



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

**AJUSTE SISTEMÁTICO DE LA PRIMA DE RIESGO DEL SEGURO DE
GASTOS MÉDICOS MAYORES A PARTIR DE PADECIMIENTOS
CRÓNICOS SELECCIONADOS DE LA MUJER.**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

ACTUARIA

P R E S E N T A

AMÉRICA ADRIANA TORRES PALAFOX

Tutor:

ACT. JOSÉ FABIÁN GONZÁLEZ FLORES

2013





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

1. Datos de la alumna

Torres

Palafox

América Adriana

53991508

Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Ciencias

300190694

2. Datos del Tutor

Actuario

José Fabián

González

Flores

3.- Sinodal 1

Doctor

José Ramiro

Sánchez

Aguilar

4. Sinodal 2

Actuario

Ricardo

Ibarra

Lara

5. Sinodal 3

Actuario

Ricardo

Villegas

Azcorra

6. Sinodal 4

Actuario

Israel

Morán

Soria

Título

Ajuste sistemático de la prima de riesgo del seguro de gastos médicos mayores a partir de padecimientos crónicos seleccionados de la mujer.

83 Páginas

2013

Agradecimientos

*Principalmente a **Dios** por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente para concluir satisfactoriamente mi carrera así como por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía.*

*A mis **padres** quienes han estado conmigo en todo momento; por su amor, apoyo, dedicación y esfuerzo para llegar al final de ésta meta que es para mí la mejor de las herencias.*

*A mi **hermano** por su cariño incondicional y constante, en este sinuoso camino llamado vida.*

*A **Jonnathan** por su cariño, comprensión, paciencia e inagotable energía que me han recordado que la tolerancia y la sencillez son valores fundamentales.*

*A la **SHADIS** por su confianza y por abrirme las puertas en su programa “llegar a la meta” como impulsor final.*

*A mi asesor de tesis **Act. Fabián González** ya que con su dirección y apoyo ha hecho tangible la realización de éste trabajo.*

*A la **Universidad Nacional Autónoma de México** y en especial a la **Facultad de Ciencias** que me dieron la oportunidad de formar parte de ellas y sin las cuales no hubiera sido posible mi formación profesional.*

*Mi más sincero agradecimiento,
América Adriana.*

Índice general

Índice de figuras	VI
Índice de cuadros	VII
Introducción	1
Capítulo 1. El perfil epidemiológico en el mercado asegurador y alcances del seguro de gastos médicos mayores.	3
1.1 Perfil epidemiológico nacional	3
1.2 Perfil epidemiológico de la mujer	6
1.3 Clasificación internacional de las enfermedades	9
1.4 Enfermedades crónicas	11
1.5 Análisis del seguro de gastos médicos en el sector asegurador	11
1.5.1 Siniestralidad por causas seleccionadas.....	12
1.5.1.1 Frecuencia	14
1.5.1.2 Severidad.....	14
1.5.1.3 Institución aseguradora.....	15
1.6 El seguro de gastos médicos mayores	17
1.6.1 Marco Regulatorio.....	18
1.6.1.1 Circular única de seguros	20
1.6.2 Requisitos de asegurabilidad.....	21
1.6.3 Coberturas.....	22
1.6.4 Exclusiones	24
1.6.5 Prima	25
1.6.5.1 Prima de riesgo.....	26
Capítulo 2. Método alternativo de ajuste y tarificación a partir de técnicas de credibilidad.	29
2.1 Fundamentos Bayesianos.....	29
2.2 Experiencia a priori.....	30
2.3 Modelo alternativo de tarificación.....	31
2.4 Inferencia a posteriori	33
2.5 Método de Bühlmann	34
2.5.1 Heterogeneidad.....	38
2.5.2 Variabilidad	40
2.5.3 Factor de credibilidad.....	41
2.6 Criterio de Jerarquización de Jewell.....	44
2.6.1 Estimadores de credibilidad lineales.....	47
2.6.2 Prima de credibilidad	51
2.6.3 Variables y factores	53
Capítulo 3. Ajuste sistemático de la prima de riesgo por padecimientos crónicos	60
3.1 Supuestos	60
3.2 Hipótesis.....	61
3.3 Ajuste sistemático	63
3.3.1 Heterogeneidad.....	63

3.3.2	Variabilidad	65
3.4	Factor de credibilidad.....	67
3.5	Prima de riesgo.....	68
3.6	Recomendaciones	72
	Conclusiones	73
	Bibliografía	74
	Anexo	75

Índice de figuras

Figura 1.1. 20 Principales causas de enfermedades en México 2010.....	5
Figura 1.2. Distribución población por grupo de edad y sexo.....	6
Figura 1.3. Definición, operación y funcionamiento de la Institución aseguradora	15
Figura 1.4. Alternativas de operación de la Institución Aseguradora	16
Figura 1.5. Dependencias reguladoras de la actividad aseguradora.....	19

Índice de cuadros

Cuadro 1.1. Población por grupo de edad y sexo, 2010.....	7
Cuadro 1.2. Defunciones generales de mujeres por principales causas de mortalidad, 2010	8
Cuadro 1.3. Tabla de códigos y causas CIE-10.....	10
Cuadro 1.4. Composición de primas directas emitidas.....	12
Cuadro 1.5. Padecimientos con mayor siniestralidad en el ramo gastos médicos mayores colectivo, sexo femenino SESA 2010.....	13
Cuadro 1.6. SESA 2010 Padecimientos con mayor frecuencia en el ramo gastos médicos mayores colectivo, sexo femenino	13
Cuadro 1.7. Leyes reguladoras y complementarias de la actividad aseguradora.....	20
Cuadro 1.8. Títulos que conforman la Circular Única.....	20
Cuadro 2.1. Análisis de sensibilidad de Z	44
Cuadro 2.2. Esperanzas Condicionadas Modelo Jerárquico de Jewell.....	47
Cuadro 2.3. Notación Estructural Modelo de Bühlmann	53
Cuadro 2.4. Notación Estructural Modelo Jerárquico de Jewell	57
Cuadro 3.1. Cálculo de estimador de heterogeneidad de rangos de edad por padecimiento	64
Cuadro 3.2. Cálculo de estimador de varianza por rangos y padecimiento.....	66
Cuadro 3.3. Cálculo de factor de credibilidad Z	68
Cuadro 3.4. Prima de credibilidad para aseguradas por grupo de edad.....	69
Cuadro 3.5. Prima de riesgo de Compañías aseguradoras y de credibilidad	70
Cuadro 3.6. Criterio de Jerarquización de Jewell	71
Cuadro 3.7. Comparativo primas de riesgo finales	71

Introducción

El objetivo de esta tesis es describir el perfil epidemiológico que impera en la población mexicana femenina para identificar a la diabetes, cardiopatías, cánceres cérvico uterino y mamario como las principales enfermedades crónicas que convalecen a las aseguradas y a partir de análisis *a priori* de la siniestralidad de la cartera de gastos médicos focalizada a este grupo proponer un método de ajuste sistemático para el óptimo equilibrio de la prima de riesgo en este seguro.

Los cambios sociales, económicos y ambientales han tenido gran impacto sobre el proceso salud-enfermedad de la población mexicana femenina. El panorama epidemiológico del país es resultado de cómo vive la población, refleja los problemas asociados al desarrollo en educación, alimentación, crecimiento demográfico, estilos de vida y factores genéticos entre otros, encareciendo cada vez más las primas para adquirir un seguro de gastos médicos mayores, o bien, excluyendo del seguro a este sector de la población, dado que éste seguro tiene como principal función resarcir la pérdida económica ocasionada por un accidente o enfermedad.

En este contexto, el propósito de este trabajo es aplicar el modelo basado en la teoría de credibilidad, la cual aporta herramientas para hacer frente a los problemas de heterogeneidad, determinando el equilibrio entre la información que se posee de un asegurado en particular y la información global con la que se cuenta.

Esta teoría se fundamenta en la estadística bayesiana, a partir de 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 de un seguro en base a la experiencia siniestral de los padecimientos crónicos seleccionados.

El modelo que tradicionalmente usan las compañías aseguradoras es frecuentista, es decir, se calculan las primas mediante métodos de tarificación *a priori* y se determinan las tarifas de los grupos con un descuento, además de que no son muy necesarios los conocimientos actuariales y tampoco su automatización por el área de sistemas.

En cambio, en los modelos de credibilidad de Bühlmann; Bühlmann-Straub y Jewell se considera la información histórica y se puede emitir un criterio de acuerdo a la siniestralidad. Al considerar esta experiencia se podrá obtener un mayor grado de equidad en las primas de los ejercicios posteriores, al compararla con la inicialmente cobrada.

Al corte del primer trimestre de 2012 el ramo de accidentes y enfermedades represento el 15.5 por ciento de prima emitidas del sector asegurador; sin embargo, paralelamente las principales enfermedades crónico degenerativas van en aumento, tanto en casos como en costos.

Los principios técnicos del modelo de tarificación *a posteriori* que se propondrá en el presente reporte para el cálculo de la prima de riesgo en el seguro de gastos médicos mayores considerarán como punto de partida una tarifa inicial para cada unidad de riesgo que se modifica en los periodos subsecuentes de acuerdo con la experiencia individual o colectiva, de acuerdo a la evolución de la siniestralidad de los padecimientos seleccionados. Su justificación se basa en el hecho de que dentro de cada clase de riesgo existe una cierta heterogeneidad.

Las principales ventajas de utilizar estos modelos son: i) primas por conglomerados en mayor detalle que los métodos frecuentistas; ii) se considera la experiencia del actuario que elabora el análisis y la experiencia de la compañía; iii) se aplica mediante automatización, pueden obtenerse primas en un periodo relativamente corto; iv) cumple con los criterios de equidad y suficiencia de las primas; y, v) aplica la heterogeneidad en un grado básico.

La tesis se presenta grosso modo en tres capítulos.

En el primer capítulo se presentará el perfil epidemiológico de las mujeres y se enunciarán los principales padecimientos crónicos degenerativos que convalecen a este grupo de riesgo, asimismo se analizará la siniestralidad de la cartera de gastos médicos mayores del sector asegurador para identificar a los padecimientos crónicos seleccionados y, finalmente, se describirán los alcances, coberturas, exclusiones; así como los diferentes factores tanto explícitos como implícitos para la tarificación de las primas de dicho seguro.

Por su parte, en el segundo capítulo se mostrarán los diferentes modelos de credibilidad - clásicos y bayesianos-; así como los supuestos, hipótesis, variables y factores del modelo de tarificación basado en el método de Bühlman y el modelo de jerarquización de Jewell.

Finalmente en el tercer capítulo se propondrá un modelo para obtener un factor de recargo a la prima de riesgo por ampliar la inclusión a los nuevos integrantes que tengan declarada alguna de las enfermedades crónicas enlistadas, logrando su aceptación al seguro.

Capítulo 1.

El perfil epidemiológico en el mercado asegurador y alcances del seguro de gastos médicos mayores.

1.1 Perfil epidemiológico nacional

La epidemiología¹ es la rama de la salud pública que tiene como propósito describir y explicar la dinámica de la salud poblacional; identificar los elementos que la componen y comprender las fuerzas que la gobiernan, a fin de intervenir en el curso de su desarrollo natural. Actualmente, se acepta que, para cumplir con su cometido, la epidemiología investigue la distribución, frecuencia y determinantes de las condiciones de salud en las poblaciones; así como las modalidades y el impacto de las respuestas sociales instauradas para atenderlas.

El perfil epidemiológico es la expresión de la carga de enfermedad (estado de salud) que sufre la población, y cuya descripción requiere de la identificación de las características que la definen. El estado de salud, habitualmente se mide indirectamente a través del conjunto de problemas de salud que afectan al bienestar de la población y que se ha convenido en denominar morbilidad.

El análisis de la situación de salud, es un proceso analítico-sistemático que permite caracterizar, medir y explicar el perfil del proceso salud-enfermedad de una población, incluyendo los daños y repercusiones; así como sus determinantes y con el fin identificar las necesidades y prioridades en la salud, las cuales son de utilidad para la definición de intervenciones y estrategias.

La búsqueda de medidas objetivas que permitan la caracterización de la situación de salud ha ido variando conforme el concepto de salud lo ha hecho. En sus comienzos la epidemiología era la disciplina práctica en la salud pública, especialmente en la medición de la mortalidad y supervivencia. Posteriormente, el concepto de la salud fue evolucionando y con ello se comenzó a reconocer la necesidad de considerar otras dimensiones del estado de salud. En consecuencia, se ha hecho necesario medir además otras variables como la morbilidad, discapacidad y determinantes no biológicos de la salud como el acceso a los servicios sanitarios, la calidad de atención, las condiciones de vida, los factores ambientales, entre otros, y que permiten en conjunto un análisis objetivo de la situación de salud.

¹ La palabra epidemiología, que proviene de los términos griegos "epi" (encima), "demos" (pueblo) y "logos" (estudio), etimológicamente significa el estudio de "lo que está sobre las poblaciones".

En México, al igual que en muchas otras partes del mundo, se presentan profundas transformaciones condicionadas por cambios en la estructura de la población, estilos de vida, estatus socio económico y el efecto de la globalización. Se han adoptado nuevos regímenes alimenticios y un mayor sedentarismo, los cuales son considerados como factores contraproducentes para mantener un buen estado de salud.

El desarrollo de la vigilancia epidemiológica se ha enfocado, principalmente, a los padecimientos transmisibles; sin embargo, debido a la importancia que han adquirido los padecimientos no transmisibles, se han desarrollado diversos sistemas de vigilancia que están en operación y otros que se encuentran en proceso de instrumentación y organización.

La atención y prevención de los problemas son una prioridad para la Secretaría de Salud (SSA), que norma y coordina los esfuerzos de todas las instituciones o dependencias, tanto públicas como privadas, que intervienen en esta tarea en un órgano llamado Sistema Nacional de Salud (SNS). Dicho sistema está integrado por la misma Secretaría de Salud, el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS); Instituto de Seguridad y Servicios Sociales para los Trabajadores del Estado (ISSSTE); Sistema para el Desarrollo Integral de la Familia (DIF), la Secretaría de la Defensa Nacional (SEDENA), la Secretaría de Marina (SEDEMAR), los servicios médicos de Petróleos Mexicanos (PEMEX) y el Instituto Nacional Indigenista (INI), entre otras.²

Dentro de la SSA se encuentra la Subsecretaría de Prevención y Control de Enfermedades a la cual le corresponde el seguimiento de la operación de los diferentes programas de atención a la salud de la población, y le corresponde orientar las decisiones y acciones hacia el fortalecimiento de un nuevo modelo, en el que destaca lo preventivo sobre lo curativo. En esta instancia, la Coordinación de Vigilancia Epidemiológica tiene como objetivo el fomento de la vigilancia, prevención y control de los padecimientos más frecuentes, reemergentes y nuevos; por lo que para lograr su cometido, coordina los esfuerzos de la Dirección General de Epidemiología (DGE), que tiene como principal tarea la identificación de los riesgos y daños a la salud en el país. Esta tarea necesita de un sistema de información que detecte e identifique los problemas de salud más importantes, los grupos de edad más afectados, los estados de la república con mayor número de enfermos y los factores de riesgo asociados, entre otros datos. Esta información es proporcionada por el Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica (SINAVE).

El SINAVE cuenta con el Comité Nacional para la Vigilancia Epidemiológica (CONAVE), órgano normativo a nivel nacional encargado de observar, facilitar, fomentar y guiar el quehacer epidemiológico. Asimismo, está representado por el Comité Estatal para la Vigilancia Epidemiológica (CEVE), otro órgano colegiado que coordina los esfuerzos estatales de todas las instituciones e integrado por los representantes de las instituciones del SNS.

² La información de los siguientes párrafos fue extraída de la página oficial del SNVE:
<http://www.dgepi.salud.gob.mx/infoepi/manuales/SNVE/SINAVE.htm>;

Para un eficaz funcionamiento del SINAVE, se requiere del Sistema Único de Información para la Vigilancia Epidemiológica (SUIVE), el cual genera, en todos sus niveles, información homogénea acerca de los riesgos y daños a la salud, así como del impacto de los planes y programas de los servicios de salud.

El SUIVE cuenta con un conjunto de herramientas que le permiten agilizar los procesos de recopilación, envío, análisis e interpretación de la información, así como para brindar atención especial a problemas particulares de salud, ellas son: el Sistema Único Automatizado para la Vigilancia Epidemiológica (SUAVE), la Red Hospitalaria para la Vigilancia Epidemiológica (RHOVE), los sistemas especiales de vigilancia epidemiológica y el Sistema Epidemiológico y Estadístico de las Defunciones (SEED). En el cuadro 1.1. se enlistan las 20 principales enfermedades que convalecen a la población mexicana y que permiten definir su perfil epidemiológico.

