibilidad.

La tarificación de las empresas proviene hoy en día de la evolución de la siniestralidad de la compañía aseguradora en cuanto al riesgo individual. Es por ello que la solución a dicho problema viene dada por los modelos de credibilidad los cuales hacen frente a este tipo de problemas combinando la información de la experiencia particular del asegurado o con la general de la compañía.

En concreto el objetivo de la Teoría de la Credibilidad, fue el establecer un balance entre la prima individual de cada riesgo o póliza y la prima de cartera: por lo que se estableció la siguiente fórmula:

$$C = (1-z) B + zA$$

Donde:

C: Establece el balance entre A y B

B: Prima de la cartera o teórica

A: Prima propia correspondiente a los siniestro

Z: Factor de Credibilidad

3.2.1 Matriz de asegurados

A continuación se muestra la matriz de asegurados por edad que se construyó con base en la cartera de vida de los años 2005-2010 de la compañía de Seguros; Seguros Inbursa S.A. En ella se puede apreciar el incremento de asegurados conforme el paso del tiempo.

La selección de la distribución *a priori* depende del buen juicio y del análisis subjetivo de la persona encargada de realizar el estudio. En el caso de no tener ningún tipo de información previa o cuando la información que se posea sobre el parámetro de interés no sea confiable, se utiliza lo que se conoce como distribución previa no informativa, difusa o mínimo informativa, existen varios métodos para calcular este tipo de funciones. Las distribuciones iniciales en mayor o menor medida subjetivas, resultan inútiles en el campo de los seguros, como sucede en el caso de riesgos nuevos sobre los que no existen datos disponibles donde, el actuario se ve obligado a hacer un establecimiento inicial del riesgo basado al menos parcialmente en condiciones no empíricas sobre las posibles fuentes de siniestralidad. El cuadro 3.1 muestra la distribución de asegurados por año en cuanto a la edad.

Cuadro 3.1
Número de asegurados por edad y año

EDAD	2005	2006	2007	2008	2009	2010
15-19	7095	7121	7406	7671	7427	8262
20-24	20662	21042	22918	23193	23173	25973
25-29	33429	35286	38706	40139	40127	43489
30-34	40584	43183	47014	49020	49046	52597
35-39	41124	45357	49498	52557	52776	56043
40-44	30674	34980	39587	43974	46390	51849
45-49	18371	20937	23969	27387	30041	34728
50-54	8969	9928	11379	13064	14242	16378
55-59	3362	3464	3720	3967	4231	4790
60-64	1422	1418	1450	1496	1545	1471
65-69	449	447	470	442	453	442
70-74	139	142	149	166	190	177
75-79	57	61	66	70	66	78
80+	25	26	37	39	34	33

Fuente. Elaboración propia a partir de la cartera de Seguros Inbursa SA.

La matriz será utilizada para realizar un seguimiento de dichos coeficientes a través del tiempo y con ello registrar los datos que dependen de varios parámetros.

3.2.2 Siniestralidad a priori

Se trata de establecer las causas por las cuales se está expuesto al riesgo, de tal manera que puedan considerarse homogéneos; es decir que los asegurados que pertenezcan a un mismo grupo de enfermedades o propensas a padecerla se les aplicara la misma primas de acuerdo a la exposición al riesgo que pueda llegar a presentar.

El área de selección es la encargada de tomar decisiones y considerar ciertos factores (como la edad, lugar en el que viven, factores de riesgo a los que puedan estar expuestos como áreas de trabajo, oficios, etc.) que ayuden a prevenir posibles quebrantos a la compañía.

La siniestralidad a priori es un punto de ayuda cuando no se cuenta con datos de siniestralidades del individuo o cartera de la compañía, ya que son nuevos dentro de la cartera de la compañía aseguradora, a diferencia de la siniestralidad a posteriori en donde se toma como punto de partida la tarifa inicial para cada causa de mortalidad en específico; se modifica en los periodos que transcurren de acuerdo a la experiencia y evolución de la siniestralidad. Tiene como base cada clase de riesgo debido a la heterogeneidad y factores de riesgo que no se estén considerando. Cuando se considera dicha siniestralidad se tiene un grado mayor de equidad en la prima conforme el paso del tiempo con lo que inicialmente fue cobrado.

Esto ayudará a obtener primas equitativas y justas que es la finalidad de la tesis. En el cuadro 3.2 se muestra la frecuencia de las diferentes causas de mortalidad de los años 2005-2010 separado por hombres y mujeres.

Cuadro 3.2
Frecuencia de las principales causas de muerte separadas por género

Causas de Muerte	Sexo	Años					
	Femenino	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Accidente de vehiculo		18	13	30	17	25	35
Anemias		3			1		
Artritis				4	5		6
Cáncer		4	3	1	6	13	
Carcinoma		6	2	5	7	12	18
Cardiomiopatía		2	12	7	2	5	3
Cirrosis		1	14	4	11	1	13
Complicaciones del embarazo			3		2	2	3
Diabetes		61	51	51	50	53	81
Embolia		2	2	1		5	6
Encefalopatía		5		1	2	2	3
Enfermedades del corazón		42	35	19	29	25	23
Enfermedad cerebrovascular		13	9	14	4	8	10

Causas de Muerte	Sexo	Años					
		2005	2006	2007	2008	2009	2010
Enfermedades gastrointestinales		10	3	8	6	7	
Enfermedades hipertensivas			2	1	18	27	12
Enfermedades pulmonares		18	7	12	9	16	12
Fracturas			9	7	20	4	8
Hemorragias		2	1	4	9	4	3
Hepatitis			8			3	5
Heridas			4	2	6	6	
Hipotiroidismo		2				4	
Homicidios		3	10	20	4	10	22
Insuficiencia		40	51	38	32	49	44
Linfoma			4	1	6	11	4
Lupus		3	9	6	7	5	2
Meningitis				4	4	5	
Otras		17	10	8	33	27	45
Quemadura		8					
Sistema nervioso		4				2	2
Traumatismo		8	22	65	2		14
Tumores		152	95	146	92	79	88
Vías respiratorias		1	2	1	3	7	2
VIH		6	12	6		1	
Visuales		1		6	1	6	5

Cuadro 3.2
Frecuencia de las principales causas de muerte separadas por género
(Continuación)

Causas de Muerte	Sexo	Años					
		2005	2006	2007	2008	2009	2010
Accidente de vehiculo	Masculino	63	152	42	38	40	116
Anemias	Masculino	2	2	5	7	1	3
Artritis	Masculino					4	
Cáncer	Masculino	17	5	4	7	3	7
Carcinoma	Masculino		2	12	19	30	14
Cardiomiopatía	Masculino	32	42	19	19	10	11
Cirrosis	Masculino	33	54	12	29	38	34
Diabetes	Masculino	249	273	208	229	232	220
Embolia	Masculino	4	2	1			2
Encefalopatía	Masculino	12	12			6	7
Enfermedades del corazón	Masculino	127	153	133	143	111	119
Enfermedad cerebrovascular	Masculino	17	20	12	10	10	14
Enfermedades gastrointestinales	Masculino	15	18	8	4	23	11
Enfermedades hipertensivas	Masculino	2	3	4	47	66	43
Enfermedades pulmonares	Masculino	34	44	24	36	49	27
Fracturas	Masculino	13	21	11	69	58	15
Hemorragias	Masculino	2	7	4	23	6	9
Hepatitis	Masculino	2	4	3	5	2	5
Heridas	Masculino	9	20	2	41	18	4
Hipotiroidismo	Masculino	4		1		2	
Homicidios	Masculino	33	33	73	208	77	127

Insuficiencia		162	152	148	121	86	88
Lesiones				2	5		
Linfoma		3	1	1	5	13	3
Lupus			1			4	
Meningitis							3
Otras		41	56	54	44	79	41
Quemadura		4	8	6	5	9	3
Sistema nervioso		12	6	11		6	6
Traumatismo		95	59	71	51	5	10
Tumores		114	108	88	94	77	90
Vías Respiratorias		5	4	12	5	12	8
VIH		21	16	9	7	10	7
Visuales		6	7	5	3	5	9

Fuente: Elaboración propia a partir de la cartera de vida de seguros Inbursa S.A

El cuadro 3.3 muestra la severidad de las principales causas de muerte de los años 2005 a 2010 separados por género.

Cuadro 3.3.
Severidad de las principales causas de muerte separadas por género

Causas de Muerte	Sexo	Años					
	Femenino	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Accidente de vehiculo		1,509,478	1,755,041	2,378,342	1,032,550	5,248,304	2,365,425
Anemias		25,000			0		
Artritis				385,919	53,971		576,250
Cáncer		131,347	353,657	50,000	500,000	381,351	
Carcinoma		40,820	300,000	550,547	447,249	738,732	1,266,370
Cardiomiopatía		5,784	303,048	297,777	50,000	623,088	397,077
Cirrosis		7,998	419,938	681,556	2,671,417	117,727	1,467,232
Complicaciones del embarazo			333,627		350,000	0	
Diabetes		1,812,690	2,559,502	1,847,115	1,862,067	2,016,496	4,439,379
Embolia		68,309	84,598	299,154		536,213	296,115
Encefalopatía		375,000		17,567	10,000	164,662	51,341
Enfermedades del corazón		4,131,229	1,479,470	1,373,727	3,174,616	919,241	1,319,998
Enfermedad cerebrovascular		584,483	536,820	817,462	329,550	618,054	2,217,128
Enfermedades gastrointestinales		851,721	549,003	167,301	259,288	31,708	
Enfermedades hipertensivas			55,000	68,294	855,645	935,942	486,231
Enfermedades pulmonares		852,366	88,142	455,365	327,588	1,465,323	621,361
Fracturas			456,458	618,890	888,544	503,557	1,281,637
Hemorragias		70,912	55,943	42,377	652,160	559,704	337,899
Hepatitis			431,768			194,537	95,065
Heridas			608,121	6,928	305,186	406,839	
Hipotiroidismo		377,336				277,499	
Homicidios		238,118	92,144	2,309,233	462,200	889,127	2,224,466

Insuficiencia	1,210,027	1,440,900	4,383,497	1,101,961	2,171,033	2,714,095
Linfoma		43,227	27,543	268,886	1,445,000	147,865
Lupus	157,000	761,708	20,993	441,807	176,608	86,365
Meningitis			78,511	423,583	116,850	
Otras	641,281	482,072	732,219	1,224,265	1,540,727	2,753,722
Quemadura	140,674					
Sistema nervioso	180,819				393,009	132,932
Traumatismo	888,697	1,960,973	2,271,844	100,000		706,958
Tumores	6,840,481	6,781,546	9,100,387	4,984,603	3,461,737	8,227,198
Vías respiratorias	6,000	96,000	43,907	63,000	641,724	100,000
VIH	296,178	238,970	68,494		0	
Visuales	46,500		336,699	99,638	145,000	272,622

Cuadro 3.3
Severidad de las principales causas de muerte separadas por género
(Continuación)

Causas de Muerte	Masculino	Años					
		2005	2006	2007	2008	2009	2010
Accidente de vehículo		5,900,067	6,452,815	5,550,249	19,630,183	3,527,250	12,186,974
Anemias		6,570	163,699	116,405	294,548	92,562	45,320
Artritis						200,000	
Cáncer		686,605	1,709,861	648,230	353,943	739,773	370,897
Carcinoma			95,663	357,189	1,561,742	626,086	3,924,292
Cardiomiopatía		4,275,056	1,543,562	1,110,069	328,768	2,092,288	1,247,491
Cirrosis		2,218,879	1,015,351	947,121	708,063	952,019	5,506,590
Diabetes		7,491,299	10,317,874	8,131,291	7,058,322	6,520,889	9,942,825
Embolia		470,324	37,521	127,058			240,269
Encefalopatía		364,110	276,268			257,730	368,190
Enfermedades del corazón		5,070,028	11,904,873	6,373,172	10,596,238	6,761,954	7,541,441
Enfermedad cerebrovascular		940,812	1,474,157	289,313	128,701	686,932	550,557
Enfermedades Gastrointestinales		1,528,318	1,361,343	607,426	124,690	614,339	433,525
Enfermedades hipertensivas		43,021	17,491	99,036	4,235,303	1,254,026	1,929,205
Enfermedades pulmonares		2,009,916	3,222,302	623,625	2,522,376	2,893,028	1,440,046
Fracturas		1,040,272	2,110,050	560,749	6,233,282	7,304,311	2,168,770
Hemorragias		0	121,435	107,393	1,358,091	1,784,770	17,954,739
Hepatitis		49,942	36,850	376,212	91,200	111,496	316,090
Heridas		4,000,000	1,237,997	63,273	6,914,594	2,006,363	414,400
Hipotiroidismo		289,700		0		150,027	
Homicidios		3,461,367	2,712,783	8,993,146	11,589,527	13,631,789	12,692,476
Insuficiencia		4,202,040	6,814,752	3,859,847	8,591,937	5,302,831	1,882,397
Lesiones				120,000	235,000		
Linfoma		131,708	14,713	200,000	352,459	7,934,990	9,779

Lupus			4,938			261,353	
Meningitis							219,577
Otras	1,745,848	1,656,593	2,036,727	4,049,295	4,852,802	1,779,852	
Quemadura	100,952	2,239,876	556,885	63,973	284,019	65,000	
Sistema nervioso	202,271	673,930	139,413		211,019	550,000	
Traumatismo	11,292,926	4,217,045	6,297,767	4,791,932	1,357,249	654,398	
Tumores	5,900,664	5,634,099	9,429,889	7,567,741	6,946,148	6,678,571	
Vías respiratorias	41,352	51,353	391,764	248,243	1,765,959	676,283	
VIH	1,353,534	2,109,212	184,454	130,825	469,434	235,731	
Visuales	128,487	671,187	255,498	123,710	153,563	249,000	

Fuente: Elaboración propia a partir de la cartera de vida de seguros Inbursa S.A

3.3 Estimadores

Un estimador es un estadístico, esto es, una función de la muestra usada para estimar un parámetro desconocido de la población. Por ejemplo, si se desea conocer el precio medio de un artículo (el parámetro desconocido) se recogerán observaciones del precio de dicho artículo en diversos establecimientos (la muestra) y la media aritmética de las observaciones puede utilizarse como estimador del precio medio.