Figura 1.1.
20 Principales causas de enfermedades en México 2010

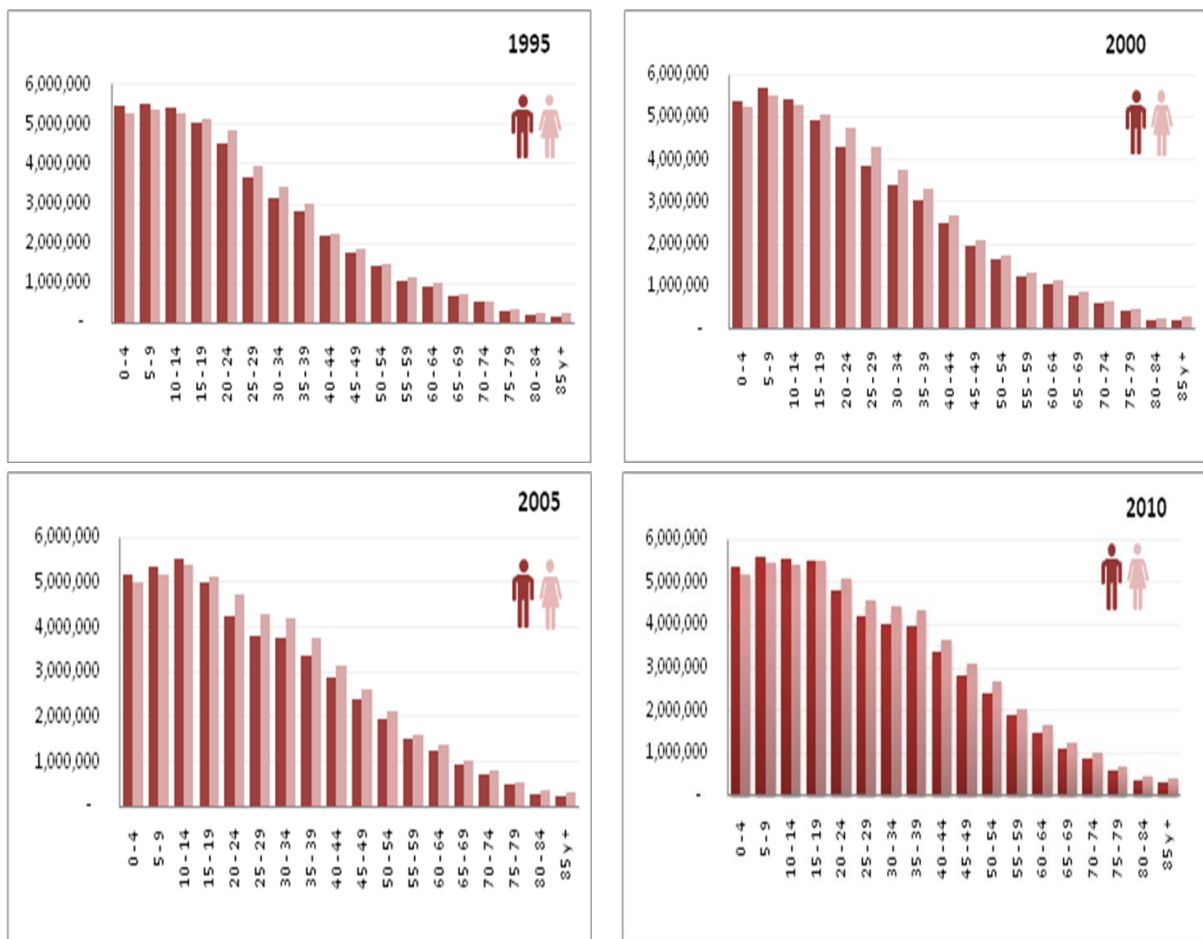
Transmisibles	No transmisibles
Infecciones respiratorias agudas	Úlcera Gástrica
Infecciones intestinales por otros organismos	Gingivitis y enfermedades periodontales
Infección de vías urinarias	Hipertensión arterial
Otitis media aguda	Diabetes mellitus no insulino dependiente (Tipo II)
Conjuntivitis	Asma y estado asmático
Amebiasis intestinal	Intoxicación por picadura de alacrán
Otras helmintiasis	Quemaduras
Candidiasis urogenital	Desnutrición leve
Varicela	Mordeduras de perro
Neumonías y bronconeumonías	Accidente de transporte en vehículo con motor
Tricomoniasis urogenital	Enfermedades isquémicas del corazón
Paratifoidea y otras salmonelosis	Intoxicación por ponzoña de animales
Faringitis y amigdalitis estreptocócicas	Violencia intrafamiliar
Ascariasis	Displasia cervical leve y moderada
Otras infecciones intestinales por protozoarios	Intoxicación aguda por alcohol
Escabiosis	Enfermedades cerebro vasculares
Fiebre por dengue	Peatón lesionado en accidente de transporte
Fiebre tifoidea	Desnutrición moderada
Intoxicación alimentaria bacteriana	Diabetes mellitus insulino dependiente (Tipo I)
Virus del papiloma humano	Enfermedad alcohólica del hígado

Fuente: http://www.dgepi.salud.gob.mx/2010/PDFS/PUBLICACIONES/2011/ANUARIOS/I_EPI_DE_MORBI_2010
consultada el 3 de Enero de 2013

1.2 Perfil epidemiológico de la mujer

En 2010 el conteo nacional de población y vivienda del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (Inegi), reveló que la población mexicana asciende a 112,336,538 personas, de las cuales 57,481,307 son mujeres y 54,855,231 son hombres.³ De ello, deriva la importancia de estudiar, analizar y predecir, con herramientas estadísticas, las enfermedades que convalecen a la población femenina. En este ámbito el actuario, por su formación, puede coadyuvar con las ciencias de la salud y predecir las tendencias epidemiológicas mediante modelos estadísticos. En la actualidad, la población femenina total es 1.16% superior a la población masculina, la cual ha ido en aumento en los últimos años, principalmente en los grupos de 20 a 64 años, reflejando con ello un proceso de feminización de la población, como se aprecia en el cuadro 1.1

Figura 1.2.
Distribución población por grupo de edad y sexo.



Fuente: Elaboración propia a partir de Inegi, 1995-2010 www.inegi.org.mx. Consultada el día 10 de diciembre 2012

³ INEGI, población total según sexo, 1950 a 2005. Consultado en la página electrónica oficial de INEGI. <http://www.inegi.org.mx/Sistemas/temasV2/Default.aspx?s=est&c=17484> consultado el 10 de diciembre de 2012

Dado que la conformación de la población está constituida por una mayor proporción de población femenina, se requiere de la implementación de políticas que permitan un mayor acceso al empleo formal y de calidad para las mujeres, impulsando la equidad de género en las actividades económicas. Es claro que la mayor proporción de mujeres en el país, implica que debe considerarse de manera prioritaria realizar estudios orientados particularmente a este segmento de la población.⁴

Cuadro 1.1.
Población por grupo de edad y sexo, 2010

Grupo de edad (años)	Mujeres (A)	Hombres (B)	Total	Diferencia Mujeres vs Hombres (A) - (B)
0 - 4	5,181,379	5,346,943	10,528,322	-165,564
5 - 9	5,443,362	5,604,175	11,047,537	-160,813
10 - 14	5,392,324	5,547,613	10,939,937	-155,289
15 - 19	5,505,991	5,520,121	11,026,112	-14,130
20 - 24	5,079,067	4,813,204	9,892,271	265,863
25 - 29	4,582,202	4,205,975	8,788,177	376,227
30 - 34	4,444,767	4,026,031	8,470,798	418,736
35 - 39	4,328,249	3,964,738	8,292,987	363,511
40 - 44	3,658,904	3,350,322	7,009,226	308,582
45 - 49	3,104,366	2,824,364	5,928,730	280,002
50 - 54	2,661,840	2,402,451	5,064,291	259,389
55 - 59	2,025,828	1,869,537	3,895,365	156,291
60 - 64	1,639,799	1,476,667	3,116,466	163,132
65 - 69	1,221,992	1,095,273	2,317,265	126,719
70 - 74	1,000,041	873,893	1,873,934	126,148
75 - 79	665,794	579,689	1,245,483	86,105
80 - 84	443,659	355,277	798,936	88,382
85 - +	404,556	298,739	703,295	105,817
No especificado	697,187	700,219	1,397,406	-3,032
Total	57,481,307	54,855,231	112,336,538	2,626,076

Fuente: Elaboración propia a partir de Inegi, www.inegi.org.mx Consultada el 10 de diciembre 2012

En 2010 se contaron 28.1 millones de hogares, 25% de ellos dirigidos por una mujer y 75% por un hombre. De 1995 a 2010, la proporción de hogares encabezados por una mujer, aumentó casi el doble, ya que en 1995 ascendía a 17.8%. Las entidades con las proporciones más altas de hogares dirigidos por una mujer son: el Distrito Federal (31.4%), Morelos (27.4%), Guerrero (26.9%) Veracruz (26.6%) y Baja California (26%).

4 La información de los siguientes párrafos fue extraída de la página oficial <http://www.equidad.scjn.gob.mx/IMG/pdf/MyH2011.pdf>

En el tema de educación, se ha presentado un significativo avance a nivel secundaria y medio superior; tendiendo a asimilarse en el nivel universitario. Por otra parte, se ha ampliado el espectro de profesiones a las que aspiran las mujeres; además de incursionar en disciplinas que eran preferentemente masculinas.

Respecto al tema laboral, en el quinquenio 2005-2009 la tasa de participación en el trabajo prácticamente no sufrió cambios, las mujeres mantuvieron una tasa cercana al 98% y los hombres ligeramente arriba del 93%, situación que confirma la mayor participación de las mujeres en el trabajo global y la persistencia en la distribución desigual del trabajo. De acuerdo con datos de la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE) del segundo trimestre de 2009, las mujeres destinan 50 horas en promedio a la semana al trabajo, mientras que los hombres dedican 44.5, es decir, una diferencia de 5.5 horas más para las mujeres. Esta medida de la carga global está influenciada por múltiples aspectos, donde la división sexual del trabajo, la organización doméstica y las condiciones económicas y sociales presentes, marcan las pautas de participación y de intensidad del trabajo de mujeres y hombres.

El papel que ha asumido la mujer en la sociedad en los últimos años, donde se ha diversificado su actividad, la ha llevado a adoptar otros hábitos para adecuarse al ritmo acelerado de la vida actual, pero éstos se reflejan en su salud física y mental.

La mujer mexicana, tradicionalmente sana, se ha visto afectada en las últimas décadas por un incremento importante de padecimientos como cáncer cervicouterino y de mama, obesidad, diabetes, hipertensión, tabaquismo y alcoholismo.

Las presiones del trabajo, las exigencias de sus horarios y el estrés que se vive cotidianamente en las grandes ciudades, así como la necesidad de obtener reconocimiento al trabajo que realiza, también influyen en la mala calidad de la salud mental y emocional de este sector.

Por lo anterior, se puede observar que las principales causas de defunciones en mujeres, durante el 2010, se concentraron en las enfermedades crónico-degenerativas que se enuncian en el cuadro 1.2.

Cuadro 1.2.
Defunciones generales de mujeres por principales causas de mortalidad, 2010

Principales causas	Defunciones
Total	259,669
Enfermedades del corazón ^(a)	50,226
Enfermedades isquémicas del corazón	31,222
Diabetes mellitus	43,267
Tumores malignos	35,823
De la mama	5,062
Del cuello del útero	3,959
Del hígado y de las vías biliares intrahepáticas	2,800

Principales causas	Defunciones
Enfermedades cerebrovasculares	16,971
Enfermedades pulmonares obstructivas crónicas	8,989
Accidentes	8,906
De tráfico de vehículos de motor	3,615
Enfermedades del hígado	8,829
Enfermedad alcohólica del hígado	1,208
Influenza y neumonía	7,098
Ciertas afecciones originadas en el período perinatal ^(b)	6,066
Dificultad respiratoria del recién nacido y otros trastornos respiratorios .	2,711
Insuficiencia renal	5,374
Desnutrición y otras deficiencias nutricionales	4,379
Malformaciones congénitas, deformidades y anomalías cromosómicas	4,242
Bronquitis crónica y la no especificada, enfisema y asma	2,543
Anemias	2,418
Agresiones	2,026
Septicemia	1,999
Enfermedades infecciosas intestinales	1,719
Úlceras gástrica y duodenal	1,216
Poliartropatías inflamatorias	1,053
Embarazo, parto y puerperio ^(c)	989
Síntomas, signos y hallazgos anormales clínicos, no clasificados.	6,247
Las demás causas	39,289

^(a) Se excluye paro cardíaco

^(b) Incluye tétanos neonatal

^(c) Incluye tétanos obstétrico, trastornos mentales y del comportamiento asociado con el puerperio y osteomalacia puerperal

Fuente: Inegi. Estadísticas de Mortalidad consultado el 12 de Diciembre de 2012

1.3 Clasificación internacional de las enfermedades

La Clasificación Internacional y Estadística de Enfermedades y Problemas Relacionados con la Salud conocida como Clasificación Internacional de Enfermedades o por sus iniciales **CIE**, así como por las siglas en inglés **ICD** (*International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems*) determina la clasificación y codificación de las enfermedades y una amplia variedad de signos, síntomas, circunstancias sociales y causas externas de enfermedades. Es publicada por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y se utiliza a nivel internacional para fines estadísticos relacionados con morbilidad y mortalidad.

La CIE fue adoptada por primera vez a comienzos del siglo XX con el objetivo de generar informaciones sobre causas de muerte consistentes y comparables entre países, desde entonces la CIE ha sido modificada diez

veces (CIE-1 al CIE-10) con los avances de los descubrimientos médicos, tecnológicos y en términos de nomenclatura y etiología, entre la CIE-2 y la CIE-9 y CIE-10 el número de categorías ha pasado de ser alrededor de 300 a 5,000 y 8,000 registros, respectivamente.

La CIE-10 se desarrolló en 1992, utiliza un código alfanumérico, con una letra en la 1° posición y números en la 2°,3°, y 4° posición; el cuarto carácter sigue a un punto decimal, los códigos posibles van por lo tanto de A00.0 a Z99.9:

Cuadro 1.3.
Tabla de códigos y causas CIE-10

Código	Título
A00-B99	Ciertas enfermedades infecciosas y parasitarias
C00-D48	Neoplasias
E00-E90	Enfermedades endocrinas, nutricionales y metabólicas
F00-F99	Trastornos mentales y del comportamiento
G00-G99	Enfermedades del sistema nervioso
H00-H59	Enfermedades del ojo y sus anexos
H60-H95	Enfermedades del oído y de la apófisis mastoides
I00-I99	Enfermedades del sistema circulatorio
J00-J99	Enfermedades del sistema respiratorio
K00-K93	Enfermedades del aparato digestivo
L00-L99	Enfermedades de la piel y el tejido subcutáneo
M00-M99	Enfermedades del sistema osteomuscular y del tejido conectivo
N00-N99	Enfermedades del aparato genitourinario
O00-099	Embarazo, parto y puerperio
P00-P96	Ciertas afecciones originadas en el periodo perinatal
Q00-Q99	Malformaciones congénitas, deformidades y anomalías cromosómicas
R00-R99	Síntomas, signos y hallazgos anormales clínicos y de laboratorio.
S00-T98	Traumatismos, envenenamientos y algunas otras consecuencias de causa externa
V01-Y98	Causas extremas de morbilidad y de mortalidad
Z00-Z99	Factores que influyen en el estado de salud y contacto con los servicios de salud
U00-U99	Códigos para situaciones especiales

Fuente: Elaboración propia a partir de http://es.wikipedia.org/wiki/Anexo:Códigos_CIE-10 consultada el 5 de Diciembre de 2012.

1.4 Enfermedades crónicas

Las enfermedades crónicas o incapacitantes son aquellas que comúnmente se adquieren por medio de estilos de vidas inapropiados, aunque siempre hay que considerar que existen factores genéticos de naturaleza hereditaria que concierne a estas condiciones. La diferencia entre una condición crónica y una infecto-contagiosa se fundamenta sobre el hecho de que las enfermedades degenerativas crónicas no son transmitidas mediante el contacto personal, y prevalecen las siguientes características: i) toman un período de tiempo prolongado para que se desarrollen; ii) ocasionan una destrucción progresiva de los tejidos; e, iii) Interfieren con la capacidad del cuerpo para funcionar de forma óptima.

Por tanto, una enfermedad crónica puede ser definida como aquel trastorno orgánico funcional que obliga a una modificación en el modo de vida del paciente y que es probable que persista largo tiempo. Una gran variedad de factores ambientales (entre los que se incluyen los hábitos y estilos de vida, la contaminación ambiental, el estrés, la accidentalidad, entre otros), junto con los factores hereditarios, pueden estar implicados en la etiología de estas enfermedades. Además, cualquier enfermedad aguda puede llegar a cronificarse.

Afectan prácticamente a cualquier órgano o tejido del cuerpo humano, sin embargo, algunos de ellos destacan por su alta frecuencia y por los graves daños que producen a quienes lo padecen; como: la obesidad, la enfermedad cardiovascular y cerebro vascular, la hipertensión arterial y la diabetes mellitus; el cáncer pulmonar; el cáncer cérvico uterino; el cáncer de mama; el cáncer de próstata; la úlcera gástrica y duodenal; la insuficiencia renal, entre otras.

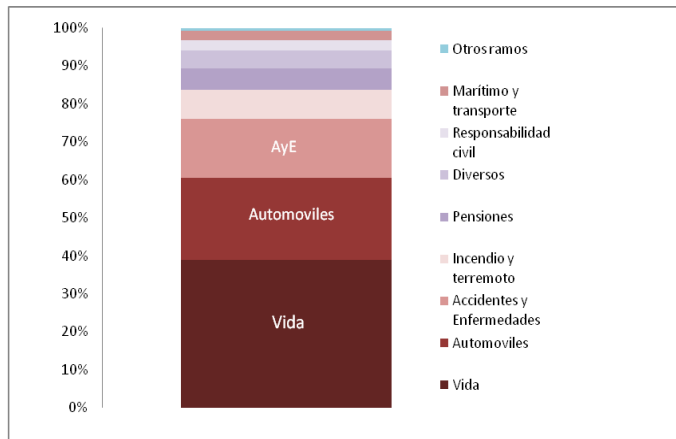
1.5 Análisis del seguro de gastos médicos en el sector asegurador

El sector asegurador está conformado por 102 instituciones⁵, de las cuales 55 compañías operaron seguros de vida mientras que 80 compañías operaron no-vida. La composición de la cartera, respecto a primas directas emitidas se muestra en el cuadro 1.4.

5 Cifras al 31 de marzo de 2012

Cuadro 1.4.
Composición de primas directas emitidas

Composición de la cartera	
Vida	39.0%
Automóviles	21.6%
Accidentes y enfermedades	15.5%
Incendio y terremoto	7.5%
Pensiones	5.7%
Diversos	4.8%
Responsabilidad civil	2.6%
Marítimo y transporte	2.5%
Otros ramos	0.8%
Total	100.0%



Fuente: Elaboración propia a partir http://www.cnsf.gob.mx/.../BoletinSect/.../BASmar12_21%2006%2012%2
Consultada el 5 de Diciembre de 2012.

Como se puede apreciar en el cuadro anterior, el ramo de accidentes y enfermedades representa el 15.5% de las primas emitidas y ocupa el tercer lugar de la composición de la cartera, pero en los últimos años este porcentaje ha ido en aumento

1.5.1 Siniestralidad por causas seleccionadas.

Las causas que originan la enfermedad repercuten sustancialmente en el precio de los tratamientos médicos, lo cual tiene una incidencia directa en el costo del seguro por lo que el asegurador debe limitar su cobertura sólo a cierto tipo de enfermedades; así como revisar y adecuar los niveles de la prima, el deducible y el coaseguro.

En base al resumen de SESA 2010 realizado por la Asociación Mexicana de Instituciones de Seguros (AMIS), los 10 principales padecimientos con mayor frecuencia y severidad, en el ramo de accidentes y enfermedades colectivo, únicamente del sexo femenino. En lo que respecta a la severidad se detallan en el cuadro 1.5.

Cuadro 1.5.**Padecimientos con mayor siniestralidad en el ramo gastos médicos mayores colectivo, sexo femenino SESA 2010**

	Padecimiento	Monto Siniestralidad	Frecuencia (casos)	Severidad (promedio)
1	Tumor maligno de la mama	127,348,951	786	162,021.57
2	Trastornos de los discos cervicales y de otros discos intervertebrales	195,814,913	2056	95,240.72
3	Otros tumores in situ y benignos, y tumores de comportamiento incierto y desconocido	232,173,763	2602	89,228.96
4	Colelitiasis y colecistitis	336,547,366	5077	66,288.63
5	Enfermedades del apéndice	149,015,110	2415	61,703.98
6	Leiomioma del útero	234,494,884	4061	57,743.14
7	Otras enfermedades de la nariz y de los senos nasales	131,791,611	3935	33,492.15
8	Otras complicaciones del embarazo y del parto	434,488,327	15437	28,145.90
9	Otros traumatismos de regiones especificadas, de regiones no especificadas y de múltiples regiones del cuerpo	144,377,849	7436	19,416.06
10	Luxaciones, esguinces y desgarros de regiones especificadas y de múltiples regiones	121,701,972	7478	16,274.67

Fuente: Elaboración propia a partir <http://www.amis.org.mx/InformaWeb/Documentos/Archivos/SESA>

Consultada el 16 de Enero de 2013.

Por su parte, entre los 10 principales padecimientos con mayor frecuencia, se puede observar que las complicaciones del embarazo, parto y puerperio, ocupan el primer lugar, poniendo en manifiesto que aunque no se trate de una enfermedad en sí, evidencia que las mujeres suelen contratar un seguro de gastos médicos mayores, para abatir los costos que generan el parto, como se aprecia en el cuadro 1.6.