El valor de un estimador proporciona lo que se denomina en estadística en estimación puntual del valor del parámetro en estudio. En general, se suele preferir realizar una estimación mediante un intervalo esto es, obtener un intervalo $[a,b]$ dentro del cual se espera esté el valor real del parámetro con un cierto valor de confianza.

Las propiedades de los estimadores son:

- a) Sesgo; es la diferencia entre la esperanza (valor esperado) del estimador y el verdadero valor del parámetro a estimar.
- b) Eficiencia; diremos que un estimador es más eficiente o preciso que otro estimador, si la varianza del primero es menor que la del segundo.
- c) Consistencia; si no es posible emplear estimadores de mínima varianza el requisito mínimo deseable para un estimador es que a medida que el tamaño de la muestra crece, el valor del estimador tienda a ser el valor del parámetro, propiedad que se denomina consistencia.

- d) Robustez; El estimador $\hat{\theta}$ será un estimador robusto del parámetro θ si la violación de los supuestos de partida en los que se basa la estimación (normalmente, atribuir a la población un determinado tipo de función de distribución que, en realidad, no es la correcta), no altera de manera significativa los resultados que éste proporciona.
- e) Suficiencia; Se dice que un estimador es suficiente cuando resume toda la información relevante contenida en la muestra, de forma que ningún otro estimador pueda proporcionar información adicional sobre el parámetro desconocido de la población.
- f) Se dice que un estimador es invariante cuando el estimador de la función del parámetro coincide con la función del estimador del parámetro, $[f(\theta)]^* = f(\theta^*)$.

3.4 Ajuste sistemático

Al tratarse de un modelo en el cual se considera que la cartera está estructurada en dos niveles, no solo debemos calcular el estimador de credibilidad para cada rango de edad, sino que un paso previo es estimar la prima de riesgo para cada subcartera (en este caso por cada causa de muerte) considerada, $\mu(\theta_p)$ con $p = 1, 2, \dots, P$ cuya definición es la siguiente:

$$\mu(\theta_p) = E[\mu(\theta_p, \theta_{xi}) / \theta_p] = E[X_{xi} / \theta_p]$$

El propósito es estimar la prima de riesgo a pagar el próximo año para cada uno de los rangos de edad, que en este caso están divididos en un cierto número de subcarteras (causas de muerte). Para ello, se deben asumir las hipótesis de este modelo para los próximos periodos, el importe de los estimadores de credibilidad son los valores previstos para las primas de riesgo individuales, sin necesidad de hacer ningún otro cálculo.

3.4.1 Heterogeneidad

Cuando se habla de Heterogeneidad se deben distinguir dos aspectos: Por un lado lo relativo a las diferencias existentes de los estudios en cuanto a características propias de la muestra (el tiempo, la localización geográfica, etc.) y por otro lado el concepto de heterogeneidad estadística que únicamente cuantifica la variabilidad entre los resultados de los estudios.

Se puede observar en el estudio las diferencias que existen entre hombres y mujeres dentro de las diferentes causas de mortalidad, en los hombre suele ser más alto el rango de muertes por accidentes de vehículo en edades que van de los 18-35 años por lo que las sumas aseguradas suelen ser más altas y en el caso de la mujeres suelen ser más bajas debido a que se exponen menos al riesgo.

$\alpha = E [Var [\mu (\theta_p, \theta_{ij}) | \theta_p]]$ mide la heterogeneidad esperada en el tiempo de la experiencia de reclamaciones.

En el cuadro 3.4 se muestra el estimador de heterogeneidad por rangos de edad y causas de muerte.

Cuadro 3.4
Cálculo de estimador de heterogeneidad de causas de muerte y edades

$$\hat{\alpha} = \frac{\sum_{p=1}^P \sum_{j=1}^{k_p} Z_{ij} [X_{ijw} - X_{jsw}]^2}{\sum_{p=1}^P (k_p - 1)} \quad \text{con } k_p \geq 2$$

Rangos de edad	Causas de muerte						
	Acc.Vehiculo	Anemias	Artritis	Cáncer	Carcinoma	Cardiomiopatía	Cirrosis
Hombres							
15-19	0	0	0	994,808,062	0	0	0
20-24	10,522,709,275	0	0	0	0	0	0
25-29	5,892,740,731	0	0	0	0	0	13,886,220,015
30-34	1,075,744,608	0	0	74,398,706	3,786,323	1,171,654,440	15,151,811
35-39	846,236,911	16,476,386	0	8,233	0	20,505,414	23,172,158
40-44	286,523,810	0	0	1,772,777,115	0	65,489,032	164,500,169
45-49	313,517,677	10,334,395	0	52,140,090	1,787,523,9577,0	933,576,062	453,426,449
50-54	653,969,255,033	0	0	0	70,272,910,150	6,911,919,249	83,465,928
55-59	1,502,162,412	0	0	15,781,172,390	3,272,774,137	57,699,371,119	1,085,680,559
60-64	0	0	0	0	0	2,548,313	31,379,256
65-69	0	0	0	0	0	8,205,152,234	0
70-74	0	0	0	0	0	224,835,466,55	0
75-79	0	0	0	0	0	0	0
80+	0	0	0	0	0	0	0
Mujeres							
15-19	0	0	0	0	0	0	0
20-24	363,479,582	0	0	0	6,517,283	0	0
25-29	141,707,490	0	0	0	33,306,358	0	0
30-34	770,405,931	0	0	0	45,793,646	0	24,526,803
35-39	871,208,535	0	0	42,438,960	14,870,867	42,388,205	1,206,331,730
40-44	6,221,150,205	0	0	0	10,906,662	47,894,833	334,485,786

Rangos de edad	Causas de muerte						
	Acc.Vehiculo	Anemias	Artritis	Cáncer	Carcinoma	Cardiomiopatía	Cirrosis
45-49	22,971,061	0	437,323,900	0	12,532,560	408,071,980	993,120,319
50-54	0	0	0	0	2,575,360,976	0	993,010,025
55-59	0	0	0	1,152,440,481	0	1,637,466,490	6,987,344,767
60-64	0	0	0	0	0	0	0
65-69	0	0	0	0	0	0	0
70-74	0	0	0	0	0	0	0
75-79	0	0	0	0	0	0	0
80+	0	0	0	0	0	0	0

Cuadro 3.4
Cálculo de estimador de heterogeneidad de causas de muerte y edades

(continuación)