Cuadro 1.6.**SESA 2010 Padecimientos con mayor frecuencia en el ramo gastos médicos mayores colectivo, sexo femenino**

	Padecimiento	Monto Siniestralidad	Frecuencia (casos)	Severidad (Promedio)
1	Otras complicaciones del embarazo y del parto	434,488,327	15437	28,145.90
2	Luxaciones, esguinces y desgarros de regiones especificadas y de múltiples regiones	121,701,972	7478	16,274.67
3	Otros traumatismos de regiones especificadas, de regiones no especificadas y de múltiples regiones del cuerpo	144,377,849	7436	19,416.06
4	Colelitiasis y colecistitis	336,547,366	5077	66,288.63
5	Parto único espontáneo	112,616,570	4397	25,612.14

	Padecimiento	Monto Siniestralidad	Frecuencia (casos)	Severidad (Promedio)
6	Diarrea y gastroenteritis de presunto origen infeccioso	72,876,591	4307	16,920.50
7	Leiomioma del útero	234,494,884	4061	57,743.14
8	Otras enfermedades de la nariz y de los senos nasales	131,791,611	3935	33,492.15
9	Otros embarazos terminados en aborto	90,415,216	3588	25,199.34
10	Trastornos de la acomodación y de la refracción	53,131,193	3450	15,400.35

Fuente: Elaboración propia a partir <http://www.amis.org.mx/InformaWeb/Documentos/Archivos/SESA>
Consultada el 16 de Enero de 2013.

1.5.1.1 Frecuencia

Es el número de veces que se repite un mismo evento y en el caso de seguros se refiere al número de siniestros que se presentan en un ramo o línea de negocios entre el número total de asegurados o expuestos a riesgo.

Como se puede apreciar en el Cuadro 1.6 el padecimiento mayormente reclamado son las complicaciones del embarazo y del parto seguido de los accidentes, sin embargo, los padecimientos crónicos degenerativos no son prevalecientes en el *top ten* de casos reclamados.

1.5.1.2 Severidad

El costo medio es el resultado de dividir el monto de los siniestros totales entre el número de siniestros de la misma clase o categoría. Expresado de otra forma podemos decir que:

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

Donde:

\bar{S} = costo medio de los siniestros

S = costo total de siniestros de una misma clase

M = número de siniestros de una misma categoría

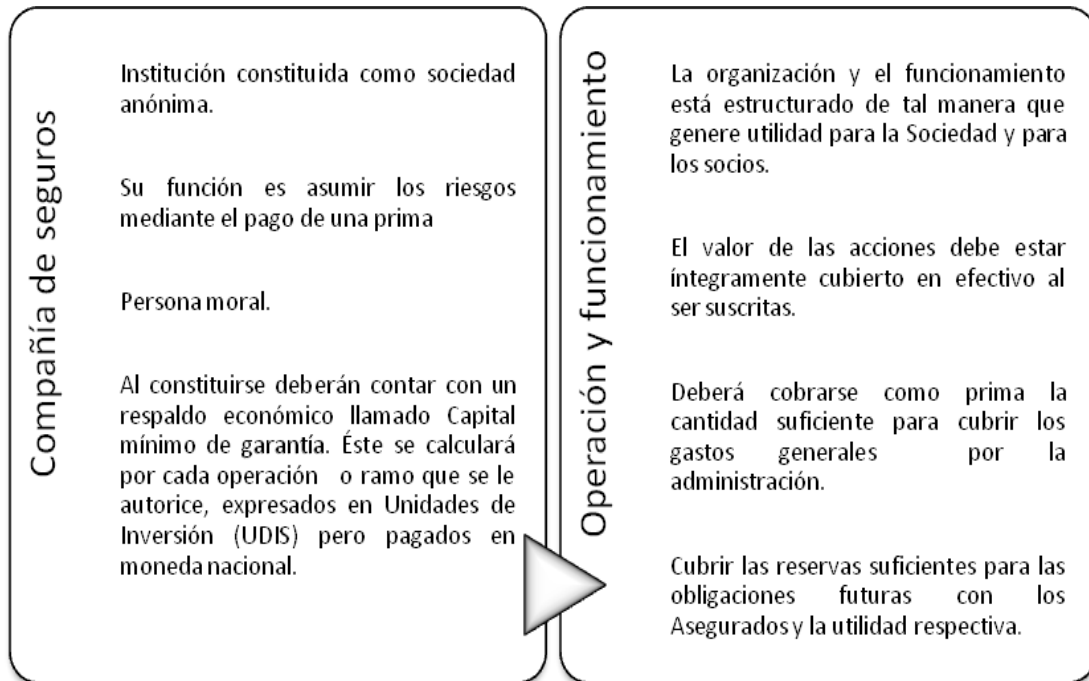
Como se puede apreciar en el Cuadro 1.5 el padecimiento cuyo monto de siniestralidad es el más alto corresponde al tumor maligno de mama, trastornos de los discos y tumores in situ, enfermedades crónico degenerativas.

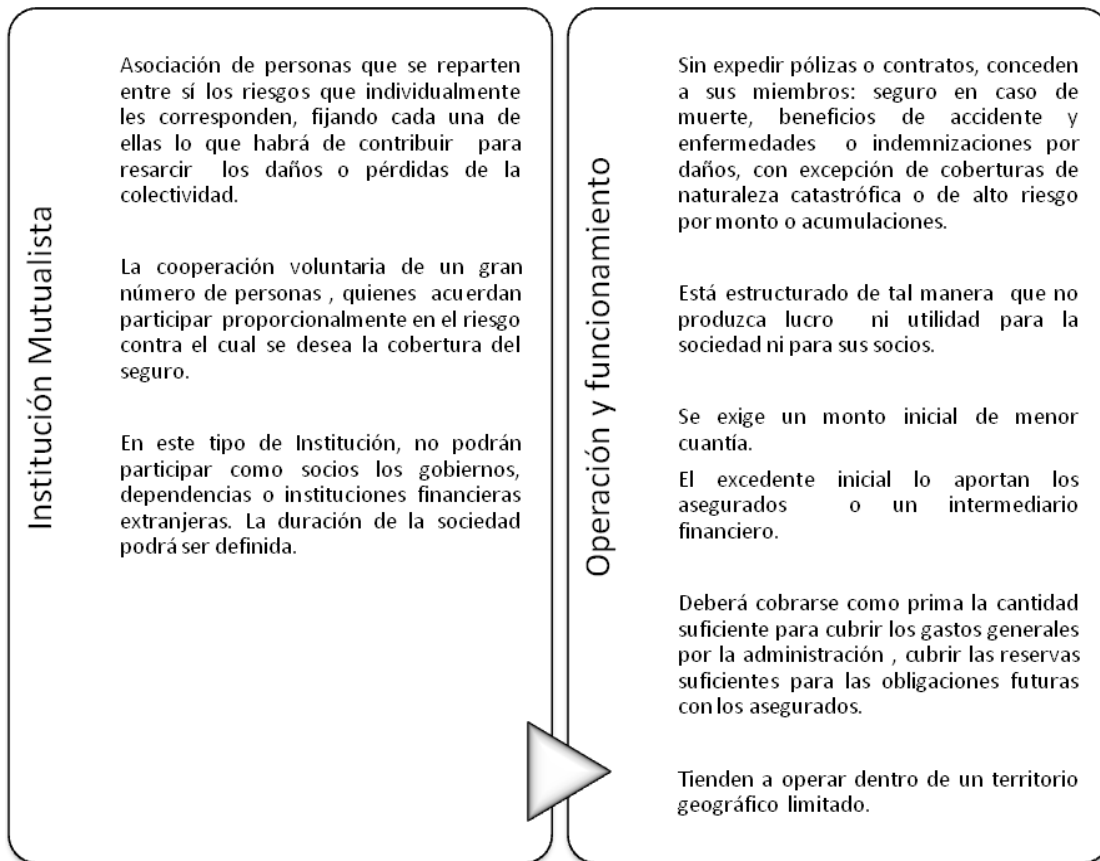
1.5.1.3 Institución aseguradora

Existen dos tipos de Instituciones de seguros:

1. Las compañías de seguros
2. Las instituciones mutualistas

Figura 1.3.
Definición, operación y funcionamiento de la Institución aseguradora





Fuente: Elaboración propia a partir de apuntes de clase.

A su vez cada una de éstas de acuerdo al tipo de productos que ofrecen puede ser de dos tipos:

Figura 1.4.
Alternativas de operación de la Institución Aseguradora

Especializada
<p>Son empresas que se enfocan a un producto o productos específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> •Vida •Gastos médicos •Daños •Autos
Multimedia
<p>Son empresas que se dedican a la venta de todos o la mayoría de los seguros.</p>

Fuente: Elaboración propia.

1.6 El seguro de gastos médicos mayores

Desde el momento en que da inicio la vida de un ser humano, su organismo se ve expuesto a riesgos que pueden afectar su integridad física, la cual no solamente consiste en la supervivencia, sino que requiere de un buen estado de Salud.

La salud es el elemento que permite al ser humano, continuar siendo productivo y desarrollar sus actividades cotidianas así como disfrutar de las etapas de la vida por venir, asimismo, el desarrollo de la medicina implica una gran inversión de recursos económicos y los tratamientos especializados suelen ser muy costosos y con frecuencia, llegan a desequilibrar el presupuesto de una familia.

Por tanto, el riesgo de que un individuo incurra en gastos elevados para la recuperación de su salud, reúne las siguientes características:

- i) Es *incierto*, pues en general, bajo condiciones normales de prevención de la salud, se desconoce si un individuo adquirirá o no un determinado padecimiento o se verá afectado por un accidente.
- ii) Es *concreto*, puesto que es posible medir su frecuencia y severidad, durante un periodo de observación, en poblaciones típicas.
- iii) Es *lícito*, ya que todo individuo tiene el derecho de procurar el cuidado, conservación y recuperación de su propia salud, así como la de sus dependientes económicos.
- iv) Es *fortuito*, siempre que el padecimiento no provenga de actividades que el asegurado decida realizar y resulten en agravación del riesgo.
- v) Es de *Contenido económico*, ya que la realización de un gasto médico importante, necesariamente produce deterioro en el patrimonio familiar.

Por lo anterior, un gasto médico mayor constituye un riesgo asegurable, para la cual ha sido diseñada una línea de productos específica, dentro de los seguros de personas.

El problema central de éste tipo de seguros es que en la actualidad las Compañías Aseguradoras utilizan diversas técnicas para tarificar éste tipo de planes dado que no existe un procedimiento uniforme, y como consecuencia los históricos reflejan las grandes desviaciones en la siniestralidad.

En México existen actualmente dos tipos de seguros de gastos médicos mayores (GMM), que deben expedirse en función del grado de participación que asume el asegurado principal, tanto en la decisión de contratar la póliza, como en el pago de prima y son los siguientes:

- I. *Individual y/o familiar*, en el que la decisión de contratar el seguro recae totalmente en el asegurado principal, el cual paga el 100% de la prima.

- II. *Colectivo*, que se caracteriza porque el asegurado principal pueda o no tomar parte en la decisión de asegurado (contributorio u obligatorio), ya sea parcial o totalmente.

Se entiende por **Enfermedad** toda alteración en la salud del asegurado debida a causas anormales internas o externas, por las cuales amerite tratamiento médico-quirúrgico. Las alteraciones o enfermedades que se produzcan como consecuencia inmediata o directa de las señaladas, de su tratamiento médico y/o quirúrgico, así como sus recurrencias, recaídas, complicaciones y secuelas se considerarán como la misma enfermedad cubierta que les dio origen.

A su vez se define **accidente** como aquel acontecimiento proveniente de una causa externa, súbita, violenta y fortuita sin que intervenga la voluntad del asegurado o beneficiarios, que produce lesiones o la muerte del asegurado dentro de la vigencia.

Paralelamente, la responsabilidad máxima de la aseguradora en cada reclamación es igual a la siniestralidad natural disminuida por los límites del contrato, así como por el deducible y el Coaseguro. Así en cada siniestro existen gastos que quedan a cargo del asegurado, ya sea por la naturaleza del padecimiento o como una condición establecida a partir del diseño del producto.

La suma asegurada es la cantidad máxima que se pagará a cada Asegurado, como consecuencia de las reclamaciones procedentes por cada accidente y/o enfermedad de acuerdo con las estipulaciones consignadas en la carátula de la Póliza, Endosos y Cláusulas correspondientes a cada cobertura. La suma asegurada será fija a partir de la fecha en que se produzca el primer gasto cubierto.

El deducible es una cantidad inicial de la reclamación, que absorbe el asegurado, fija para cada contrato, por lo cual se impide que se presente a la aseguradora un gran número de gastos médicos menores, con una importancia poco significativa para la economía familiar.

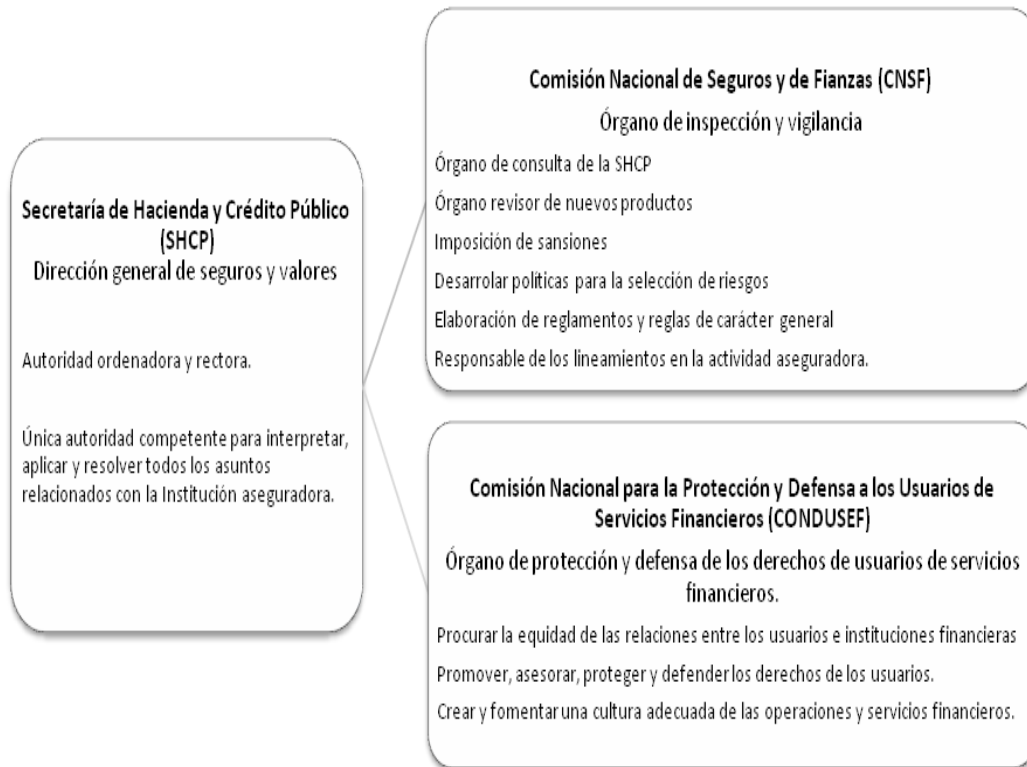
El coaseguro es un porcentaje del monto de cada siniestro, una vez aplicado el deducible, que queda a cargo del asegurado y que tiene como objeto hacer a éste partícipe, tanto del cuidado preventivo de su propia salud, como del importe de los gastos hospitalarios, honorarios médicos y demás en los que deba incurrir a consecuencia de una enfermedad.

1.6.1 Marco Regulatorio

Los seres humanos y las organizaciones son vulnerables a diferentes riesgos que impactan y amenazan la integridad de sus personas y/o de su patrimonio. La administración pública actúa y opera para desahogar los quehaceres gubernamentales de Estado, con la asistencia de personas, posesiones, bienes y recursos del erario nacional.

El contrato del seguro y de la actividad aseguradora pertenecen al ámbito federal ya que así es dispuesto por la Constitución General de la República que reserva la competencia a legislar en materia mercantil al Congreso de la Unión, coexistiendo diversas Leyes y Reglamentos, así como Organismos encargados de inspeccionar y vigilar lo relativo a la actividad aseguradora.

Figura 1.5.
Dependencias reguladoras de la actividad aseguradora



Fuente: Elaboración propia de notas de clase.

Debido a la amplitud de los Seguros y a la variedad de riesgos que estos cubren, es necesaria la aplicación de leyes y reglamentos específicos para regular la Actividad Aseguradora.

Las Instituciones de Seguros se regirán por sus leyes especiales y a falta de estas o cuando en ellas no esté previsto alguna situación u operación, por las leyes que determinan su existencia.

Cuadro 1.7.
Leyes reguladoras y complementarias de la actividad aseguradora

Regulatoria	Complementarias
Ley General de Instituciones y Sociedades Mutualistas de Seguros	Ley Orgánica del Banco de México
Ley de Protección y Defensa de los Usuarios de los Servicios Financieros	Ley General de Sociedades Mercantiles
Leyes y Códigos Fiscales, Mercantiles y de Comercio	Ley de Instituciones de crédito
Reglamento del Seguro de Grupo para la Operación de Vida y del Seguro Colectivo para la Operación de Accidentes y Enfermedades	Ley General de Títulos y Operaciones de crédito
Reglamento de Agentes de Seguros y de Fianzas	Ley General de Organizaciones y Actividades Auxiliares de Crédito
Reglamento de Inspección y vigilancia de la CNSF	Ley del Mercado de Valores
Estándares Actuariales y Contables	Ley de Inversiones Extranjeras
	Ley de Agrupaciones Financieras
	Ley Fiscal Federal

Fuente: Elaboración propia a partir de notas de clases.

1.6.1.1 Circular única de seguros

El pasado 13 de Diciembre de 2010, salió publicado en el diario oficial de la Federación la circular única que sustituye a 300 circulares y 1,100 oficios cuyo propósito fue optimizar la consulta y comprensión del marco regulatorio, ésta normativa está compuesta por 26 títulos:

Cuadro 1.8.
Títulos que conforman la Circular Única

Capítulo	Título
1	De los agentes de seguros
2	Del registro de contratos de promoción o venta de productos de seguros
3	De los intermediarios de reaseguro
4	Del capital mínimo pagado
5	Del registro de productos de seguros
6	De las operaciones de Reaseguro
7	De las reservas técnicas

Capítulo	Título
8	De las inversiones
9	Del capital mínimo de garantía
10	De la publicidad y propaganda en materia de seguros
11	De la estimación de activos
12	Del catálogo de cuentas
13	De los sistemas de contabilidad
14	De los Estados Financieros
15	De los auditores externos
16	De la información para efectos de inspección y vigilancia
17	De otras disposiciones
18	De los seguros de pensiones derivados de las leyes de seguridad social
19	De los criterios contables
20	De la coordinación con la CONDUSEF
21	De las operaciones de línea de crédito por parte de las Instituciones y Sociedades Mutualistas
22	De los fondos de aseguramiento agropecuario y rural
23	De los seguros de crédito a la vivienda
24	De los seguros de garantía financiera
25	De las operaciones análogas y conexas
26	Acerca de los días

En particular, en el seguro de gastos médicos mayores y debido al crecimiento de la siniestralidad y que la suma asegurada sin límite no tiene soporte técnico la Comisión Nacional de Seguros y fianzas, ya no se permitirá sumas aseguradas sin respaldo técnico, por lo cual las sumas aseguradas sin límite desaparecen de acuerdo a las disposiciones 5.1.24 y 5.1.25 en los siguientes términos:

1.6.2 Requisitos de asegurabilidad

Los requisitos de asegurabilidad son aquellos lineamientos que marca cada entidad aseguradora para la aceptación de los posibles candidatos que están solicitando una póliza.

El requisito que debe concurrir en quien desee la cobertura de determinado riesgo, reflejado en su deseo sincero de que el siniestro no se produzca, ya que a consecuencia de él se originaría un perjuicio para su patrimonio. Este principio se entenderá más fácilmente si se tiene en cuenta que lo que se asegura, es decir, el objeto del contrato, no es la cosa amenazada por un peligro fortuito, sino el interés del asegurado en que el daño no se produzca. El interés asegurable no es sólo un requisito que imponen los aseguradores, sino una necesidad para velar por la naturaleza de la institución aseguradora, sin la cual sería imposible cumplir su

función protectora en la sociedad. Desde un punto de vista técnico, la existencia de contratos sin interés asegurable produciría necesariamente un aumento de la siniestralidad.