Rangos de edad	Causas de muerte						
	C. Embarazo	Diabetes	Embolia	Encefalopatía	E. Corazón	E. Cerebro	E. Gastro
Hombres							
15-19	0	0	0	0	0	0	0
20-24	0	0	0	0	2,427,304,274	0	0
25-29	0	9,185,867	0	0	2,857,597,312	85,078,809	24,993
30-34	0	33,542,709	0	0	712,499,755	56,604,954	4,072,270
35-39	0	757,711,374	0	0	1,089,118,606	7,785,671	1,380,140
40-44	0	404,851,790	0	0	1,246,367,890	11,966,165	66,822,794
45-49	0	8,606,815,232	340,103,034	89,979,739	3,711,661,585	48,396,474	28,225,409
50-54	0	4,684,889,747	0	102,567,074	9,011,473,901	2,188,013,098	16,742,321
55-59	0	13,445,464,979	0	181,952,302	256,411,532,919	10,146,204,338	1,169,570,982
60-64	0	33,998,341,413	0	0	50,131,164,439	570,166,444	551,624,949
65-69	0	3,488,170,903,58	0	0	135,902,741,156	0	29,103,491
70-74	0	634,817,368,128	0	0	15,963,973,092,956	0	0
75-79	0	63,979,665,520,3	0	0	919,270,013,095	0	0
80+	0	547,960,370,118	0	0	254,196,849,690,82	0	0
Mujeres							
15-19	0	0	0	0	0	0	0
20-24	0	975,142	0	0	0	88,874,583	255,014,259
25-29	3,015,451	0	0	449,993	43,526,808	54,274,477	0
30-34	0	134,925,985	0	0	5,061,122,138	2,617,666	169,958,371
35-39	0	145,533,589	0	0	4,821,932	21,828,825	0
40-44	0	97,244,022	0	0	69,594,599	97,459,548	0
45-49	0	6,356,838,864	0	0	361,232,247	115,855,344	0
50-54	0	2,109,453,230	0	0	13,639,063,177	0	0
55-59	0	70,632,616,412	0	0	42,474,840,234	0	0
60-64	0	5,074,971,829	0	0	1,792,992,081,685	0	41,456,433,001
65-69	0	242,295,156,119	0	0	0	0	0
70-74	0	85,104,075,554	0	0	5,397,437,654,321	0	0

Rangos de edad	Causas de muerte						
	C. Embarazo	Diabetes	Embolia	Encefalopatía	E. Corazón	E. Cerebro	E. Gastro
75-79	0	0	0	0	6,272,721,001,033	0	0
80+	0	0	0	0	0	0	0

Cuadro 3.4
Cálculo de estimador de heterogeneidad de causas de muerte y edades

(continuación)

Rangos de edad	Causas de muerte						
	E. Hipertensiva	E. Pulmonar	Fracturas	Hemorragia	Hepatitis	Heridas	Hipotiroidismo
Hombres							
15-19	0	0	0	0	0	0	0
20-24	0	0	0	0	0	0	0
25-29	0	517,539,368	363,877,939	21,070	0	0	0
30-34	0	87,414,063	1,364,923,107	18,449	0	62,293,881	0
35-39	8,172,086	48,666,889	859,136,539	398,634	0	1,086,655,315	0
40-44	196,369,174	1,479,245,586	2,938,272,016	14,300	0	9,089,169,721	0
45-49	2,537,256,468	158,958,238	4,121,229,354	19,736	0	214,329,622	0
50-54	2,277,638,850	619,929,001	5,914,544,290	1,551,584	26,312,088	12,742,445,775	0
55-59	9,487,679,802	3,314,548,036	0	0	10,486,610	0	0
60-64	10,185,954,804	26,626,176	0	0	0	0	0
65-69	244,924,587	23,057,908,260	0	0	0	0	0
70-74	1,034,366,004,545	1,297,550,357,207	0	0	0	0	0
75-79	0	3,479,315,435,537	0	0	0	0	0
80+	0	35,367,836,704	0	0	0	0	0
Mujeres							
15-19	0	0	0	0	0	0	0
20-24	0	272,003,155	0	17,344	0	0	0
25-29	0	14,231,850	388,091,922	9,667	0	0	0
30-34	0	1,966,579	0	2,807	0	31,042,668	0
35-39	0	3,811,303	82,280,372	2,956	0	0	0
40-44	799,932	150,124,291	657,429	19,522	0	475,925,269	0
45-49	54,998,567	42,826,527	0	3,716	0	0	0
50-54	467,225,300	153,643,403	0	30,979	408,990	0	0
55-59	11,557,022,492	3,038,563,331	0	64,679	0	0	0
60-64	322,415,197,345	512,945,170,786	0	0	0	0	0
65-69	9,631,618,571,963	0	0	0	0	0	0
70-74	0	0	0	0	0	0	0
75-79	0	0	0	0	0	0	0
80+	0	0	0	0	0	0	0

Cuadro 3.4
Cálculo de estimador de heterogeneidad de causas de muerte y edades

(continuación)

Rangos de edad	Causas de muerte						
	Homicidios	Insuficiencia	Lesiones	Linfoma	Lupus	Meningitis	Otras
Hombres							
15-19	0	0	0	0	0	0	0
20-24	5,817,925,000	129,945,990	0	0	0	0	148,791
25-29	9,975,799,635	18,990,259	0	0	0	0	466,394,803
30-34	4,640,328,610	243,702,229	0	0	0	0	526,182,839
35-39	403,737,335	253,280,329	0	23,562,561,254	0	0	29,903,952
40-44	3,636,108,720	324,326,682	0	905,439	0	0	133,849,906
45-49	2,990,858,014	7,779,077,058	0	753,302,273	0	0	182,549,007
50-54	76,468,324	2,151,094,024	0	0	0	0	124,543,022
55-59	0	6,446,736,634	0	0	0	0	11,067,031,039
60-64	0	66,805,657,319	0	0	0	0	24,716,831
65-69	49,638,824,246	28,383,127,043	0	0	0	0	0
70-74	0	450,455,307,253	0	0	0	0	0
75-79	0	4,962,320,193,311,230	0	0	0	0	0
80+	0	0	0	0	0	0	0
Mujeres							
15-19	0	0	0	0	0	0	0
20-24	883,317,872	161,246,205	0	1,292,953,255	0	0	8,759,677
25-29	199,969,553	14,814,982	0	0	149,227,338	0	45,589,314
30-34	2,149,362	160,300,053	0	0	4,529,312	0	57,498,791
35-39	239,912,364	373,544,315	0	6,313,341	0	0	49,825,479
40-44	8,998,357	295,239,929	0	0	32,107,116	0	91,795,429
45-49	9,483,871	35,281,995	0	0	161,775,265	0	454,621,616
50-54	0	14,245,046,613	0	124,123,994	0	0	11,539,132
55-59	0	6,557,087,140	0	0	0	0	14,232,747
60-64	0	1,872,588,305	0	0	0	0	0
65-69	0	622,926,928,179	0	0	0	0	0
70-74	0	0	0	0	0	0	0
75-79	0	99,547,220,000	0	0	0	0	0
80+	0	0	0	0	0	0	0

Cuadro 3.4
Cálculo de estimador de heterogeneidad de causas de muerte y edades

(continuación)