En particular, en el seguro de gastos médicos mayores los requisitos de asegurabilidad que prevalecen en la mayoría de las entidades aseguradoras son los siguientes, enunciativos más no limitativos:

- Edad de aceptación: Mínima desde nacimiento y máxima a los 64 años.
- Llenar solicitud inicial.
- Llenar el Cuestionario Médico (individual).
- De acuerdo a criterio del área de selección médica algunos clientes requerirán la práctica de exámenes médicos.
- Vivir en el territorio de la República Mexicana con residencia permanente. Hay casos en que el asegurado puede vivir en el extranjero por un período definido de tiempo, dando aviso previo por escrito a la aseguradora, y deberá realizar un pago de extra prima para que surta efecto este contrato.

En el caso de los seguros colectivos, otro requisito será que los empleados cubiertos por la póliza deben estar en servicio activo del Contratante.

1.6.3 Coberturas

En un contrato de seguro, los compromisos que adquieren tanto la compañía como el asegurado quedan establecidos en la documentación contractual conocido con el nombre de póliza de seguros. Los principales conceptos de cobertura que, salvo ligeras variaciones de una compañía a otra, se especifican en los contratos de gastos médicos mayores son los siguientes:

- *Emergencia médica.* Es la aparición repentina de la alteración de la salud del asegurado, la cual se manifiesta a través de síntomas agudos de tal magnitud, que ponen en peligro la vida del asegurado accidentado y/o enfermo, su integridad corporal o la viabilidad de alguno de sus órganos.
- Gastos médicos de hospitalización y médicos
 - Cuarto privado estándar, cama extra.
 - Estancia en terapia intensiva, intermedia o unidad de cuidados coronarios
 - Sala de operaciones, recuperación y curaciones
 - Honorarios de enfermera, médicos por consulta, quirúrgicos.
 - Medicamentos, oxígeno, transfusiones de sangre, análisis de laboratorio
- Enfermedad Preexistente. Una de las coberturas de mayor importancia en el seguro de gastos médicos mayores es la de padecimientos preexistentes, definido de la siguiente manera:
 - a) Que previamente a la celebración del contrato, se haya declarado la existencia de dicho padecimiento y/o enfermedad, o que se compruebe mediante la existencia de un expediente

médico donde se haya elaborado un diagnóstico por un médico legalmente autorizado, o bien, mediante pruebas de laboratorio o gabinete. O por cualquier otro medio reconocido de diagnóstico.

- b) Cuando la institución cuente con pruebas documentales de que el Asegurado haya hecho gastos para recibir un diagnóstico de la enfermedad padecimiento de que se trate, podrá solicitar al Asegurado el resultado del diagnóstico correspondiente, o en su caso el resumen del expediente médico o clínico, para resolver la procedencia de la reclamación.
- c) Que previamente a la celebración del contrato, el Asegurado haya hecho gastos, comprobables documentalmente, para recibir un tratamiento médico de la enfermedad y/o padecimiento de que se trate.
- d) Padecimientos o malformaciones congénitas.
- e) Complicaciones del embarazo.
- f) Gastos médicos cubiertos con periodo de espera:
 - Padecimientos ginecológicos;
 - Padecimientos relacionados con columna vertebral;
 - Hernias de cualquier tipo, ya sea por enfermedad o accidente;
 - Insuficiencias del piso perineal;
 - Vesícula y vías biliares;
 - Litiasis del sistema urinario;
 - Glándulas mamarias;
 - Várices;
 - Hipertensión Arterial;
 - Diabetes Mellitus;
 - Amígdalas y adenoides;
 - Padecimientos prostáticos y artritis reumatoide; y,
 - SIDA.
- g) Maternidad por parto normal o cesárea.
- h) Reinstalación de suma asegurada para nuevos padecimientos.

1.6.4 Exclusiones

Las pólizas de gastos médicos mayores establecen la exclusión de algunos conceptos, ya sea por la frecuencia con la que se presentan, o bien, por la intervención de la voluntad, del asegurado en la agravación del riesgo; porque se trate de tratamientos no reconocidos por la práctica médico-científica ó porque se refieren a padecimientos preexistentes en algunos casos:

- Estados de depresión psíquica o nerviosa, histeria, neurosis, psicosis, conducta, aprendizaje, lenguaje cualesquiera que fuesen sus causas o manifestaciones clínicas.
- Los gastos originados por alteraciones del sueño.
- Tratamiento médico o quirúrgico de accidentes o enfermedades que resulten por culpa grave del asegurado al encontrarse bajo los efectos de drogas, narcóticos o alucinógenos no prescritos como medicamento o bajo los influjos del alcohol.
- Los gastos originados por tratamiento de calvicie, anorexia, bulimia, control de peso, acné y nervios.
- Tratamientos dietéticos o quirúrgicos, para reducción de peso o para control de obesidad, cualquiera que sea su causa.
- Los gastos originados por intervenciones quirúrgicas o tratamientos para el control de la natalidad, infertilidad y/o esterilidad, así como sus complicaciones, entendiéndose también como una de este tipo de tratamientos el embarazo múltiple, parto prematuro o abortos voluntarios, provocados o inducidos.
- En el caso de trasplante de órganos no estarán cubiertos los gastos del donador ajenos al procedimiento quirúrgico para la extracción del órgano, así como cualquier tipo de gratificación o remuneración que reciba.
- Los gastos originados por tratamiento correctivo médico o quirúrgico de estrabismo o presbiopía.
- Los gastos originados por anteojos y lentes de contacto.
- Los gastos originados por tratamiento con fines profilácticos y preventivos, curas de reposo, exámenes médicos para comprobación del estado de salud (Check-up), los exámenes y/o estudios para diagnósticos diferenciales, los medicamentos para la disfunción eréctil (salvo que éstos se presenten como complicación de una enfermedad cubierta por la póliza), así como todos aquellos productos que funcionan como complemento alimenticio (vitaminas, proteínas, leches, etc.), siempre que estos últimos no tengan plena justificación o relación directa con el padecimiento de origen.
- Los honorarios y cualquier tipo de tratamiento médico o quirúrgico realizado a través de herbolaria, medicina alternativa, naturistas, hipnotismo y tratamientos experimentales o de investigación.
- Los gastos originados por cualquier complicación derivada durante o después del tratamiento médico o quirúrgico de los padecimientos, afecciones o intervenciones no cubiertas o excluidas en este contrato.

- Cualquier gasto realizado por acompañantes del asegurado durante la hospitalización y traslados de éste.
- Gastos no relacionados con el tratamiento como son: pañuelos desechables, peluquería, lociones corporales, cremas y cosméticos, alimentos de acompañante, caja fuerte, concepto de fianza, dulcería, estacionamiento, florista, servicio telefónico, renta de videgrabadora, vídeo casete, control de televisión, servicio de librería, periódicos, servicio de restaurante y cafetería, fotografía del bebé, paquete del recién nacido perforación del lóbulo de la oreja y trámites del registro civil.
- Los gastos originados por suicidio o conato de él, consciente o inconsciente, cualesquiera que sean las causas o circunstancias que lo provoquen. Lesiones autoinfligidas, mutilación voluntaria, y cualquier consecuencia de la acción voluntaria del asegurado que ponga en riesgo su salud o su vida, aún cuando se cometa en estado de enajenación mental o inhalación voluntaria de gas de cualquier clase.
- Los gastos originados por lesiones producidas en riñas provocadas por el asegurado, así como las sufridas al presentar servicio militar, naval, policiaco o en tiempo de guerra, revoluciones, a consecuencia de riesgos atómicos o nucleares de cualquier índole, alborotos populares, terrorismo, insurrecciones o rebeliones, excepto las lesiones producidas por asalto (notificadas al Ministerio Público).
- Los gastos originados por las lesiones producidas como consecuencia de la práctica o actividad profesional de cualquier deporte.
- Los gastos originados por homicidio cuando resulte de la participación directa del asegurado en actos delictuosos intencionales.
- Los gastos originados por lesiones sufridas como consecuencia de la participación directa del asegurado en actos delictuosos.
- No serán cubiertos los gastos originados por las cirugías con fines puramente estéticos o reconstructivos ni las complicaciones que deriven de las mismas. Por ejemplo: cirugía nasal estética, implantes mamarios, reducción mamaria cualquiera que sea su origen, causa o consecuencia, liposucción, lipectomía, cirugía de párpados, cirugía de papada, cirugía de glúteos y cualquier otra estética o cosmética.

1.6.5 Prima

El pago de la prima constituye la obligación principal del tomador y se corresponde con la del asegurador de pagar la prestación pactada. Ambas obligaciones están correlacionadas en el concepto de contrato de seguro del artículo 1 de la Ley del Contrato del Seguro.

La prima es un elemento esencial del contrato de seguro. Desde el punto de vista de la técnica aseguradora, porque la acumulación de primas permite constituir los fondos necesarios para hacer frente al pago de los siniestros. Desde el punto de vista jurídico, porque el contrato de seguro es un contrato oneroso.

Los sujetos del pago son el tomador, como deudor de la obligación, y el asegurador, como el acreedor de la prima. La determinación de la prima, tanto en los seguros de daños como en los de personas, se realiza mediante técnicas actuariales, sin embargo, la prima fijada en la póliza se abstrae de dichos cálculos y su correcta o incorrecta aplicación no afecta al contrato, salvo lo dispuesto en la Ley del Contrato del Seguro para los supuestos de incorrecta declaración del riesgo y para los supuestos de agravación y minoración del mismo.

La modificación de la prima, incluso para periodos sucesivos, podrá realizarse de mutuo acuerdo entre las partes o de acuerdo a las reglas establecidas en el propio contrato, pero no de forma unilateral por una de las partes. Además, toda modificación del contrato debe formalizarse por escrito.

El pago de la prima se efectúa antes del comienzo de la cobertura del riesgo por el asegurador. Por ello, se establece que si se han pactado primas periódicas, la primera de ellas será exigible una vez firmado el contrato, salvo pacto en contrario, si la prima no ha sido pagada antes de que se produzca el siniestro, el asegurador quedará liberado de su obligación.

1.6.5.1 Prima de riesgo

La prima pura de riesgo es la requerida para absorber el costo de los siniestros y no incluye ningún otro costo más que el de los reclamos. La determinación de la prima de riesgo se establece en forma muy general como el producto resultante de la frecuencia de los siniestros y el costo medio de los mismos.

De acuerdo a lo expuesto en el punto 1.4.1.1 frecuencia y en el punto 1.4.1.2 severidad la prima pura de riesgo puede expresarse de la siguiente manera:

$$Pr = F \times S$$

Donde:

Pr = prima pura de riesgo

F = frecuencia

\bar{S} = costo medio del siniestro

La prima pura de riesgo también es igual a lo siguiente:

$$Pr = F \times \bar{S} = \frac{M}{N} \times \frac{S}{M} = \frac{MS}{NM} = \frac{S}{N}$$

Donde:

Pr = prima pura de riesgo

F = frecuencia

\bar{S} = costo medio del siniestro

M = número de siniestros de una misma categoría

N = número de unidades expuestas de una misma categoría

S = costo total de siniestros de una misma clase.

La expresión $\frac{S}{N}$ es exactamente la cantidad necesaria a aportar por cada miembro de la mutualidad para cubrir sus siniestros y la misma representa, como ya se mencionó, a la prima pura de riesgo.

Para determinar la prima de tarifa deberemos recargar la prima pura de riesgo por los conceptos de recargo de seguridad, gastos de adquisición, gastos de administración, costo de reaseguro (eventualmente) y utilidad.

Generalmente, una vez conocida la prima de riesgo se calcula como:

$$PT = \frac{Pr(1 + \lambda)}{1 - \alpha - \beta - \varphi}$$

Fórmula que se deriva de la ecuación de valor:

$$PT = PT(\alpha + \beta + \varphi) + Pr(1 + \lambda)$$

Donde los parámetros $\lambda, \alpha, \beta, \varphi$ son porcentajes de la prima de tarifa que corresponden al costo de administración, adquisición, margen de utilidad esperada y margen de seguridad, éste último recargo se destina a cubrir las desviaciones aleatorias de la siniestralidad con respecto a su valor medio por lo que su cálculo dependerá de las restantes magnitudes del subsistema de estabilidad de la entidad aseguradora (reaseguro, reservas de solvencia), es decir, tiene por objeto financiar las fluctuaciones negativas de la siniestralidad y contribuye a garantizar la solvencia del asegurador, por lo anterior, se puede resumir que bajo igualdad de condiciones, a mayor dimensión de la empresa de seguros menor será el recargo de seguridad λ .

- *Costo de adquisición.* Es el monto de recursos relacionados con comisiones, bonos, premios, entre otros, que habrá de pagarse a agentes, promotores y demás personas que componen la fuerza de ventas. Asimismo incluye el costo de la publicidad y promoción que se deba hacer del seguro.
- *Gasto de administración.* Este gasto corresponde a los recursos relacionados con la administración propia del seguro, es decir, son los gastos operativos de la aseguradora (pago de salarios, uso instalaciones, etcétera)
- *Margen de utilidad.* Este valor se determina por la tasa de retorno sobre el capital que los socios quieran obtener del negocio. Si se tiene el monto del capital invertido en el negocio, y se quiere ganar de dicho capital (CA) una tasa de valor r, entonces visto como un porcentaje de la prima, esto sería:

$$r * CA = \varphi * PTA$$

$$\varphi = r * \frac{CA}{PTA}$$

Donde PTA: Prima de Tarifa

Capítulo 2.

Método alternativo de ajuste y tarificación a partir de técnicas de credibilidad.

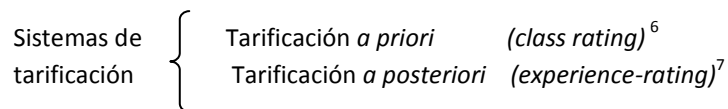
2.1 Fundamentos Bayesianos

El objeto de todo sistema de tarificación es la obtención de primas equitativas para cada riesgo, sin olvidar el problema de la solvencia del ente asegurador, es decir, que las primas sean suficientes tal que permitan hacer rentable en condiciones de estabilidad a largo plazo a la entidad aseguradora.

El principio de equidad significa que en la elaboración de las tarifas se han de considerar los factores de riesgo más significativos, es decir, los que en la mayor medida expliquen el comportamiento de la siniestralidad como variable endógena del modelo, además estos factores deben contemplar en los niveles adecuados para evitar una excesiva dispersión de la siniestralidad en las clases de riesgo que figuran en la tarifa.

Los principios técnicos en que se basa la elaboración de una tarifa constituyen el sistema de tarificación.

Figura 2.1.
Sistemas de tarificación



La tarificación *a posteriori*, supone, en oposición a la tarificación *a priori* que hay una prima inicial (para el individuo o grupo) que se va modificando para dar lugar a las primas de los periodos sucesivos. Básicamente se aplica a todo problema de actualización de tarifas mediante la incorporación de la nueva información.

⁶ Llamada así en la literatura americana.

⁷ *Ibid*

Los modelos de credibilidad buscan la estimación de la prima del seguro en colectivos, más o menos heterogéneos, combinando la información global disponible con la individual, frecuentemente ésta última de carácter más limitado.

A principios de siglo, y como consecuencia de que las técnicas estadísticas en uso no permitían resolver los problemas actuariales, los actuarios desarrollaron sus propios métodos de forma aislada a la corriente estadística de la época, caracterizada porque todo conocimiento *a priori* carecía de valor estadístico. Hasta entonces, apenas existían situaciones en las que se demandaba la utilización de información de naturaleza diferente a la procedente de observaciones puramente empíricas, para ser incorporada a los análisis. En relación con esto, Arthur Bailey escribía en 1950:

“Parece ser que solo en el campo actuarial ha habido una rebelión organizada en contra, rechazando los conocimientos previos, cuando la estimación se ha adquirido recientemente...”

Así fue como los actuarios de la época introdujeron, intuitivamente, un factor Z , denominado factor de credibilidad o simplemente credibilidad, para ponderar su conocimiento *a priori* B , con los datos estadísticos actuales A que se encontraban disponibles, dando lugar con ello a la denominada fórmula de credibilidad:

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

Sin embargo, el cálculo de Z , se realizaba sobre una base empírica difícil de justificar matemáticamente.

Paralelamente, en los años 50, comienza a emerger una corriente estadística que cuestiona algunos de los presupuestos de la escuela ortodoxa, tales como la relevancia de las diversas fuentes de información estadística y la interpretación del concepto de probabilidad. Esta tendencia, que va reinstalando el uso de información inicial en la inferencia estadística, se ha ido asentando con el tiempo y caracteriza a un enfoque de la estadística, hoy conocido como escuela bayesiana.

La relación entre el Teorema de Bayes y la Credibilidad ya fue señalada por Arthur Bailey que demostró que la fórmula anterior puede ser obtenida desde el Teorema de Bayes en determinados casos. Esta nueva visión, más amplia, enriqueció la metodología actuarial, proporcionando una fundamentación, si bien parcial, de la que se carecía hasta ese momento en problemas típicamente actuariales como la tarificación a posteriori.

2.2 Experiencia *a priori*

En el sistema de tarificación *a priori* la agrupación de riesgos en clases homogéneas se hace teniendo en cuenta los llamados factores de riesgo, es decir, aquellas variables exógenas significativas cuya presencia

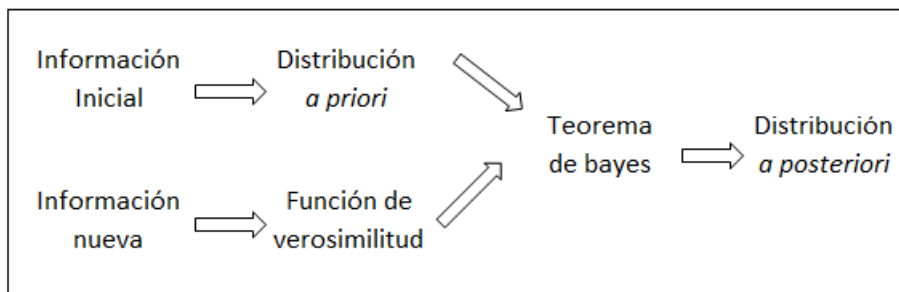
explica una parte importante de la siniestralidad. La necesidad de elaborar tarifas equitativas obliga a considerar la presencia de estos factores de riesgo y el nivel con el que lo hacen.

La distribución *a priori* cumple un papel importante en el análisis bayesiano ya que mide el grado de conocimiento inicial que se tiene de los parámetros en estudio. Si bien, su influencia disminuye a medida que más información muestral es disponible, el uso de una u otra distribución *a priori* determinara cierta diferencia en la distribución *a posteriori*.

Si se tiene un conocimiento previo sobre los parámetros, este se traducirá en una distribución *a priori*, sin embargo, cuando nada es conocido sobre los parámetros, la selección de una distribución *a priori* adecuada adquiere una connotación especial pues será necesario elegir una distribución *a priori* que no influya sobre ninguno de los posibles valores de los parámetros en cuestión. Estas distribuciones *a priori* reciben el nombre de difusas o no informativas

La metodología estadística Bayesiana se apoya en el Teorema de Bayes, el cual fusiona 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.

Figura 2.2.
Información muestral



Fuente: Elaboración propia

Esta distribución posterior constituye la solución bayesiana al problema de inferencia y ofrece una descripción completa en términos de probabilidad sobre lo que es conocido en relación con el verdadero valor del parámetro a lo largo del espacio paramétrico.