Rangos de edad	Causas de muerte						
	Quemadura	S. Nervioso	Traumatismo	Tumores	Vías Resp	VIH	Visuales
Hombres							
15-19	0	0	0	0	0	0	0
20-24	0	0	22,961,714	426,309,865	0	0	0
25-29	0	0	689,141,206	12,704,951	0	574,656,460	14,271,568
30-34	10,159,699	96,650,399	1,017,922,279	290,097,122	0	436,789,749	416,358
35-39	0	0	1,731,434,664	791,444,657	738,162,03	35,605,310	165,075,967
40-44	0	8,832,004	4,795,285,974	1,288,932,702	22,423,968	53,017,105	3,763,241
45-49	1,195,127	418,402,709	15,265,041,557	2,057,334,304	49,613,258	6,723,441	10,900,000
50-54	14,516,598	13,014,997	484,846,186	11,745,698,111	13,392,204	1,642,748,997	0
55-59	0	12,880,291	10,430,308,421	47,738,058,506	497,367,486	0	0
60-64	0	0	0	52,629,187,643	0	0	0
65-69	0	0	0	1,896,356,229,79	2,969,289,514	0	0
70-74	0	0	0	12,374,566,000,082	0	0	0
75-79	0	0	0	0	0	0	0
80+	0	0	0	11,301,783,591	0	0	0
Mujeres							
15-19	0	0	0	10,169,932,152	0	0	0
20-24	0	0	0	1,205,701,696	0	120,396,395	0
25-29	0	0	52,372,140	925,017,836	20,657,244	0	0
30-34	0	0	52,543,259	844,940,787	0	0	0
35-39	0	0	418,299,221	781,098,765	0	111	20,914,204
40-44	0	0	1,383,873	6,556,222,242	43,859,714	0	89,141
45-49	0	0	0	1,661,360,156	0	0	0
50-54	0	0	0	13,967,824,672	0	0	0
55-59	0	0	251,642,966,526	109,173,482,507	0	0	0
60-64	0	0	0	2,348,686,539,579	0	0	0
65-69	0	0	0	11,907,346,241,397	0	0	0
70-74	0	0	0	196,241,985,186	0	0	0
75-79	0	0	0	0	0	0	0
80+	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia a partir de la cartera de vida de Seguros Inbursa

3.4.2 Variabilidad

$s^2 = E [\sigma^2 (\theta_p, \theta_{pj})]$ mide ahora el grado de variabilidad esperado dentro de las subcarteras, o la heterogeneidad esperada dentro de las subcarteras.

Cuadro 3.5
Cálculo de estimador de varianza por causa de muerte y género

$$s^2 = \frac{\sum_{p=1}^P \sum_{j=1}^{k_p} \sum_{s=1}^{t_{pj}} w_{pjs} [X_{pjs} - X_{pjw}]^2}{\sum_{p=1}^P \sum_{j=1}^{k_p} (t_{pj} - 1)} \quad \text{con } t_{pj} \geq 2$$

Genero	Causas de muerte						
Hombres	Acc. Vehiculo 84,301,111,307	Anemias 13,405,391	Artritis 0	Cáncer 3,112,550,766	Carcinoma 16,476,834,587	Cardiomiopatía 33,316,186,935	Cirrosis 1,967,874,543
Mujeres	1,398,487,134	0	437,323,900	597,439,721	385,612,622	533,955,377	1,756,469,905
Genero	Causas de muerte						
Hombres	C. Embarazo 0	Diabetes 5,726,046,247,11	Embolia 340,103,034	Encefalopatía 124,833,039	E. Corazón 20,887,968,789,1	E. Cerebro 1,639,276,994	E. Gastro 207,507,483
Mujeres	3,015,451	41,195,179,075	0	449,993	1,352,480,493,81	63,485,074	13,960,468,544
Genero	Causas de muerte						
Hombres	E. Hipertensiva 132,413,000,039	E. Pulmonar 403,462,038,755	Fracturas 2,269,404,071	Hemorragia 1,397,216,279,543	Hepatitis 18,399,349	Heridas 4,638,978,863	Hipotiroidismo 0
Mujeres	1,661,018,969,26	57,402,482,358	157,009,908	7,300,307	408,990	253,483,968	0
Genero	Causas de muerte						
Hombres	Homicidios 9,647,506,235	Insuficiencia 413,573,598,713	Lesiones 0	Linfoma 8,105,589,655	Lupus	Meningitis 0	Otras 1,395,035,577
Mujeres	223,971,897	67,835,390,701	0	474,463,530	86,909,758	0	91,732,773
Genero	Causas de muerte						
Hombres	Quemadura 8,623,808	S. Nervioso 109,956,080	Traumatismo 4,304,617,750	Tumores 1,199,933,648,444	Vías Resp. 715,041,412	VIH 458,256,844	Visuales 38,885,427
Mujeres	0	0	50,433,513,004	1,216,463,362,248	32,258,479	60,198,253	10,501,672

Fuente: Elaboración propia a partir de la cartera de vida de Seguros Inbursa

3.4.3. Factor de credibilidad

La utilidad práctica de los modelos de credibilidad se puede sintetizar de la siguiente manera: permiten cobrar la prima justa, es decir, se cobra al cliente según la medida de su riesgo, premian el buen comportamiento de las pólizas, esto es primas bajas para riesgos con baja siniestralidad (buenos riesgos), permiten medir el grado de heterogeneidad de la cartera. Una vez obtenidos los estimadores insesgados, se procederá a calcular el factor de credibilidad Z y la prima de credibilidad para cada rango de edad y género. En el cuadro 3.6 y 3.7 se muestran los factores de credibilidad calculados para cada rango de edad, género y padecimiento en cifras totales.

Cuadro 3.6
Cálculo de factor de credibilidad Z por causa de muerte en hombres

$$z = \frac{at}{s^2 + it}$$

Rangos de edad	Causas de muerte						
Hombres	Acc.Vehiculo	Anemias	Artritis	Cáncer	Carcinoma	Cardiomiopatía	Cirrosis
15-19	47.1%	0.0%	0%	49.9%	0.0%	0.0%	0.0%
20-24	84.2%	98.2%	0%	24.9%	0.0%	99.8%	0.0%
25-29	84.2%	98.2%	0%	24.9%	0.0%	0.0%	99.4%
30-34	81.7%	98.2%	0%	39.9%	32.4%	99.9%	99.8%
35-39	84.2%	99.1%	0%	39.9%	19.3%	100.0%	99.8%
40-44	84.2%	98.2%	0%	49.9%	19.3%	99.9%	99.8%
45-49	81.7%	99.1%	0%	39.9%	41.8%	100.0%	99.8%
50-54	78.1%	98.2%	0%	24.9%	54.5%	100.0%	99.8%
55-59	64.0%	0.0%	0%	39.9%	41.8%	100.0%	99.8%
60-64	47.1%	98.2%	0%	0.0%	41.8%	99.9%	99.6%
65-69	0.0%	0.0%	0%	0.0%	0.0%	99.9%	98.8%
70-74	0.0%	0.0%	0%	0.0%	0.0%	99.9%	0.0%
75-79	0.0%	0.0%	0%	0.0%	0.0%	99.8%	0.0%
80+	0.0%	0.0%	0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%

(Continuación)