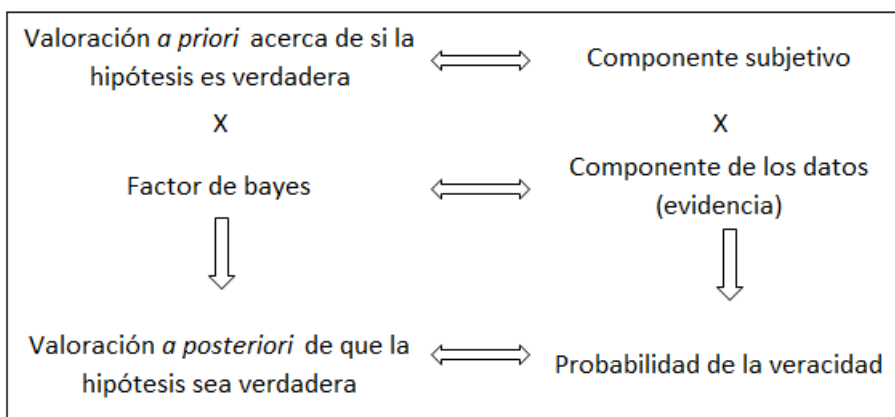
2.3 Modelo alternativo de tarificación

El Teorema de Bayes requiere, para poder ser aplicado, la especificación de la distribución inicial; por lo que su uso como procedimiento inferencial implica la condición de variable aleatoria para el parámetro a estimar

y una visión del concepto de probabilidad en términos de grados de creencia, personales o subjetivos, e inevitablemente condicionados a la información de la que se dispone.

Por otro lado, el uso de distribuciones iniciales, en mayor o menor medida subjetivas, puede resultar extremadamente útil en el campo del seguro, como ocurre en el caso de riesgos nuevos sobre los que no existen datos disponibles, o cuando no es posible asignar las características del riesgo a un colectivo establecido. En tales casos, el actuario se verá obligado a hacer un establecimiento inicial del riesgo, basado, al menos parcialmente, en consideraciones no empíricas sobre las posibles fuentes de siniestralidad; y entonces, la única solución posible al problema de tarificación es la proporcionada por la escuela bayesiana, al ser esta la única capaz de procesar tal tipo de información.

Figura 2.3.
Teorema de Bayes



Fuente: Elaboración propia.

En este sentido, Bühlmann señala:

“Hemos encontrado - en caso de duda -, que nuestras decisiones tienen más éxito, si expresamos nuestros sentimientos subjetivos acerca de esta incertidumbre en lugar de abstenerse de cualquier juicio acerca de los elementos de la incertidumbre.”

En todo caso, la posibilidad de obtener conclusiones inferenciales diferentes, consecuencia del carácter personal, subjetivo, de la información inicial, pierde importancia cuando el tamaño muestral es suficientemente grande, ya que la distribución inicial apenas tendrá incidencia sobre la distribución final.

Por último, cabe señalar que la Teoría de la Utilidad proporciona una justificación formal, de carácter axiomático, del enfoque bayesiano. De estos axiomas se deriva la inevitabilidad de sus métodos para la toma de decisiones, y de ahí el papel crucial que la Teoría de la Decisión juega en este enfoque estadístico.

Si, además, el problema de la inferencia se considera, en sí mismo, como un problema de decisión, entonces el enfoque bayesiano es capaz de ofrecer un tratamiento unificado y general, en el que caben todos los problemas estadísticos.

2.4 Inferencia *a posteriori*

En estos sistemas de tarificación se parte de una prima inicial para cada unidad de riesgo, que se modifica en los periodos sucesivos de acuerdo con la experiencia individual o colectiva. La justificación de estos sistemas se encuentra en el hecho de que dentro de cada clase de riesgos, B, existe una cierta heterogeneidad, debido a la influencia de ciertos factores de riesgo no considerados o a los límites que definen los distintos niveles en los diversos factores de riesgo considerados, que pondrá manifiesto la siniestralidad con el transcurso del tiempo. Considerar esta experiencia nos llevará a obtener un mayor grado de equidad en las primas de los ejercicios posteriores, que la inicialmente cobrada. Un medio para conseguir este mayor grado de equidad es instrumentar un sistema de bonificaciones y penalizaciones de acuerdo con los resultados obtenidos.

La Teoría de Credibilidad constituye uno de los campos más atractivos y más desarrollados de la estadística actuarial, y dada su utilidad práctica, es posible encontrarse con modelos de credibilidad en otros terrenos científicos. Bajo esta teoría, y en el marco actuarial se propone que la prima que se debe pagar por parte del asegurado incluya tanto la experiencia individual del propio asegurado como la del colectivo al que pertenece, la cartera de seguros.

Así, el estimador de la prima se calcularía como una combinación lineal convexa de la prima del colectivo y de la experiencia del asegurado, escrito en términos de una expresión que recibe el nombre de fórmula de credibilidad.

Cuando ocurre esto, se dice entonces que la fórmula de credibilidad es exacta. Sin embargo, hoy en día se habla de credibilidad en términos mucho más generales, incluyéndose en esta teoría aquellos estimadores de las primas que para su cálculo, hagan uso de la experiencia individual y de cualquier información colateral disponible.

La incorporación de estas dos fuentes de información, la muestral y la colateral, parece predisponer el asunto a ser estudiado bajo la óptica bayesiana. De esta manera, y a partir de la utilización de esta metodología, es cuando la teoría de la credibilidad ha tenido un despegue que hace de ella una de las disciplinas más estudiadas de la ciencia actuarial.

El objetivo de esta teoría, fue el establecer un balance entre la prima individual de cada riesgo o póliza y la prima de la cartera; por lo que, se estableció la siguiente fórmula:

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

De la cual:

C : Establece el balance entre A y B.

B : Prima de la cartera o prima teórica.

A : Prima propia correspondiente a los siniestros en los últimos t periodos

Z : Factor de credibilidad

En el apartado subsecuente se mostrará la importancia e interpretación del factor de credibilidad.

2.5 Método de Bühlmann

El objetivo del modelo de Bühlmann consiste en calcular la mejor prima lineal.

$$H[\mu(\theta_j) | X_{j1}, X_{j2}, \dots, X_{jn}],$$

Dependiendo de los datos observados, mediante el método de los mínimos cuadrados. Para ello se establece la siguiente notación previa, en la que se prescinde del subíndice j :

- $\mu(\theta) = E[X | \theta]$: Prima de riesgo individual
- $m = E_{TOTAL}[X] = E[\mu(\theta)]$: Prima de riesgo colectiva. Valor esperado de todas las primas de riesgo individuales.
- $a = Var[E(X | \theta)] = Var[\mu(\theta)]$: Varianza de las primas de riesgo individuales, indicador de la heterogeneidad de la cartera
- $s^2 = E[Var(X | \theta)]$: Medida global de la dispersión de la siniestralidad individual.

Se supone también que $X_1 | \theta, X_2 | \theta, \dots, X_n | \theta$ son variables aleatorias idénticamente distribuidas con media y varianza comunes $\mu(\theta)$ y $\sigma^2(\theta)$, respectivamente.

Antes de comenzar con el modelo de Bühlmann se revisará el siguiente resultado.

Proposición 2.1. Si X y Y son variables aleatorias con distribución conjunta dependiente de la variable aleatoria Θ se verifica:

$$\begin{aligned} E(X) &= E_{\Theta}[E_X(X | \Theta)] \\ \text{Cov}(X, Y) &= E[\text{Cov}(X, Y | \Theta)] + \text{Cov}[E(X | \Theta), E(Y | \Theta)] \end{aligned} \quad (2.5)$$

Demostración: La primera relación es bien conocida. En cuanto a la segunda se tiene:

$$\begin{aligned} \text{Cov}(X, Y) &= E\{[X - E(X)][Y - E(Y)]\} \\ &= E\{[X - E(X | \Theta) + E(X | \Theta) - E(X)] \times [Y - E(Y | \Theta) + E(Y | \Theta) - E(Y)]\} \\ &= E_{\Theta} E_{X, Y | \Theta} \{[X - E(X | \Theta)][Y - E(Y | \Theta)]\} \\ &\quad + E_{\Theta} E_{X, Y | \Theta} \{[X - E(X | \Theta)][E(Y | \Theta) - E(Y)]\} \\ &\quad + E_{\Theta} E_{X, Y | \Theta} \{[E(X | \Theta) - E(X)][Y - E(Y | \Theta)]\} \\ &\quad + E_{\Theta} E_{X, Y | \Theta} \{[E(X | \Theta) - E(X)][E(Y | \Theta) - E(Y)]\} \\ &= E[\text{Cov}(X, Y | \Theta)] + 0 + 0 + \text{Cov}[E(X | \Theta), E(Y | \Theta)] \end{aligned}$$

Obsérvese que de (2.5) se deduce:

$$\text{Var}[X] = E[\text{Var}(X | \Theta)] + \text{Var}[E(X | \Theta)] \quad (2.6)$$

Haciendo $X = Y$.

Ahora se procederá a demostrar el resultado clásico de Bühlmann (1967).

Teorema 2.1. La mejor aproximación lineal a $H[\mu(\theta) | X_1, \dots, X_n]$ es:

$$a + b \bar{X} = a + b \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i,$$

donde:

$$a = (1-b)m,$$

$$b = \frac{n}{n+k},$$

$$k = \frac{E[\sigma^2(\theta)]}{\text{Var}[\mu(\theta)]}$$

Demostración. Se desea encontrar la mejor estimación de la prima neta de riesgo que dependa linealmente de los datos observados, esto es:

$$H[\mu(\theta) | X_1, \dots, X_n] = c_0 + \sum_{s=1}^n c_s X_s$$

Para ello, se hace mínima la esperanza del cuadrado de la desviación de la prima de riesgo individual respecto a $H[\mu(\theta) | X_1, \dots, X_n]$. Esto es:

$$\min_{c_i} E \left[\left(\mu(\theta) - c_0 - \sum_{s=1}^n c_s X_s \right)^2 \right]$$

Calculando las correspondientes derivadas parciales e igualando a cero se obtiene el sistema de ecuaciones:

$$\left. \begin{aligned} E \left[\mu(\theta) - c_0 - \sum_{s=1}^n c_s X_s \right] &= 0, \\ E \left[X_r \left(\mu(\theta) - c_0 - \sum_{s=1}^n c_s X_s \right) \right] &= 0, r = 1, 2, \dots, n \end{aligned} \right\}$$

Multiplicando la primera ecuación por $E[X_r]$ y restándosela a la segunda se obtiene:

$$\text{Cov}[\mu(\theta), X_r] = \sum_{s=1}^n c_s \text{Cov}(X_r, X_s), r = 1, 2, \dots, n. \quad (2.7)$$

Teniendo en cuenta ahora que:

$$\text{Cov}(X_r, X_s) = E[\text{Cov}(X_r, X_s | \theta)] + \text{Cov}[E[X_r | \theta], E[X_s | \theta]] = s^2 + a, \quad r \neq s$$

$$\text{Cov}(X_r, X_s) = \text{Cov}[\mu(\theta), \mu(\theta)] = \text{Var}[\mu(\theta)] = a, \quad r \neq s$$

El sistema (2.7) puede describirse como:

$$\left. \begin{aligned} s^2 c_r + \sum_{s=1}^t c_s a &= a, \\ c_0 &= m - m \sum_{s=1}^n c_s, \end{aligned} \right\}$$

Donde se ha tenido en cuenta que $E\left[\mu(\theta) - c_0 - \sum_{s=1}^n c_s X_s\right] = 0$,

y por lo tanto:

$$c_0 = E[\mu(\theta)] - \sum_{s=1}^n c_s E[X_s] = m - m \sum_{s=1}^n c_s$$

Debido a la simetría del sistema resulta que $c_1 = \dots = c_n$, :

$$\left. \begin{aligned} s^2 c + atc &= a, \\ c_0 + mtc &= m, \end{aligned} \right\}$$

Finalmente se deduce:

$$\left. \begin{aligned} c &= \frac{a}{s^2 + at}, \\ c_0 &= m(1 - nt) = m\left(1 - \frac{ta}{s^2 + at}\right) = m \frac{s^2}{s^2 + at} \end{aligned} \right\}$$

Por tanto,

$$H[\mu(\theta) | X_1, \dots, X_n] = c_0 + \sum_{s=1}^n c_s X_s = m \frac{s^2}{s^2 + at} + ct \bar{X},$$

con:

$$Z = \frac{at}{at + s^2} = \frac{\text{Var}[\mu(\theta)]}{\text{Var}[\mu(\theta)] + E[\sigma^2(\theta)]} \quad (2.8)$$

Obsérvese que el resultado no depende de la distribución de probabilidad de X ni de la distribución de probabilidad de θ , de ahí el término de distribución libre. Las cantidades:

$$a = \text{Var}[\mu(\theta)]$$

$$s^2 = E[\sigma^2(\theta)]$$

$$m = \bar{X}$$

con

$$\bar{X} = \frac{1}{t} \sum_{i=1}^t X_i \quad (2.9)$$

En resumen, algunas de las ventajas que ofrece el método de Bühlmann son las siguientes:

- Se obtienen primas por conglomerados en mayor detalle que los métodos frecuentistas;
- Toma en cuenta la experiencia del actuario que elabora el análisis y la experiencia de la compañía;
- Si se aplica mediante automatización, pueden obtenerse primas en un periodo relativamente corto;
- Cumple con los criterios de equidad y suficiencia de las primas; y,
- Aplica la heterogeneidad en un grado básico.

2.5.1 Heterogeneidad

En las revisiones sistemáticas, por heterogeneidad se entiende la variabilidad o las diferencias entre los estudios en cuanto a las estimaciones de efectos. A veces se hace una distinción entre la “heterogeneidad estadística” (diferencias en los efectos reportados), “heterogeneidad metodológica” (diferencias en el diseño de los estudios) Los *tests* estadísticos de heterogeneidad se utilizan para valorar si la variabilidad en los resultados de los estudios (la magnitud de los efectos) es mayor que aquella que se esperaría hubiera ocurrido por azar. Sin embargo, estos tests tienen una baja potencia estadística.

Estimación del parámetro $a = \text{Var}[\mu(\theta_j)]$.

El parámetro a expresa la variación de la prima pura verdadera (de credibilidad) individual, entre los riesgos en la población. Un estimador para dicho parámetro podría ser la varianza empírica de la prima pura observada, \hat{a}_b :

$$\hat{a}_b = \frac{1}{k-1} \cdot \sum_{j=1}^k (M_j - M_0)^2 \quad (22)$$

Si $\mu(\theta_j)$ estuviese perfectamente estimado por $\hat{\mu}(\theta_j)$, entonces \hat{a}_b sería un estimador insesgado de a . Sin embargo, $\hat{\mu}(\theta_j)$ fluctúa más ampliamente que $\mu(\theta_j)$, ya que está afectado por la variación accidental dentro del riesgo de un periodo a otro, siendo el estimador ajustado correctamente de a :

$$\hat{a} = \frac{1}{k-1} \cdot \sum_{j=1}^k (M_j - M_0)^2 - \frac{1}{t} \cdot \hat{s}^2 \quad (23)$$

Los tres estimadores anteriores son insesgados y consistentes, i.e.:

- $E[M_0] = m$
- $E[\hat{s}^2] = E[\sigma^2(\theta_j)]$
- $E[\hat{a}] = \text{Var}[\mu(\theta_j)]$
- $(M_0, \hat{s}^2, \hat{a}) \rightarrow (m, s^2, a)$ cuando $t \rightarrow \infty$

Por último, cabe destacar que las dos hipótesis de este modelo son bastante rígidas. La homogeneidad en el tiempo es considerada como un defecto en la mayoría de los casos. Además, la varianza es en general una medida de la precisión de los resultados, por lo que en este modelo es un prerrequisito tener pólizas que sean más o menos de igual importancia, ya que tener pólizas con alta y baja exposición al riesgo, distorsiona el resultado.

2.5.2 Variabilidad

Las medidas de variabilidad tienen por objeto medir la magnitud de los desvíos de los valores de la variable con respecto al valor central de la distribución.

Estimación del parámetro $s^2 = E[\sigma^2(\theta_j)]$.

El parámetro estructural s^2 indica el valor esperado de la dispersión total de los datos en el tiempo. Un estimador para s^2 es el valor medio de las k varianzas individuales empíricas:

$$\hat{s}^2 = \frac{1}{k} \cdot \sum_{j=1}^k \frac{1}{t-1} \cdot \sum_{s=1}^t (X_{js} - M_j)^2 \quad (21)$$

Donde $s_j^2 = \frac{1}{t-1} \cdot \sum_{s=1}^t (X_{js} - M_j)^2$ es la varianza individual empírica en el riesgo j -ésimo.

Estimación del parámetro $s^2 = E[\sigma^2(\theta_j)]$.

El parámetro estructural s^2 indica el valor esperado de la dispersión total de los datos en el tiempo. Un estimador para s^2 es el valor medio de las k varianzas individuales empíricas:

$$\hat{s}^2 = \frac{1}{k} \cdot \sum_{j=1}^k \frac{1}{t-1} \cdot \sum_{s=1}^t (X_{js} - M_j)^2 \quad (21)$$

Donde $s_j^2 = \frac{1}{t-1} \cdot \sum_{s=1}^t (X_{js} - M_j)^2$ es la varianza individual empírica en el riesgo j -ésimo.

2.5.3 Factor de credibilidad

En la fórmula de credibilidad aparece el parámetro Z denominado *Factor de Credibilidad* o simplemente credibilidad, que es un número comprendido entre 0 y 1, ambos contenidos, y que resulta ser una síntesis de varios elementos.

A continuación se muestra el análisis de sensibilidad del factor de credibilidad Z .

Caso 1 $Z \rightarrow 0\%$

$$\text{Si } Z = 0 \Rightarrow C = (0)A + (1-0)B = B \quad \therefore C = B$$

Cuando $z = 0$ se tiene credibilidad total, es decir, se utiliza la prima teórica.

Caso 2 $Z \rightarrow 100\%$

$$\text{Si } Z = 1 \Rightarrow C = (1)A + (1-1)B = A \quad \therefore A = B$$

En el caso en el que $Z = 1$, también se tiene credibilidad total, pero la prima propia es la más adecuada, siendo necesario tener experiencia para que dicha prima sea válida.

Si $0 < Z < 1$, entonces se dice que existe credibilidad parcial, pues esta variable expresa el peso asignado a la experiencia propia.

Por ello, Bühlmann propuso la siguiente expresión para el factor de credibilidad Z

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

Donde las variables que intervienen son:

t : Período de observación $t \in N$ (número de años de experiencia)

a : Grado de heterogeneidad (medición de la disparidad o similaridad del riesgo)

s^2 : Variabilidad de las reclamaciones.

Caso 1. Variación de t

$$\text{Si } t \rightarrow \infty \Rightarrow Z = 1 \quad (Z \rightarrow 1)$$

Calculando el límite de z cuando t tiende a infinito, se tiene que:

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

Esto significa que a medida que tenemos mayor información sobre el riesgo, mayor es la ponderación relativa dada a su experiencia individual. En el caso de poseer experiencia completa, es obvio, que tengamos una total confianza en la prima de riesgo individual.

$$\text{Si } t \rightarrow 0 \Rightarrow Z = 0 \quad (Z \rightarrow 0)$$

Calculando el límite de z cuando t tiende a cero, se observa que:

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

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.