Rangos de edad	Causas de muerte						
Hombres	C.Embarazo	Diabetes	Embolia	Encefalopatía	E.Corazon	E.Cerebro	E.Gastro
15-19	0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
20-24	0%	0.0%	0.0%	0.0%	58.3%	41.1%	0.0%
25-29	0%	67.3%	0.0%	0.0%	65.1%	58.3%	70.3%
30-34	0%	77.4%	26.5%	0.0%	73.6%	67.7%	70.3%
35-39	0%	80.4%	26.5%	99.7%	73.6%	67.7%	70.3%

Rangos de edad	Causas de muerte						
Hombres	C.Embarazo	Diabetes	Embolia	Encefalopatía	E.Corazon	E.Cerebro	E.Gastro
40-44	0%	80.4%	0.0%	99.7%	73.6%	67.7%	78.0%
45-49	0%	80.4%	41.9%	99.9%	73.6%	80.7%	82.6%
50-54	0%	80.4%	26.5%	99.9%	73.6%	77.7%	85.6%
55-59	0%	80.4%	0.0%	99.9%	73.6%	67.7%	82.6%
60-64	0%	80.4%	0.0%	0.0%	73.6%	77.7%	78.0%
65-69	0%	80.4%	0.0%	0.0%	69.9%	0.0%	70.3%
70-74	0%	73.3%	0.0%	99.7%	65.1%	41.1%	0.0%
75-79	0%	57.8%	0.0%	0.0%	58.3%	0.0%	0.0%
80+	0%	57.8%	0.0%	0.0%	48.2%	0.0%	0.0%

(Continuación)

Rangos de edad	Causas de muerte						
Hombres	E.Hipertensiva	E.Pulmonar	Fracturas	Hemorragia	Hepatitis	Heridas	Hipotiroidismo
15-19	0.0%	0.0%	92.2%	0.0%	0.0%	15.4%	0%
20-24	25.6%	0.0%	97.3%	0.0%	99.9%	15.4%	0%
25-29	25.6%	73.7%	97.3%	19.5%	0.0%	15.4%	0%
30-34	25.6%	82.4%	97.9%	42.0%	99.9%	26.7%	0%
35-39	50.7%	82.4%	97.3%	19.5%	99.9%	35.3%	0%
40-44	57.9%	84.9%	98.3%	42.0%	99.9%	42.1%	0%
45-49	57.9%	82.4%	97.3%	42.0%	99.9%	35.3%	0%
50-54	50.7%	84.9%	96.0%	42.0%	100.0%	26.7%	0%
55-59	63.2%	82.4%	92.2%	42.0%	100.0%	0.0%	0%
60-64	57.9%	84.9%	92.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0%
65-69	40.7%	78.9%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0%
70-74	40.7%	73.7%	0.0%	0.0%	99.9%	0.0%	0%
75-79	25.6%	65.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0%
80+	0.0%	65.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0%

(Continuación)

Rangos de edad	Causas de muerte						
Hombres	Homicidios	Insuficiencia	Lesiones	Linfoma	Lupus	Meningitis	Otras
15-19	0.0%	0.0%	0%	0.0%	0%	0%	0.0%
20-24	89.4%	58.2%	0%	0.0%	0%	0%	100.0%
25-29	92.7%	65.0%	0%	14.0%	0%	0%	100.0%
30-34	92.7%	73.6%	0%	0.0%	0%	0%	100.0%
35-39	92.7%	73.6%	0%	32.8%	0%	0%	100.0%
40-44	92.7%	73.6%	0%	24.5%	0%	0%	100.0%
45-49	92.7%	73.6%	0%	32.8%	0%	0%	100.0%
50-54	80.8%	73.6%	0%	14.0%	0%	0%	100.0%
55-59	67.8%	73.6%	0%	14.0%	0%	0%	100.0%
60-64	67.8%	73.6%	0%	0.0%	0%	0%	100.0%
65-69	80.8%	69.9%	0%	0.0%	0%	0%	100.0%

Rangos de edad	Causas de muerte						
Hombres	Homicidios	Insuficiencia	Lesiones	Linfoma	Lupus	Meningitis	Otras
70-74	0.0%	65.0%	0%	0.0%	0%	0%	100.0%
75-79	0.0%	48.2%	0%	0.0%	0%	0%	0.0%
80+	0.0%	31.7%	0%	0.0%	0%	0%	0.0%

(Continuación)

Rangos de edad	Causas de muerte						
Hombres	Quemadura	S.Nervioso	Traumatismo	Tumores	Vías Resp	VIH	Visuales
15-19	0.0%	0.0%	29.7%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
20-24	99.9%	0.0%	55.9%	56.4%	46.4%	0.0%	23.3%
25-29	99.9%	0.0%	67.9%	72.1%	46.4%	43.2%	47.7%
30-34	100.0%	88.7%	62.9%	79.5%	0.0%	23.3%	37.8%
35-39	99.9%	0.0%	67.9%	79.5%	72.2%	37.8%	37.8%
40-44	0.0%	88.7%	67.9%	79.5%	77.6%	37.8%	54.9%
45-49	100.0%	94.0%	62.9%	79.5%	72.2%	37.8%	54.9%
50-54	100.0%	94.0%	55.9%	79.5%	63.4%	31.3%	0.0%
55-59	0.0%	88.7%	55.9%	79.5%	63.4%	13.2%	0.0%
60-64	0.0%	79.7%	29.7%	79.5%	0.0%	0.0%	0.0%
65-69	0.0%	79.7%	29.7%	72.1%	77.6%	13.2%	0.0%
70-74	0.0%	0.0%	0.0%	66.0%	46.4%	0.0%	0.0%
75-79	0.0%	79.7%	0.0%	39.3%	0.0%	0.0%	0.0%
80+	0.0%	0.0%	0.0%	56.4%	0.0%	0.0%	0.0%

Fuente: Elaboración propia a partir de la cartera de vida de Seguros Inbursa

Cuadro 3.7
Cálculo de factor de credibilidad Z por causa de muerte en mujeres

$$z = \frac{at}{s^2 + t}$$

Rangos de edad	Causas de muerte						
Mujeres	Acc.Vehiculo	Anemias	Artritis	Cáncer	Carcinoma	Cardiomiopatía	Cirrosis
15-19	99.8%	0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
20-24	100.0%	0%	0.0%	64.1%	99.4%	0.0%	0.0%
25-29	100.0%	0%	77.4%	0.0%	99.4%	0.0%	0.0%
30-34	100.0%	0%	0.0%	0.0%	99.6%	99.4%	41.5%
35-39	100.0%	0%	0.0%	84.3%	99.4%	99.8%	48.6%
40-44	100.0%	0%	77.4%	64.1%	99.6%	99.7%	32.1%
45-49	99.9%	0%	91.1%	64.1%	99.7%	99.7%	54.1%
50-54	0.0%	0%	0.0%	0.0%	99.4%	99.4%	32.1%
55-59	0.0%	0%	0.0%	78.1%	98.8%	99.7%	32.1%
60-64	0.0%	0%	77.4%	64.1%	0.0%	0.0%	0.0%
65-69	99.8%	0%	0.0%	0.0%	0.0%	99.4%	0.0%