Caso 2. Variación de a

$$\text{Si } a \rightarrow \infty \Rightarrow z = 1 \quad (z \rightarrow 1)$$

Calculando el límite de z cuando a tiende a infinito, se tiene que:

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

El factor de credibilidad tiende a la unidad, ya que nos está indicando que el colectivo es extremadamente heterogéneo, por lo que las diferencias observadas entre las reclamaciones registradas de un riesgo a otro son importantes

$$\text{Si } a \rightarrow 0 \Rightarrow Z = 0 \quad (Z \rightarrow 0)$$

Calculando el límite de z cuando t tiende a cero, se observa que:

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

El factor de credibilidad es nulo. Anteriormente se expuso que a es un indicador de la heterogeneidad existente dentro de la cartera, en este caso al ser nulo, no hay heterogeneidad.

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.

Caso 3. Variación de s^2

$$\text{Si } s^2 \rightarrow \infty \Rightarrow Z = 0 \quad (Z \rightarrow 0)$$

Calculando el límite de z cuando s^2 tiende a infinito, se tiene que:

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

El factor de credibilidad tiende a cero. Esto es, si existe mucha varianza en la siniestralidad individual el mejor estimador para la prima de riesgo individual es la colectiva.

$$\text{Si } s^2 \rightarrow 0 \Rightarrow Z = 1 \quad (Z \rightarrow 1)$$

Calculando el límite de z cuando s^2 tiende a cero, se determina que:

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

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

Cuadro 2.1.
Análisis de sensibilidad de Z

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

Fuente: Elaboración propia a partir de CNSF. Moreno Ma. Teresa, Ramos Luis; Aplicación de Modelos de Credibilidad para el cálculo de Primas en el seguro de Automóviles; 2003.

2.6 Criterio de Jerarquización de Jewell

Paralelamente a la aparición del Modelo de Regresión de Hachemeister; Jewell, W. (1975), presentó su modelo conocido con el nombre *Modelo Jerárquico de Jewell*, tratándose de otra generalización del Modelo de Bühlmann-Straub, pero en otra dirección, siendo a su vez el precursor de otra de las vertientes en la cual se ha desarrollado la Teoría de la Credibilidad desde la aparición del Modelo de Bühlmann.

Jewell, W. asumió que cada cartera puede estar dividida en un cierto número de subcarteras, donde cada una de ellas está caracterizada por un parámetro de riesgo desconocido que describe como una subcartera defiere de las otras, es decir, consideró un modelo jerárquico con parámetros aleatorios a dos niveles: en el nivel de las pólizas y en el nivel de las subcarteras. Para ello, imagínese una compañía de seguros en la cual cada riesgo individual es una póliza de seguro individual, y el colectivo es la cartera de coberturas similares dentro de nuestra compañía. Está claro que las coberturas pueden cambiar de una compañía a otra, y que la cartera puede ser mejor o peor que la media nacional.

El universo de colectivos corresponde a la unión de todos los posibles contratos de riesgo de este tipo en la nación, esto es, está formado por los colectivos o carteras parecidas de todas las compañías del país, para las cuales, como indica Jewell, W., se puede asumir que disponemos de estadísticos adecuados.

Revísese el siguiente resultado relativo a la familia de distribuciones exponencial.

Teorema 2.2. *Dados un riesgo X con una función de densidad $f(x|\theta)$, y la distribución a priori del parámetro conjugada para esa verosimilitud, entonces el estimador de Bühlmann de la prima neta y el estimador Bayesiano (la prima neta Bayes) coinciden cuando ambas distribuciones pertenecen a la familia exponencial.*

Demostración: La demostración se realizará considerando la familia exponencial continua. El caso discreto es similar. Así, dada la familia exponencial con función de densidad,

$$f(x | \theta) = \frac{a(x)e^{-\theta x}}{c(\theta)}, \theta \in \Theta \quad (2.10)$$

En la que $c(\theta)$ es la constante de normalización. La distribución *a priori* conjugada natural para esta verosimilitud es:

$$\pi(\theta) = \frac{[c(\theta)]^{-n_0} e^{-\theta x_0}}{d(n_0, x_0)}, \quad (2.11)$$

Donde $d(n_0, x_0)$ es de nuevo una constante de normalización y n_0 y x_0 dos parámetros de la que depende. La distribución *a posteriori* es de nuevo del tipo (2.10), pero con los parámetros actualizados:

$$n_0 \rightarrow n_0 + n,$$

$$x_0 \rightarrow x_0 + \sum_{i=1}^n X_i.$$

La prima neta de riesgo y la varianza de X vienen dadas por:

$$P(\theta) = \mu(\theta) = -\frac{c'(\theta)}{c(\theta)},$$

$$\text{Var}[X | \theta] = \frac{c''(\theta)c(\theta) - c'(\theta)^2}{c(\theta)^2} = -\frac{d}{d\theta}[P(\theta)].$$

Derivando (2.10) con respecto a θ se obtiene:

$$\begin{aligned} \pi'(\theta) &= \frac{1}{d(n_0, x_0)} \left\{ -n_0 [c(\theta)]^{-n_0-1} c'(\theta) e^{-\theta x_0} - x_0 e^{-\theta x_0} [c(\theta)]^{-n_0} \right\} \\ &= \pi(\theta) \left[\frac{-n_0 c'(\theta)}{c(\theta)} - x_0 \right] = \pi(\theta) [n_0 \mu(\theta) - x_0]. \end{aligned} \quad (2.12)$$

Integrando ahora (2.11) sobre Θ se tiene:

$$\pi(\theta)|_{\Theta} = n_0 \int_{\Theta} \mu(\theta) \pi(\theta) d\theta - x_0,$$

Y suponiendo que $\pi(\theta)$ se anula en los extremos de Θ resulta:

$$\int_{\Theta} \mu(\theta) \pi(\theta) d\theta = \frac{x_0}{n_0} = m.$$

Entonces:

$$\int_{\Theta} \mu(\theta) \pi(\theta | X_1, \dots, X_n) d\theta = \frac{x_0 + \sum_{i=1}^n X_i}{n_0 + n} = [1 - Z]m + Z\bar{X},$$

Con factor de credibilidad:

$$Z = \frac{n}{n_0 + n}.$$

Derivando (2.11) con respecto a θ queda:

$$\begin{aligned} \pi''(\theta) &= \pi'(\theta)[n_0\mu(\theta) - x_0] + \pi(\theta)n_0 \frac{-c''(\theta)c(\theta) + c'(\theta)^2}{c(\theta)^2} \\ &= \pi(\theta)[n_0\mu(\theta) - x_0]^2 - \pi(\theta)n_0 \text{Var}(X | \theta). \end{aligned} \quad (2.13)$$

Finalmente, integrando (2.12) con respecto a Θ resulta:

$$\begin{aligned} \int_{\Theta} \pi''(\theta) d\theta &= \int_{\Theta} [n_0(\mu(\theta) - m)]^2 \pi(\theta) d\theta - n_0 E[\text{Var}(X | \theta)] \\ &= n_0 \{n_0 \text{Var}[\mu(\theta)] - E[\text{Var}(X | \theta)]\}. \end{aligned}$$

Teniendo en cuenta que si $\pi(\theta)$ se anula en los extremos de Θ , también lo hará su derivada, se concluye que:

$$n_0 = \frac{E[\text{Var}(X | \theta)]}{\text{Var}[E(X | \theta)]} = \frac{s^2}{a},$$

Y, por tanto, el factor de credibilidad de Z es igual al de Bühlmann.

En este modelo, se considera que la cartera existente puede ser dividida en un cierto número, p , de subcarteras o sectores, donde cada una de ellas está caracterizada por un parámetro de riesgo, que describe las diferencias existentes entre las distintas subcarteras, ya que cada subcartera, esta formada por un cierto número de pólizas poseen determinadas características básicas comunes. Sin embargo cada póliza posee unas características específicas que la diferencian de las demás pólizas dentro de la subcartera, características específicas que vienen cuantificadas por otro parámetro de riesgo. Se trata, por lo tanto, de un *Modelo Jerárquico a dos niveles*, donde cada póliza tiene asociados dos parámetros de riesgo, uno en el nivel de pólizas y otro en el nivel de las subcarteras.

El objetivo de este modelo sigue siendo hallar los mejores estimadores de credibilidad lineales para las primas de riesgo individuales utilizando el procedimiento de los mínimos cuadrados; sin embargo, en este caso al haber estructurado la cartera en dos niveles, su obtención está ligada a la de los estimadores de credibilidad para las primas de riesgo de cada subcartera.

2.6.1 Estimadores de credibilidad lineales

El modelo Jerárquico de Jewell proporciona, en última instancia, estimadores de credibilidad lineales para $\mu(\theta_p)$, en el nivel de las subcarteras, y para $\mu(\theta_p, \theta_{pj})$, en el nivel de las pólizas. Gráficamente se podría indicar las esperanzas condicionadas para el modelo jerárquico como se muestra en el Cuadro 2.2.

Cuadro 2.2.
Esperanzas Condicionadas Modelo Jerárquico de Jewell

Subcarteras	1	.....	p	.....	P
Pólizas	$(p,1)$	.....	(p,j)	.....	(p,k_p)
Variables Estructurales	θ_{p1}		θ_p θ_{p2}		θ_{pk_p}
Esperanzas de las subcarteras	$\mu(\theta_p) = E[X_{pjs} / \theta_p] = E[\mu(\theta_p, \theta_{pj}) / \theta_p]$				
Esperanzas de las pólizas	$\mu(\theta_p, \theta_{p1})$	.....	$\mu(\theta_p, \theta_{pj})$	.....	$\mu(\theta_p, \theta_{pk_p})$

Antes de obtener los estimadores de credibilidad defínase los parámetros estructurales que aparecen en este modelo, que son los siguientes:

- $m_p = \mu(\theta_p) = E[\mu(\theta_p, \theta_{pj}) / \theta_p] = E[X_{pjs} / \theta_p]$

Es el valor esperado para las pólizas de la subcartera p , con $p = 1, 2, \dots, P$

- $m = E[\mu(\theta_p)] = E_{TOTAL}[\mu(\theta_p, \theta_{pj})] = E_{TOTAL}[X_{pjs}]$

Es la esperanza conjunta para la cartera en su totalidad.

- $s^2 = E[\sigma^2(\theta_p, \theta_{pj})]$

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

- $a = E[\text{Var}[\mu(\theta_p, \theta_{pj}) / \theta_p]]$

Mide ahora el grado de variabilidad esperado dentro de las subcarteras, o la heterogeneidad esperada dentro de las subcarteras.

- $b = \text{Var}[\mu(\theta_p)]$

Mide la heterogeneidad entre las distintas subcarteras, siendo por lo tanto, una novedad en este modelo.

Por otro lado la notación que se va a utilizar es:

- $w_p = \sum_{j=1}^{k_p} w_{pj} = \sum_{j=1}^{k_p} \sum_{s=1}^{t_{pj}} w_{pjs}$

- Z_{pj} : Es el factor de credibilidad en el nivel de los contratos, con $p = 1, 2, \dots, P$ y $j = 1, 2, \dots, k_p$ siendo igual:

$$Z_{pj} = \frac{aw_{pj}}{s^2 + aw_{pj}}$$

- Z_p : Es el factor de credibilidad pero en el nivel de las subcarteras con $p = 1, 2, \dots, P$, que viene definido de la siguiente manera:

$$Z_p = \frac{bZ_p}{a + bZ_p} = \sum_{j=1}^{k_p} Z_{pj}$$

Además vamos a introducir las siguientes medias ponderas:

$$X_{pjw} = \sum_{s=1}^{t_{pj}} \frac{w_{pjs} X_{pjs}}{w_{pj}}$$

$$X_{pzw} = \sum_{j=1}^{k_{pj}} \frac{Z_{pj} X_{pjw}}{Z_p}$$

$$X_{zzw} = \sum_{p=1}^P \frac{Z_p X_{pzw}}{Z}$$

Siendo:

$$Z = \sum_{p=1}^P Z_p$$

Ahora es necesario tomar en cuenta algunas relaciones de covarianza, que serán importantes para determinar tanto los estimadores de credibilidad:

- $Cov[\mu(\theta_p, \theta_{pj}), X_{qis}] = \delta_{pq} (\delta_{ij} a + b)$
- $Cov[\mu(\theta_p), X_{qjw}] = \delta_{pq} b$
- $Cov[X_{pjs}, X_{pjs'}] = \frac{\delta_{ss'} s^2}{w_{pjs}} + a + b$
- $Cov[X_{pjs}, X_{qj's'}] = 0 \quad p \neq q$
- $Cov[X_{pjs}, X_{pj'w}] = Cov[X_{pjw}, X_{pj'w}] = b + \delta_{jj'} \frac{a}{Z_{pj}}$
- $Cov[X_{pjs}, X_{pjs'}] = \frac{\delta_{ss'} s^2}{w_{pjs}} + a + b$
- $Cov[X_{pjs}, X_{pj'w}] = Cov[X_{pjw}, X_{pj'w}] = b + \delta_{jj'} \frac{a}{Z_{pj}}$
- $Cov[X_{pjw}, X_{pzw}] = Cov[X_{pzw}, X_{pzw}] = \frac{b}{Z_p} = b \frac{a}{Z_{pj}}$

- $Cov[X_{pzw}, X_{zpw}] = Cov[X_{zpw}, X_{zpw}] = \frac{b}{z}$

Considerando lo siguiente:

$$Min E \left[\left[\mu(\theta_p, \theta_{pj}) - c_0 - \sum_{i=1}^{k_p} \sum_{s=1}^{t_{pi}} c_{pis} X_{pis} \right]^2 / \theta_p \right] \quad (2.14)$$

Se resuelve la minimización para obtener las primas correspondientes, pero para la subcartera p que está determinada por la siguiente relación:

$$\hat{\mu}(\theta_p, \theta_{pj}) = Z_{pj} X_{pjw} + [1 - Z_{pj}] \mu(\theta_p) \quad (2.15)$$

Donde:

Z_{pj} : Es el factor de credibilidad para la póliza j -ésima perteneciente a la subcartera p siendo:

$$Z_{pj} = \frac{aw_{pj}}{s^2 + aw_{pj}}$$

X_{pjw} : Es el estimador individual $\mu(\theta_p, \theta_{pj})$, dentro de la subcartera p , siendo:

$$X_{pjw} = \sum_{s=1}^{t_{pj}} \frac{w_{pjs} X_{pjs}}{w_{pj}}$$

$m_p = \mu(\theta_p) = E[\mu(\theta_p, \theta_{pj}) / \theta_p]$: Es el valor esperado para todas las pólizas de la subcartera

p , o dicho de otra manera, es el estimador colectivo $\mu(\theta_p, \theta_{pj})$.

Los resultados obtenidos permiten observar la prima estimada para el riesgo j , y la correspondiente a la subcartera p , las cuales se obtienen como una combinación de la prima total que se cobra $m = m_p$ y la prima que les correspondería si únicamente se tomara en cuenta su propia experiencia individual determinada por sus particulares condiciones.

En el caso de los subportafolios, la prima que se obtendría con base en su propia experiencia estaría dada por X_{pzw} , que corresponde a la suma ponderada de las reclamaciones correspondientes (observaciones), independientemente de la clase de contratos de que se trate, obteniéndose así a partir de las primas a cada una de las clases de contratos X_{pjw} . Puede observarse el cálculo de las primas que deberían cobrarse, pero es necesario conocer la prima total que se cobra a toda la cartera m y los distintos factores de credibilidad para la obtención de los estimadores.

2.6.2 Prima de credibilidad

El cálculo de la prima requiere que la distribución del riesgo X bajo consideración sea conocida (o al menos ciertos momentos). Nosotros consideraremos, como es usual en teoría de la credibilidad, el caso en el que la distribución de X está especificada salvo un parámetro desconocido.

Sean X_1, X_2, \dots, X_t variables aleatorias independientes e idénticamente distribuidas con valores en $x \subseteq \mathfrak{R}$. Estas variables representan las reclamaciones de un asegurado en los últimos t años de vigencia de la póliza o asegurado.

Sea la distribución de $X_i, i = 1, \dots, t$ dada por $f(x | \theta)$, dependientemente de un parámetro $\theta \in \Theta \subseteq \mathfrak{R}$, y denominado en términos actuariales parámetro de riesgo.

Un principio de cálculo de prima P asigna a cada parámetro de riesgo θ una prima $P(\theta)$ que se denomina prima de riesgo. En el supuesto de utilizar el principio de prima neta, la función P viene dada por:

$$P(\theta) = \int_x xf(x | \theta) dx \quad (2.21)$$

Obsérvese que esta prima no está expresada en términos monetarios. En la práctica, para calcular la prima monetaria se asume una indemnización fija por siniestro, c , de aquí que la prima que la compañía cobraría al asegurado sería $cP(\theta)$.

Uno de los principales tópicos en teoría de la credibilidad, es precisamente la incertidumbre del parámetro de riesgo.⁸ Si el actuario conoce de qué manera los valores del parámetro de riesgo θ se distribuye dentro

⁸ (Freifelder, 1974; Herzog, 1996; Klugman et al., 1998; Gómez et al., 1999; entre otros).

del colectivo de la compañía de seguros a la que pertenezca el asegurado, la prima de riesgo se podrá estimar mediante la denominada prima colectiva.

Denotando por $\pi_0(\theta)$ la distribución de dicho parámetro, la prima colectiva, $P_{\pi_0}^*$, se calcula como:

$$P_{\pi_0}^* = \int_E P(\theta) \pi_0(\theta) d\theta \quad (2.22)$$

En la literatura bayesiana $\pi_0(\theta)$ es la distribución *a priori*; función estructura en la literatura actuarial, pues describe la estructura del riesgo al que pertenece el asegurado. Sin embargo una mejor estimación de la prima de riesgo puede obtenerse mediante el cálculo de la *prima bayesiana*. Para ello el actuario tomaría una muestra x_1, x_2, \dots, x_t de las variables aleatorias X_1, X_2, \dots, X_t , y que no es más que la información sobre las reclamaciones del asegurado en los últimos t años. Considerando la información muestral con la distribución *a priori* podemos obtener, vía teorema de Bayes, la distribución a posteriori de la forma:

$$\pi_0(\theta | x_1, x_2, \dots, x_t) = \frac{f(x_1, x_2, \dots, x_t | \theta) \pi_0(\theta)}{p(x_1, x_2, \dots, x_t | \pi_0)},$$

Donde $f(x_1, x_2, \dots, x_t | \theta)$ es la verosimilitud de la muestra y $p(x_1, x_2, \dots, x_t | \pi_0)$, la distribución marginal de la muestra dada $\pi_0(\theta)$, viene dada por

$$p(x_1, x_2, \dots, x_t | \pi_0) = \int_{\Theta} f(x_1, x_2, \dots, x_t | \theta) \pi_0(\theta) d\theta.$$

Ahora, la prima bayesiana se calcula como:

$$P_{\pi_0}^*(m) \equiv P_{\pi_0}^*(x_1, x_2, \dots, x_t) = \int_E P(\theta) \pi_0(\theta | x_1, x_2, \dots, x_t) d\theta, \quad (2.23)$$

Donde ahora en adelante denotamos por:

$$m = \sum_{i=1}^t x_i / t$$

La información muestral, dada por la media muestral.

2.6.3 Variables y factores

En el contexto de la estadística actuarial y el análisis de riesgos, un riesgo equivale a una variable aleatoria. En lo que sigue denotamos por X la variable aleatoria número de reclamaciones, cantidad reclamada (severidad) o bien una combinación de ambas.

Las compañías de seguros aceptan riesgos de sus clientes, los asegurados, frente a un cierto precio denominado prima. La teoría de la credibilidad se basa en agrupar pólizas referentes a un mismo riesgo con una serie de características comunes en un colectivo, al cual le corresponde como tal una determinada *prima colectiva*. Pero cada póliza, a su vez, tiene un conjunto de características específicas que la diferencia de las demás pólizas. Estas características, en la mayoría de los casos, son inobservables o difíciles de cuantificar, pero obviamente han de tenerse en cuenta para calcular las *primas de riesgo individuales*. La teoría de la credibilidad estima dichas primas basándose en la información pasada de la experiencia de la siniestralidad y las fórmulas obtenidas son, en muchas ocasiones, una suma ponderada de la prima colectiva del riesgo y la media empírica de las indemnizaciones pagadas. El factor de ponderación utilizado se conoce con el nombre de *factor de credibilidad*.

Hasta hace poco, se intentaba determinar la prima para el colectivo sin preocuparse excesivamente por la heterogeneidad de la cartera. Sin embargo, la tendencia actual y futura parece considerar también las características particulares de cada riesgo.

El modelo de Bühlmann muestra la notación estructural de acuerdo a la información plasmadas en el Cuadro 2.3

Cuadro 2.3.
Notación Estructural Modelo de Bühlmann

Símbolo	Nombre	Descripción
θ_j	Parámetro de riesgo	Es el parámetro de riesgo para la póliza j -ésima. Es una variable estructural, que describe las características de riesgo del contrato j -ésimo, con $j = 1, 2, \dots, n$, siendo n el número total de pólizas de la cartera. En la mayoría de los casos este parámetro es desconocido o inobservable, de ahí, que estos parámetros sean considerados como variables aleatorias desconocidas.
X_{js}	Monto de la reclamación en el j -ésimo año	Variable que indica la experiencia de reclamaciones para la póliza j -ésima en el periodo s -ésimo, donde $j = 1, 2, \dots, n$ y $s = 1, 2, \dots, t$, siendo t el número de periodos observados para cada póliza. Es también una variable aleatoria, pero con realizaciones observables. En ocasiones se suele interpretar como el importe medio de las indemnizaciones por siniestro

Un esquema clarificador puede ser el siguiente:

Cartera		1	2	.....	j	.....	k
Variable estructural		θ_1	θ_2	.....	θ_j	.....	θ_k
Periodo de observación	1	X_{11}	X_{21}		X_{j1}	.....	X_{k1}
	2	X_{12}	X_{22}	.....	X_{j2}	.....	X_{k2}
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
	T	X_{1t}	X_{2t}		X_{jt}		X_{kt}

Al grupo j , le corresponde un vector aleatorio $x_j = (x_{j1}, x_{j2}, \dots, x_{jt})$, donde x_{jt} representa la reclamación del j -ésimo grupo en el momento t con parámetro de riesgo θ .

Partiendo del supuesto de que los k grupos son independientes e idénticamente distribuidos, que conocido el parámetro θ_j . Las variables $x_{j1}, x_{j2}, \dots, x_{jt}$ son condicionalmente independientes e idénticamente distribuidas.

Puede notarse que la cartera no es homogénea dados los diferentes parámetros de riesgo a los que se encuentran expuestos los riesgos. Como se desconoce la distribución del parámetro de riesgo, será necesario estimar cada uno de los parámetros que definen las ecuaciones (2.8), (2.9) y en consecuencia, la mejor aproximación lineal para:

$$E[\mu(\theta_j / X_{j1}, X_{j2}, \dots, X_{jt})]$$

o lo que es lo mismo, el estimador ajustado de credibilidad para $\mu(\theta_j)$ es:

$$\hat{\mu}(\theta_j) = c_{j0} + \sum_{s=1}^t c_{js} (X_{js}) = c_{j0} + c \sum_{s=1}^t X_{js}$$

Sustituyendo c_{j0} y c dados anteriormente, resulta que:

$$\hat{\mu}(\theta_j) = [1 - Z]m + Z\bar{X} \tag{2.15}$$

Donde:

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

$$\bar{X} = \sum_{s=1}^t \frac{X_{js}}{t}$$

Bühlmann no abordó el problema de la estimación de los parámetros estructurales, sólo planteó el modelo y obtuvo el estimador ajustado de credibilidad, $\hat{\mu}(\theta_j)$ que es resultado del proceso de minimización, indicando que el problema de la estimación de los parámetros aún no había sido abordado. Teniendo los parámetros estructurales que queremos estimar:

$$m = E[X_{js}] = E[\mu(\theta_j)]$$

$$a = \text{Var}[E[X_{js} / \theta_j]] = \text{Var}[\mu(\theta_j)]$$

$$s^2 = E[\text{Var}[X_{js} / \theta_j]] = E[\sigma^2(\theta_j)]$$

Un estimador obvio para la media poblacional m es el valor medio observado:

$$M_{\Theta} = \frac{1}{k} \sum_{j=1}^k M_j = \frac{1}{k} \sum_{j=1}^k \sum_{s=1}^t \frac{X_{js}}{t} \quad (2.16)$$

Obsérvese que M_{Θ} da la misma importancia a todas las medias individuales, esto es, presupone que se trata de un colectivo homogéneo, aunque no lo sea.

El parámetro estructural s^2 indica el valor esperado de la dispersión total de los datos en tiempo. Un estimador para el valor medio de k las varianzas individuales empíricas, siendo su expresión:

$$s^2 = \frac{1}{k} \sum_{j=1}^k \frac{1}{t-1} \sum_{s=1}^t (X_{js} - M_j)^2 \quad (2.17)$$

Donde:

$$s_j^2 = \frac{1}{t-1} \sum_{s=1}^t (X_{js} - M_j)^2 \quad (2.18)$$

Que es la varianza individual empírica dentro del riesgo j -ésimo.

El parámetro a expresa la variación de la prima pura verdadera individual entre los riesgos en la población.

Un estimador para dicho parámetro podría ser la varianza empírica de la prima pura observada \hat{a}_b , definida como sigue:

$$\hat{a}_b = \frac{1}{k-1} \sum_{j=1}^k (M_j - M_\Theta)^2 \quad (2.19)$$

Si $m = \sum_{i=1}^t x_i / t$

estuviese perfectamente estimado por $\hat{\mu}(\theta_j)$, entonces \hat{a}_b sería un estimador insesgado de a . Sin embargo $\hat{\mu}(\theta_j)$, fluctúa más ampliamente que $\mu(\theta_j)$, ya que está afectado por la variación accidental dentro del riesgo de un periodo a otro, siendo el estimador ajustado correctamente de : a

$$\hat{a} = \frac{1}{k-1} \sum_{j=1}^k (M_j - M_\Theta)^2 - \frac{1}{t} s^{\wedge 2} \quad (2.20)$$

Los tres estimadores que acabamos de ver son insesgados y consistentes, esto es:

$$\begin{aligned} \hat{a}_b E[M_\Theta] &= m \\ - E \left[s^{\wedge 2} \right] &= E[\sigma^2(\theta_j)] \\ - E \left[\hat{a} \right] &= \text{Var}[\mu(\theta_j)] \end{aligned}$$

Dentro del *Modelo Jerárquico de Jewell* se encuentra la siguiente notación estructural de acuerdo al Cuadro 2.4.

Cuadro 2.4.
Notación Estructural Modelo Jerárquico de Jewell

Símbolo	Nombre	Descripción
θ_p	Parámetro de riesgo de la subcartera p	Es una variable estructural, que se introduce en este modelo. Es el parámetro de riesgo que caracteriza a la subcartera p , con $p = 1, 2, \dots, P$, siendo P el número de subcarteras en las que se ha dividido la cartera. Al tratarse de un parámetro de riesgo, es una variable aleatoria inobservable.
θ_{pj}	Parámetro de riesgo en el j -ésimo año	Es el parámetro de riesgo que describe las características de la póliza j -ésima perteneciente a la subcartera p , donde $j = 1, 2, \dots, k_p$ y siendo k_p , el número de pólizas que constituyen la subcartera p .
X_{pjs}	Monto de la reclamación en el j -ésimo año de la subcartera p	Es la variable aleatoria observable que nos indica la experiencia de reclamaciones para la póliza j -ésima, perteneciente a la subcartera p , en el periodo s -ésimo, con $p = 1, 2, \dots, P$; $j = 1, 2, \dots, k_p$ y $s = 1, 2, \dots, t_{pj}$, siendo t_{pj} el número de periodos observados para la póliza j -ésima, perteneciente a la subcartera p .
w_{pjs}	Ponderaciones s	Son las ponderaciones o pesos naturales de las variables observables X_{pjs} . Son números positivos conocidos.

En este modelo la subcartera p viene caracterizada por el siguiente conjunto de variables:

$$(\theta_p, \theta_{pj}, X_{pjs}) \quad j = 1, 2, \dots, k_p; \quad s = 1, 2, \dots, t_{pj}$$

Y el contrato p_j por:

$$(\theta_{pj}, X_{pjs}) \quad s = 1, 2, \dots, t_{pj}$$

Un esquema representativo, puede ser el siguiente:

	$p = 1$		.....	.....	$p = P$		.....
Subcartera	θ_1		.....	.....	θ_p		.....
Variable estructural	θ_{11}	θ_{12}	.....	.....	θ_{p1}	θ_{p2}	.....

	$p = 1$		.....	.....	$p = P$		.....
Subcartera	θ_1		.....	.....	θ_p		.....
Periodo de observación (ponderaciones naturales)	X_{111}	X_{121}	.....	.....	X_{p11}	X_{p21}	.....
	(w_{111})	(w_{121})	.....	.....	(w_{p11})	(w_{p21})	.....
	X_{112}	X_{122}	.....	.....	X_{p12}	X_{p22}	.....
	(w_{112})	(w_{122})	.....	.....	(w_{p12})	(w_{p22})	.....
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	
Contratos	11	12	.....	.....	P1	P2	.....

Como se ha visto, el estimador de credibilidad lineal no-homogéneo, para la prima de riesgo individual $\mu(\theta_p, \theta_{pj})$ es:

$$\hat{\mu}(\theta_p, \theta_{pj}) = Z_{pj} X_{pjw} + [1 - Z_{pj}] \left[\frac{am + b \sum_{j=1}^{k_p} Z_{pj} X_{pjw}}{a + bZ_p} \right]$$

Siendo:

m : La esperanza conjunta de la cartera en su totalidad

$$Z_{pj} = \frac{bw_{pj}}{s^2 + aw_{pj}}$$

Por otro lado, el estimador ajustado de credibilidad líneas que hemos obtenido para $\mu(\theta_p)$ es:

$$\hat{\mu}(\theta_p) = N_p^a = [1 - Z_p]m + Z_p X_{pzw}$$

Siendo:

$$Z_p = \frac{bZ_p}{a + bZ_p}$$

Para poder aplicar ambos estimadores es preciso que estimar previamente los parámetros estructurales que aparecen en los mismos m, s^2, a y b .

Los estimadores insesgados propuestos para estos parámetros son los siguientes:

- $\hat{m} = N_0 = X_{zzw}$ para la esperanza conjunta de la cartera en su totalidad, siendo:

$$\hat{m} = \sum_{p=1}^P \frac{Z_p X_{pzw}}{Z}$$

- \hat{s}^2 para s^2 , que mide la heterogeneidad esperada de la experiencia de reclamaciones en el tiempo:

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

- \hat{a} para a , que mide la heterogeneidad esperada dentro de las subcarteras:

$$\hat{a} = \frac{\sum_{p=1}^P \sum_{j=1}^{k_p} Z_{pj} [X_{pjw} - X_{pzw}]^2}{\sum_{p=1}^P (k_p - 1)} \quad \text{con } k_p \geq 2$$

- \hat{b} para b , que mide la heterogeneidad entre las distintas subcarteras:

$$\hat{b} = \frac{\sum_{p=1}^P Z_p [X_{pzw} - X_{zzw}]^2}{(P - 1)}$$

Capítulo 3.

Ajuste sistemático de la prima de riesgo por padecimientos crónicos

3.1 Supuestos

En el desarrollo del presente capítulo se obtendrá una estimación de la prima de credibilidad, en base a rangos quinquenales de edad de los 10 principales padecimientos crónicos seleccionados de la mujer, mediante el modelo Jerárquico de Jewell basado en la Teoría de la Credibilidad establecido en el capítulo anterior, con la información del Sistema Estadístico del Sector Asegurador (SESA) durante los periodos 2009-2011 para el ramo de gastos médicos mayores colectivo. Lo anterior, con la finalidad de proponer una prima equilibrada entre la experiencia individual de estos padecimientos y la experiencia colectiva de la cartera.

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 sí, combinando la experiencia de un asegurado en específico con la experiencia de toda la cartera de la empresa.

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 padecimiento.

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.

Los grupos de riesgo sujetos a un mismo parámetro de riesgo, (θ_j) se subdividen en clases dentro de cada concepto, es decir, tipo de padecimientos, edad quinquenal. Lo anterior implica que la cartera dividida ahora en subcarteras está formada por grupos de riesgo.

El objetivo es hallar los mejores estimadores de credibilidad para las primas que se deberán cobrar a cada rango de edad por cubrir los principales padecimientos crónicos de la mujer y finalmente obtener la prima de la cartera total.

La construcción y subdivisión del modelo y la homogeneidad proporcionada por esta división permitirá estimar la prima.

Bajo los supuestos de un seguro de gastos médicos mayores colectivo en un plan nacional, el cual proporciona al asegurado la posibilidad de recibir atención médica en cualquier hospital de la zona contratada.

Con los siguientes beneficios:

- Gastos de hospitalización y médicos.
- Medicamentos
- Estudios de laboratorio y gabinete.
- Cobertura de recién nacido.
- Uso de ambulancia.
- Honorarios quirúrgicos

Gastos cubiertos sin periodo de espera.

- Tumor maligno de la mama.
- Trastornos de los discos cervicales y de otros discos intervertebrales.
- Otros tumores in situ y benignos, y tumores de comportamiento incierto y desconocido.
- Colelitiasis y colecistitis.
- Enfermedades del apéndice.
- Leiomioma del útero.
- Enfermedades de la nariz y de los senos nasales.
- Complicaciones del embarazo y del parto.
- Traumatismos de regiones especificadas, de regiones no especificadas y de múltiples regiones del cuerpo.
- Luxaciones, esguinces y desgarros de regiones especificadas y de múltiples regiones

3.2 Hipótesis

La hipótesis que se deben considerar, para hallar los estimadores ajustados de credibilidad para las primas de riesgo individuales de las enfermedades que integran la cartera en estudio, es la homogeneidad en el tiempo.

Está claro que las carteras pueden variar de una compañía a otra, y que la cartera –en estudio- puede ser mejor o peor que la experiencia de la compañía aseguradora dado que se está utilizando la información estadística del sector asegurador y ésta tiene sus deficiencias y limitantes en cuanto a la confiabilidad y nivel de seguridad de los datos muestra.

El universo de colectivos corresponde a la unión de todos los posibles contratos de riesgo de este tipo, esto es, está formado por los colectivos o carteras similares, para las cuales, como indica Jewell, podemos asumir que disponemos de estadísticos adecuados.

En este caso se va a considerar que la cartera se halla dividida en un cierto número de subcarteras, de manera que cada padecimiento crónico tiene asociados dos parámetros de riesgo, uno para cada nivel, y al mismo tiempo, que las observaciones esperadas son homogéneas en el tiempo. En líneas generales, es lo mismo que decir que vamos a aplicar el Modelo Jerárquico de Jewell, cuya hipótesis son las siguientes:

- i) Las subcarteras (padecimientos crónicos) $p = 1, 2, \dots, P$ son independientes, es decir, los pares $(\theta_p, \theta_{pj}, X_{pjs})$, con $j = 1, 2, \dots, k_p$ y $s = 1, 2, \dots, t_{pj}$, son independientes.
- ii) Para cada X_{pjs} y para cada θ_p dado, los contratos $pj = p1, p2, \dots, pk_p$, es decir, los pares (θ_p, X_{pjs}) , con $s = 1, 2, \dots, t_{pj}$, son condicionalmente independientes.
- iii) Para cada $p = 1, 2, \dots, P$; $j = 1, 2, \dots, k_p$ y cada (θ_p, θ_{pj}) dado, las observaciones condicionales: $X_{pj1} / \theta_p, \theta_{pj}$; $X_{pj2} / \theta_p, \theta_{pj}$; ...; $X_{pj t_{pj}} / \theta_p, \theta_{pj}$ son independientes.
- iv) Todos los pares de variables (θ_p, θ_{pj}) , con $p = 1, 2, \dots, P$ y $j = 1, 2, \dots, k_p$ están idénticamente distribuidos.
- v) Para todo p, j , y s :

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

$$b) Var[X_{pjs} / \theta_p, \theta_{pj}] = \frac{1}{w_{pjs}} \sigma^2(\theta_p, \theta_{pj})$$

Donde $\mu(\theta_p, \theta_{pj})$ y $\sigma^2(\theta_p, \theta_{pj})$ no dependen de los subíndices p, j , y s .

En este modelo las observaciones esperadas son homogéneas en el tiempo, mientras que la varianza depende del periodo considerado vía los pesos naturales.

Defínase a $\mu(\theta_p)$ como:

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

Que no es más que el valor esperado para todos los elementos de la subcartera p , con $p=1,2,\dots,P$.

3.3 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 padecimiento crónico) considerada, $\mu(\theta_p)$ con $p = 1,2,\dots,P$ cuya definición es la siguiente:

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

La finalidad 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 (padecimientos crónicos). 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.

3.3.1 Heterogeneidad

$a = E[\text{Var}[\mu(\theta_p, \theta_{pj}) / \theta_p]]$ mide la heterogeneidad esperada en el tiempo de la experiencia de reclamaciones.

Cuadro 3.1.