Rangos de edad	Causas de muerte						
Mujeres	Acc.Vehiculo	Anemias	Artritis	Cáncer	Carcinoma	Cardiomiopatía	Cirrosis
70-74	0.0%	0%	0.0%	0.0%	0.0%	99.4%	0.0%
75-79	0.0%	0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
80+	0.0%	0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%

(Continuación)

Rangos de edad	Causas de muerte						
Mujeres	C.Embarazo	Diabetes	Embolia	Encefalopatía	E.Corazon	E.Cerebro	E.Gastro
15-19	0.0%	0.0%	0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
20-24	0.0%	98.1%	0%	99.7%	37.9%	100.0%	93.7%
25-29	99.0%	94.5%	0%	99.9%	64.7%	100.0%	88.2%
30-34	98.0%	98.8%	0%	0.0%	75.3%	100.0%	95.7%
35-39	0.0%	99.0%	0%	0.0%	71.0%	100.0%	88.2%
40-44	0.0%	98.8%	0%	99.7%	75.3%	100.0%	88.2%
45-49	0.0%	99.0%	0%	0.0%	78.6%	100.0%	88.2%
50-54	0.0%	99.0%	0%	99.7%	75.3%	100.0%	88.2%
55-59	0.0%	99.0%	0%	99.7%	71.0%	100.0%	88.2%
60-64	0.0%	98.8%	0%	0.0%	71.0%	100.0%	93.7%
65-69	0.0%	98.1%	0%	0.0%	37.9%	100.0%	88.2%
70-74	0.0%	98.6%	0%	0.0%	55.0%	0.0%	0.0%
75-79	0.0%	0.0%	0%	0.0%	55.0%	100.0%	88.2%
80+	0.0%	94.5%	0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%

(Continuación)

Rangos de edad	Causas de muerte						
Mujeres	E.Hipertensiva	E.Pulmonar	Fracturas	Hemorragia	Hepatitis	Heridas	Hipotiroidismo
15-19	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0%
20-24	0.0%	95.3%	77.8%	99.2%	0.0%	0.0%	0%
25-29	0.0%	95.3%	87.5%	99.2%	0.0%	0.0%	0%
30-34	0.0%	93.1%	77.8%	98.4%	99.2%	44.4%	0%
35-39	31.5%	96.5%	94.6%	98.4%	99.2%	16.6%	0%
40-44	57.9%	93.1%	87.5%	98.4%	99.2%	37.4%	0%
45-49	57.9%	95.3%	77.8%	99.2%	99.2%	0.0%	0%
50-54	64.7%	95.3%	0.0%	98.4%	99.6%	0.0%	0%
55-59	47.9%	96.5%	77.8%	98.4%	0.0%	0.0%	0%
60-64	57.9%	93.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0%
65-69	47.9%	87.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0%
70-74	31.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0%
75-79	0.0%	87.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0%
80+	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0%

(Continuación)

Rangos de edad	Causas de muerte							
	Mujeres	Homicidios	Insuficiencia	Lesiones	Linfoma	Lupus	Meningitis	Otras
15-19		0.0%	0.0%	0%	0%	83.1%	0%	0%
20-24		65.3%	92.0%	0%	0.0%	0.0%	0%	98.9%
25-29		65.3%	93.9%	0%	98.6%	93.7%	0%	99.6%
30-34		71.5%	95.9%	0%	97.3%	90.8%	0%	99.7%
35-39		75.8%	95.9%	0%	0.0%	83.1%	0%	99.7%
40-44		55.6%	95.9%	0%	98.6%	93.7%	0%	99.8%
45-49		55.6%	95.9%	0%	0.0%	93.7%	0%	99.6%
50-54		38.5%	95.1%	0%	0.0%	0.0%	0%	99.7%
55-59		0.0%	95.9%	0%	98.6%	0.0%	0%	99.6%
60-64		0.0%	95.1%	0%	97.3%	0.0%	0%	99.6%
65-69		0.0%	95.1%	0%	0.0%	0.0%	0%	98.9%
70-74		0.0%	79.4%	0%	97.3%	0.0%	0%	98.9%
75-79		0.0%	88.5%	0%	0.0%	0.0%	0%	98.9%
80+		0.0%	0.0%	0%	0.0%	0.0%	0%	0.0%

(Continuación)

Rangos de edad	Causas de muerte							
	Mujeres	Quemadura	S.Nervioso	Traumatismo	Tumores	Vias Resp	VIH	Visuales
15-19		0%	0%	21.6%	59.1%	0.0%	0.0%	0.0%
20-24		0%	0%	21.6%	59.1%	0.0%	14.1%	57.2%
25-29		0%	0%	35.6%	68.4%	99.8%	7.6%	0.0%
30-34		0%	0%	45.3%	68.4%	0.0%	7.6%	57.2%
35-39		0%	0%	45.3%	68.4%	0.0%	14.1%	72.7%
40-44		0%	0%	35.6%	68.4%	99.9%	7.6%	72.7%
45-49		0%	0%	21.6%	68.4%	99.7%	0.0%	57.2%
50-54		0%	0%	21.6%	68.4%	99.7%	0.0%	0.0%
55-59		0%	0%	35.6%	68.4%	0.0%	0.0%	0.0%
60-64		0%	0%	0.0%	64.3%	99.7%	0.0%	0.0%
65-69		0%	0%	0.0%	52.0%	0.0%	0.0%	0.0%
70-74		0%	0%	0.0%	41.9%	0.0%	0.0%	0.0%
75-79		0%	0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
80+		0%	0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%

Fuente: Elaboración propia a partir de la cartera de vida de Seguros Inbursa

Hoy en día la práctica de los modelos de credibilidad, permiten establecer primas más equitativas y justas; es decir, se cobra al cliente según la medida del riesgo que represente, muchas aseguradoras premian el buen comportamiento de las pólizas ofreciendo a sus clientes descuentos en algún determinado rubro, lo que le permite al cliente permanecer con la póliza y con ello llevar a un buen comportamiento en la cartera de la aseguradora.

Una vez obtenidos los factores de credibilidad para cada una de las diferentes causas de muerte de la cartera de vida de Seguros Inbursa; se obtiene un promedio general para determinar el factor de credibilidad por cada uno de los diferentes rangos de edad separados por género; con la cual se podrá determinar una prima de riesgo suficiente comparando dicho factor y la siniestralidad de la cartera.

El cuadro 3.8 muestra el promedio general por causas de muerte; separadas por edad y género.

Cuadro 3.8
Promedio por rangos de edad y género del Factor de Credibilidad de las diferentes causas de muerte

Rangos de edad	Promedio del Factor de Credibilidad por rangos de edad y sexo	
	Hombres	Mujeres
15-19	6.69%	7.53%
20-24	33.55%	39.24%
25-29	41.37%	50.50%
30-34	51.44%	53.00%
35-39	55.42%	50.92%
40-44	56.37%	61.03%
45-49	61.05%	54.16%
50-54	56.91%	42.12%
55-59	48.16%	42.44%
60-64	38.90%	31.77%
65-69	30.34%	25.84%
70-74	24.88%	17.20%
75-79	13.54%	14.79%
80+	7.41%	2.70%

Fuente: Elaboración propia a partir de la cartera de vida de Seguros Inbursa. S.A

Conclusiones

Hoy en día las personas están más expuestas a distintos tipos de riesgos, lo que conlleva a contratar un seguro de vida y proteger el círculo familiar. Enfermedades como el cáncer de mama que va en aumento considerablemente, ha obligado a las aseguradoras a incrementar los costos en los pagos de prima para poder solventar los riesgos que pueda ocasionarle.

En México los índices delictivos son muy altos y más comunes en hombres porque adoptan conductas violentas que ponen en riesgo la vida; por ello las compañías aseguradoras realizan cuestionarios, con los cuales tienen una descripción más a fondo de la persona a asegurar y con esto, poder seleccionar adecuadamente a un asegurado que no le genere una pérdida significativa o en su caso cobrar una extra prima que le asegure el costo del riesgo.

Por esta razón, el objetivo de esta tesis fue llevar a cabo un estudio a través del cual se identificaron las principales causas de muerte separadas, por edad y sexo, para detectar cuáles de estas causas pueden representar pérdidas significativas a la compañía aseguradora. Por ello, en la actualidad se aplican cuestionarios de hábitos, deportes, ocupación y pruebas de laboratorio, las cuales son realizadas a cada individuo con el propósito de ofrecer una suma asegurada que sea competitiva en el mercado.

Es así que en este trabajo se ha realizado una investigación sobre el desarrollo, el análisis y la aplicación del tópico de credibilidad en el ámbito de los seguros de vida individual, el cual genera primas de riesgo mediante la ponderación, con un factor de credibilidad Z y, por otro lado, de la experiencia de siniestros observada con un factor $1 - Z$.

La teoría de la credibilidad constituye hoy en día uno de los temas centrales de investigación y práctica en los seguros de vida; hace uso intensivo de diversas metodologías matemáticas y estadísticas.

Hoy en día el mercado mexicano en seguros de vida ha ido en aumento, es importante que tome medias para que su prima sea suficiente y justa. Por ello, se realizó este estudio, y se determinó así un factor de credibilidad en cada una de las diferentes causas de muerte, y que conlleve a un cálculo más justo y equitativo en las primas de tarifa dependiendo de la posible causa por la cual fallezca el asegurado.

Es importante considerar los beneficios administrativos que se obtienen como consecuencia de aplicar los modelos de credibilidad, debido a que se mejora la tarificación estableciendo procedimientos para la toma de decisiones. Así se posee un esquema administrativo para tarificar, mejor administración de los riesgos y porcentajes de utilidades altos, que no le ocasionen pérdidas significativas a la compañía aseguradora.

Es así que la realización de este estudio tiene como finalidad aplicarse en pólizas que se renuevan año con año y de emisión nueva, la constitución de la reserva matemática se realiza dependiendo de la temporalidad del plan y de la forma de pago; es así, que la divergencia que existe entre el área técnica y de comercialización en los seguros de vida suele ser un conflicto debido a que el área comercial siempre buscara captar o retener al cliente conservando las tarifas de la compañía y el área técnica estudia medidas que ajuste la suficiencia y solidez de la prima en cuestión. De igual manera debe reconocer las características individuales o particulares de la unidad expuesta al riesgo y la determinación de la misma debe sustentarse sobre bases actuariales; la prima debe revisarse periódicamente en función de las variaciones en alguno de los elementos considerados.

Dado el planteamiento de este proyecto, se mencionaron conceptos básicos de la simulación que vamos a aplicar, es decir, para que el modelo sea confiable deben suponerse suficientes casos hasta llegar a uno que se apegue lo más que se pueda a la realidad, que el comportamiento de las variables concuerde con el comportamiento registrado en el pasado; en particular, para validar nuestro modelo se requiere de la simulación ya que para utilizarlo es necesario representar de alguna manera los datos que esperamos registrar a futuro.

Finalmente, es importante resaltar que la matemática actuarial es la elaboración de sistemas de tarificación que garanticen la suficiencia de la entidad aseguradora; pero que resulten lo más justo posibles y en particular los sistemas de tarificación a posteriori, como el que se desarrolló en esta tesis, se caracterizan porque la prima de riesgo depende de la evolución de la siniestralidad de la cartera de ese mismo riesgo individual y la obtención de un factor de credibilidad para el ajuste sistemático de las primas llevará a un cálculo más justo y competitivo en el ámbito asegurador.

Bibliografía

- AMIS. Seminario de Solvencia II (Impacto de Solvencia II).
- BAILEY, A. L. Credibility Procedures, Laplace's generalization of Bayes' Rule and the Combination of collateral knowledge with observed data. "Proceedings of the Casualty Actuarial Society", 1950, vol 37, p. 7-23.
- Bühlmann, H. ,Selection of Credibility Regression Models; Astin Bulletin, vol.29, no.2. 1999.
- BÜHLMANN, H. Experience rating and credibility. "Astin Bulletin", 1967, vol 4, nº 3, p. 199-207.
- Bühlmann, H., Mathematical Methods in Risk Theory; Springer Verlag Berlin.
- CONDUSEF, Febrero 2011. Sector Asegurador (Evolución en México).
- Goovaerts, M. J.y HOOGSTAD, W. J, "Credibility Theory".
- Herzog , Introduction to Credibility Theory; Actex Publications, Inc. 1996.
- Jewell, W.S. Credible means are exact Bayesian for exponential families."
- Moreno Ma. Teresa, Ramos Luis, Aplicación de modelos de credibilidad para el cálculo de Primas en el Seguro de Automóviles; Trabajo presentado para el X premio sobre Seguros y Fianzas, 2003.
- Pons Ángeles (noviembre 1991). La Teoría de la Credibilidad y su aplicación a los Seguros, Tesis Doctoral.
- Ross S., Introduction to Probability Models; Academic Press, 2000.
- Vaughan, Emmet, Fundamentals of Risk and Insurance; Jhon Wiley & Sons, 1999.

Anexo I



México, D.F. a 25 de Enero de 2012

Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Ciencias
Consejo Departamental de Matemáticas
Comité Académico de la Carrera de Actuaría

A quien corresponda:

Con motivo del proceso de titulación, que se lleva a cabo para obtener el Título de Actuario, la alumna **Sonia Gómez Navarrete** con número de cuenta **9632274-1**, se le concede el uso de información de Grupo Financiero Inbursa, que no sea de carácter reservado o confidencial, para fines académicos y exclusivamente para la elaboración y desarrollo de su Tesis titulada "**Factor de ajuste sistemático para el equilibrio de la prima del seguro de vida**", dirigida por el Act. José Fabian González Flores, académico de la Facultad de Ciencias de la UNAM.

Agradeciendo su atención recibida, quedo a sus órdenes.

Jose Raul Portillo Segura
Subdirector
Subdirección Técnica de Vida
Grupo Financiero Inbursa SA.
Tel de Oficina 5325-0505 Ext.0313

F-834