Cálculo de estimador de heterogeneidad de rangos de edad por padecimiento

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

Rangos de edad	Tumor maligno de la mama	Trastornos de los discos cervicales y de otros discos intervertebrales	Otros tumores in situ y benignos, y tumores de comportamiento incierto y desconocido	Colelitiasis y colecistitis	Enfermedades del apéndice
	I	II	III	IV	V
0 – 4	2,618	33,225	6,708	15,356	22,317
5 – 9	22,883	1,165	31,607	940	678,817
10 – 14	24,640	38,013	39	24,711	637,491
15 – 19	5,555	13,392	4,914	38,427	2,676,833
20 – 24	18,178	5,048	172	521,596	3,301,827
25 – 29	268	138,500	5,083	2,057,429	90,042
30 – 34	85,196	134,092	45,587	8,875,957	766,573
35 – 39	1,092,426	47,801	1,737,646	5,387,487	458,436
40 – 44	326,610	1,199,875	2,238,181	3,188,061	275,200
45 – 49	7,462,541	7,240,121	5,369,484	5,729,011	103,244
50 – 54	11,986,458	8,327,142	42,218,238	10,253,778	278,340
55 – 59	8,122,581	4,200,853	16,947,527	11,343,079	3,243,631
60 – 64	53,821,513	32,123,763	3,527,310	5,335,313	3,839,560
65 – 69	79,408,133	31,510,304	25,059,612	8,436,813	9,995,821
70 – 74	57,189,355	7,801,301	2,068,468,156	8,809,092	1,073,481
75 – 79	372,888,230	103,520,399	4,328,183	59,421,170	8,205,979
80 y +	2,363,296,703	401,767,982	4,473,877,394	103,294,150	436,392,998

Rangos de edad	Leiomioma del útero	Otras enfermedades de la nariz y de los senos nasales	Otras complicaciones del embarazo y del parto	Otros traumatismos de regiones especificadas, de regiones no especificadas y de múltiples regiones del cuerpo	Luxaciones, esguinces y desgarros de regiones especificadas y de múltiples regiones	<i>a</i>
	VI	VII	VIII	IX	X	
0 – 4	1,024	282	38	675,523	48,447	80,554
5 – 9	5,438	2,600	279	3,541,585	168,866	445,418
10 – 14	11,371	74,160	58	8,570,900	3,958,840	1,334,022
15 – 19	2,947	2,039,335	6,651	572,387	633,812	599,425
20 – 24	18,911	2,615,434	8,650	1,527,100	496,005	851,292
25 – 29	15,606	284,708	98,188	4,006,889	1,804,335	850,105
30 – 34	2,110,157	446,517	183,267	506,169	1,866,638	1,502,015
35 – 39	2,618,446	328,747	442,032	532,411	2,279,228	1,492,466
40 – 44	9,833,550	519,250	4,585	1,099,325	2,917,128	2,160,176
45 – 49	64,438,145	38,792	48,950	8,949,060	3,869,208	10,324,855
50 – 54	39,966,011	61,299	19,966	8,537,892	15,890,937	13,754,006
55 – 59	2,245,537	165,058	11,915	14,166,271	33,175,741	9,362,219
60 – 64	11,190,653	6,581,384	5,826	10,988,834	37,836,342	16,525,050
65 – 69	10,697,784	20,060,770	949	8,275,910	4,751,075	19,819,717
70 – 74	6,613,057	1,088,547	53	33,430,414	3,867,131	218,834,059
75 – 79	3,745,743	2,809,264	3,209	787,751,612	196,008,647	153,868,244
80 y +	94,267,432	43,519,682	-	2,150,954,258	963,265,584	1,103,063,618

Fuente: Elaboración propia a partir de información estadística de SESA 2009-2011

3.3.2 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 3.2.
Cálculo de estimador de varianza por rangos y padecimiento

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

Rangos de edad	Tumor maligno de la mama	Trastornos de los discos cervicales y de otros discos intervertebrales	Otros tumores in situ y benignos, y tumores de comportamiento incierto y desconocido	Colelitiasis y colecistitis	Enfermedades del apéndice	Leiomioma del útero	Otras enfermedades de la nariz y de los senos nasales	Otras complicaciones del embarazo y del parto	Otros traumatismos de regiones especificadas, de regiones no especificadas y de múltiples regiones del cuerpo	Luxaciones, esguinces y desgarros de regiones especificadas y de múltiples regiones	s^2
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
0 - 4	48	123	48	151	1,195	134	171	7	2,125	702	479,298.26
5 - 9	175	30	107	94	5,610	137	364	10	3,299	801	3,545,273.07
10 - 14	119	150	5	208	8,284	168	1,195	8	3,819	3,279	7,310,932.21
15 - 19	43	213	53	1,532	10,493	76	7,500	51	5,974	5,983	15,373,205.37
20 - 24	134	266	97	3,810	9,326	326	9,356	377	6,706	6,918	15,884,006.68
25 - 29	427	957	374	7,334	7,379	2,523	8,431	1,204	5,668	6,168	10,532,701.14
30 - 34	2,276	1,945	1,709	9,752	7,076	8,293	7,853	2,160	5,651	6,865	9,349,462.52
35 - 39	5,269	3,871	3,064	11,211	7,324	18,620	6,363	2,254	6,478	7,085	22,679,659.81
40 - 44	9,261	5,485	6,520	11,521	7,103	36,837	5,347	756	8,419	9,005	97,175,881.22
45 - 49	16,683	9,809	12,975	12,485	6,748	46,293	4,700	286	11,136	10,262	156,985,780.88
50 - 54	20,316	16,180	15,705	12,913	6,877	27,829	4,599	93	15,569	11,228	63,901,155.65
55 - 59	21,368	17,709	19,337	16,083	8,214	7,844	4,830	85	18,657	17,712	53,196,623.31
60 - 64	31,300	14,862	26,378	15,216	6,187	5,042	5,494	44	22,433	19,466	106,664,136.37
65 - 69	26,406	23,482	25,391	17,265	8,468	4,447	5,411	18	32,120	19,905	120,672,983.44
70 - 74	16,952	27,780	66,470	21,187	3,297	2,658	2,027	4	25,824	22,113	395,332,891.37
75 - 79	25,122	24,529	25,319	18,579	7,449	3,071	979	33	52,240	28,265	263,180,048.41
80 y +	47,973	33,628	76,192	25,066	17,077	9,268	3,809	-	110,894	62,518	1,281,263,220.51

Fuente: Elaboración propia a partir de información estadística de SESA 2009-201

3.4 Factor de credibilidad

La utilidad práctica de los modelos de credibilidad se puede sintetizar de la siguiente manera:

En un mercado cada vez más competitivo, la fijación de las primas de seguro se convierte en una tarea primordial para las compañías aseguradoras. Cuanto mayor conocimiento se tenga sobre el riesgo a cubrir, más exacto será el cálculo de la prima de seguro.

Se propone que la prima a pagar por el asegurado combine tanto la experiencia individual (del grupo de asegurados) como la del producto en general, de manera que se logre una prima de riesgo suficiente para garantizar los principios de suficiencia y equidad.

La teoría de la credibilidad a través de sus modelos de credibilidad ofrece la clara ventaja de proporcionar la prima ajustada a la realidad de la cartera, cobrando según la medida de su riesgo, premiando el buen comportamiento a los riesgos con baja siniestralidad y penalizando a los que presenten peor siniestralidad.

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.

En el cuadro 3.3 se muestran los factores de credibilidad calculados para cada rango de edad y padecimiento.

Cuadro 3.3.
Cálculo de factor de credibilidad Z

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

Rangos de edad	Tumor maligno de la mama	Trastornos de los discos cervicales y de otros discos intervertebrales	Otros tumores in situ y benignos, y tumores de comportamiento incierto y desconocido	Colelitiasis y colecistitis	Enfermedades del apéndice	Leiomioma del útero	Otras enfermedades de la nariz y de los senos nasales	Otras complicaciones del embarazo y del parto	Otros traumatismos de regiones especificadas, de regiones no especificadas y de múltiples regiones del cuerpo	Luxaciones, esguinces y desgarros de regiones especificadas y de múltiples regiones
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
0 – 4	63.37%	44.92%	59.69%	40.71%	88.68%	18.25%	63.48%	15.15%	42.67%	50.74%
5 – 9	63.37%	35.22%	59.69%	40.71%	88.68%	18.25%	63.48%	8.19%	42.67%	50.74%
10 – 14	63.37%	44.92%	59.69%	40.71%	88.68%	18.25%	63.48%	15.15%	42.67%	50.74%
15 – 19	63.37%	44.92%	68.96%	40.71%	88.68%	18.25%	63.48%	15.15%	42.67%	50.74%
20 – 24	72.19%	44.92%	68.96%	40.71%	88.68%	18.25%	63.48%	21.12%	42.67%	50.74%
25 – 29	72.19%	44.92%	68.96%	40.71%	88.68%	18.25%	63.48%	21.12%	42.67%	50.74%
30 – 34	72.19%	44.92%	68.96%	40.71%	88.68%	18.25%	63.48%	21.12%	42.67%	50.74%
35 – 39	72.19%	44.92%	68.96%	40.71%	88.68%	18.25%	63.48%	21.12%	42.67%	50.74%
40 – 44	72.19%	44.92%	68.96%	40.71%	88.68%	18.25%	63.48%	21.12%	42.67%	50.74%
45 – 49	72.19%	44.92%	68.96%	40.71%	88.68%	18.25%	63.48%	21.12%	42.67%	50.74%
50 – 54	72.19%	44.92%	68.96%	40.71%	88.68%	18.25%	63.48%	21.12%	42.67%	50.74%
55 – 59	72.19%	44.92%	68.96%	40.71%	88.68%	18.25%	63.48%	15.15%	42.67%	50.74%
60 – 64	72.19%	44.92%	68.96%	40.71%	88.68%	18.25%	63.48%	8.19%	42.67%	50.74%
65 – 69	72.19%	44.92%	68.96%	40.71%	88.68%	18.25%	63.48%	8.19%	42.67%	50.74%
70 – 74	72.19%	44.92%	68.96%	40.71%	88.68%	18.25%	63.48%	8.19%	42.67%	50.74%
75 – 79	72.19%	44.92%	68.96%	40.71%	88.68%	18.25%	53.68%	8.19%	42.67%	50.74%
80 y +	72.19%	44.92%	68.96%	40.71%	88.68%	18.25%	36.69%	0.00%	42.67%	50.74%

Fuente: Elaboración propia a partir de información estadística de SESA 2009-2011

3.5 Prima de riesgo

Para el cálculo del factor de credibilidad Z , es necesario estimar previamente la prima de riesgo. La prima de riesgo Π se calcula, tradicionalmente, de la siguiente manera:

$$\Pi = f * \bar{S}$$

Donde f se define como la frecuencia del siniestro y \bar{S} está definida como siniestro medio.

En el cálculo de la frecuencia y el siniestro medio se utilizarán 3 variables:

n_i = Número de asegurados

m_i = Número de siniestros

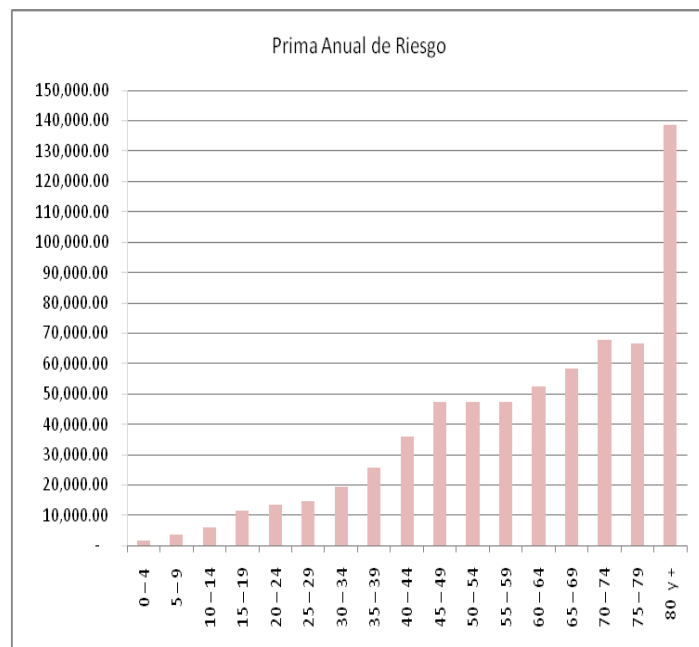
M_i = Monto de siniestros

De donde obtenemos:

$$f = \frac{m_i}{n_i} \quad \text{y} \quad \bar{S}_i = \frac{M_i}{n_i}$$

Cuadro 3.4.
Prima de credibilidad para aseguradas por grupo de edad

Rangos de edad	Prima Anual de Riesgo
0 – 4	1,690.66
5 – 9	3,817.64
10 – 14	6,192.09
15 – 19	11,466.98
20 – 24	13,406.53
25 – 29	14,537.67
30 – 34	19,249.84
35 – 39	25,700.30
40 – 44	36,016.68
45 – 49	47,198.44
50 – 54	47,173.97
55 – 59	47,363.71
60 – 64	52,602.88
65 – 69	58,527.45
70 – 74	67,652.08
75 – 79	66,672.38
80 y +	138,824.56



Fuente: Elaboración propia a partir de información estadística de SESA 2009-201

Como se puede apreciar, la prima anual de riesgo por el método de credibilidad obtenido nos arroja una desviación importante en el rango de edad 80 y más, con el objetivo de ofrecer una prima competitiva y

más apegada a la observación de primas del sector asegurador, se utilizarán las tarifas de gastos médicos mayores de 2 compañías diferentes, para las cuales se convirtió la prima neta obtenida a prima de riesgo utilizando los siguientes parámetros promedio:

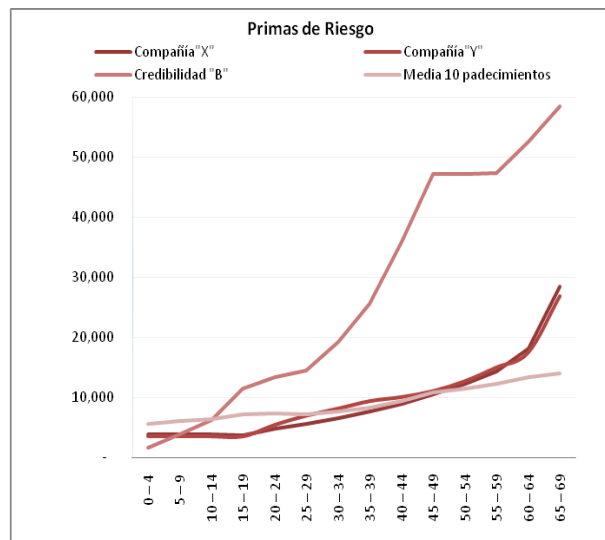
$$PT = PT(\alpha + \beta + \varphi) + Pr(1 + \lambda)$$

- α Costo de Adquisición 0%
- β Gasto de Administración 15%
- φ Margen de Utilidad 5%
- λ Recargo de seguridad 0%

$$Pr = PT * (1 - (\alpha + \beta + \varphi))$$

Cuadro 3.5.
Prima de riesgo de Compañías aseguradoras y de credibilidad

Rangos de edad	Compañía "X"	Compañía "Y"	Credibilidad "B"	Media 10 padecimientos
0 – 4	3,817	3,566	1,691	5,591
5 – 9	3,817	3,566	3,818	6,161
10 – 14	3,817	3,566	6,192	6,494
15 – 19	3,783	3,566	11,467	7,221
20 – 24	4,908	5,482	13,407	7,312
25 – 29	5,685	7,021	14,538	7,270
30 – 34	6,604	8,192	19,250	7,736
35 – 39	7,688	9,440	25,700	8,355
40 – 44	8,966	10,111	36,017	9,364
45 – 49	10,475	11,108	47,198	10,848
50 – 54	12,254	12,755	47,174	11,504
55 – 59	14,356	15,057	47,364	12,259
60 – 64	18,143	17,523	52,603	13,362
65 – 69	28,460	26,919	58,527	14,033



Fuente: Elaboración propia a partir de información de dos compañías aseguradoras cotizadores en la web.

Procederemos a suavizar la curva de la prima de riesgo obtenida por credibilidad empleando el criterio de jerarquización de Jewell expuesto en el capítulo 2.6.

Cuadro 3.6.
Criterio de Jerarquización de Jewell

Rangos de edad	Credibilidad "B"	Media 10 padecimientos	Jewell (60/40)
0 – 4	1,691	5,591	3,250
5 – 9	3,818	6,161	4,754
10 – 14	6,192	6,494	6,312
15 – 19	11,467	7,221	9,768
20 – 24	13,407	7,312	10,968
25 – 29	14,538	7,270	11,630
30 – 34	19,250	7,736	14,644
35 – 39	25,700	8,355	18,762
40 – 44	36,017	9,364	25,355
45 – 49	47,198	10,848	32,658
50 – 54	47,174	11,504	32,906
55 – 59	47,364	12,259	33,322
60 – 64	52,603	13,362	36,906
65 – 69	58,527	14,033	40,729
70 – 74	67,652	15,673	46,860
75 – 79	66,672	14,957	45,986
80 y +	138,825	26,164	93,760

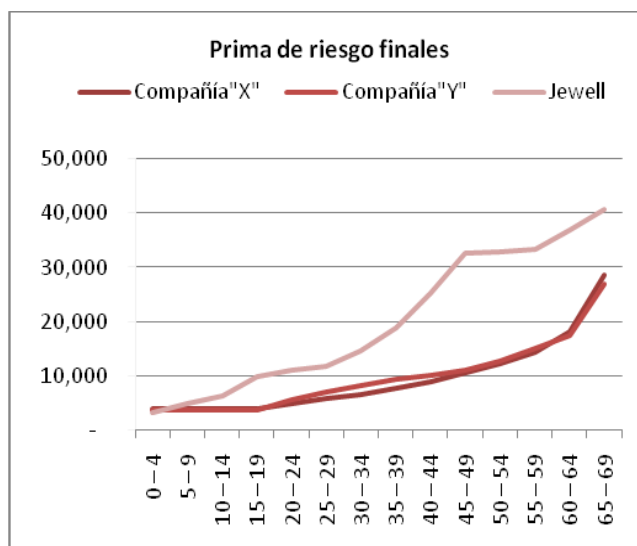
Fuente: Elaboración propia

Utilizando un peso del 60% a la tarifa de credibilidad y un 40% a la tarifa de la media de los 10 principales padecimientos y comparando nuevamente contra las compañías "X" y "Y" se observa el siguiente comportamiento:

Cuadro 3.7.
Comparativo primas de riesgo finales

Rangos de edad	Compañía "X"	Compañía "Y"	Jewell
0 – 4	3,817	3,566	3,251
5 – 9	3,817	3,566	4,755
10 – 14	3,817	3,566	6,313
15 – 19	3,783	3,566	9,768
20 – 24	4,908	5,482	10,969
25 – 29	5,685	7,021	11,631
30 – 34	6,604	8,192	14,644
35 – 39	7,688	9,440	18,762
40 – 44	8,966	10,111	25,355
45 – 49	10,475	11,108	32,658
50 – 54	12,254	12,755	32,906
55 – 59	14,356	15,057	33,322
60 – 64	18,143	17,523	36,907
65 – 69	28,460	26,919	40,730

Fuente: Elaboración propia



Del cuadro anterior, es importante resaltar que el objetivo es construir una prima de riesgo suficiente para cubrir los 10 principales padecimientos crónicos de la mujer sin periodo de espera o bien preexistentes, por lo cual comparado con la compañía “X” y “Y”, el incremento en ésta es considerable toda vez que en el sector asegurador éstos padecimientos tienen por condición general un periodo de espera de uno o dos años en promedio y en el caso de preexistencia puede estar excluída.

3.6 Recomendaciones

El objetivo originalmente planteado fue desarrollar el capítulo 3 con la información estadística de las SESA’s correspondientes al periodo del 2008 al 2011 que están publicadas en la página web de la Comisión Nacional de Seguros y de Fianzas (CNSF), sin embargo, en el desarrollo del mencionado capítulo se detectó que la información del 2008 esta duplicada con el archivo 2009, se levantó un reporte en el portal de dicha Comisión observando lo anterior, pero a la fecha de conclusión del presente trabajo aún no ha sido actualizada.

Se recomienda que este modelo se pueda replicar con un mínimo de 5 años de experiencia de siniestralidad para garantizar que los resultados obtenidos se apegan a la experiencia de siniestralidad histórica.

Requiere un análisis del riesgo, por lo que permite incorporar el conocimiento del experto para determinar la prima y ponderar que proporción corresponde a la experiencia propia, en este caso a los 10 principales padecimiento y qué parte a la experiencia de la cartera.

Es importante actualizar la siniestralidad observada con la inflación médica promedio, pues dado que éste tipo de seguros se rige por el costo médico-hospitalario éste no es constante en el tiempo.

Conclusiones

La perspectiva actual dentro del sector asegurador de México muestra una notable competencia entre las compañías, en conjunto con el entorno económico desfavorable, obligan al sector asegurador mexicano a ofrecer atractivos planes de seguros para conservar las carteras que administran, así como para ganar a nuevos clientes, tarifando inclusive por debajo del nivel técnico de suficiencia y utilizando técnicas tradicionales donde únicamente se incluye para el cálculo de la prima la frecuencia y el monto promedio de siniestros multiplicando estas variables para obtener la prima de riesgo, sin darle el peso de años de experiencia que pueden llegar a presentar.

Gracias a la teoría de credibilidad se ha podido plantear un modelo para la construcción de una prima equilibrada de gastos médicos mayores, especialmente diseñada para cubrir las necesidades de la mujer mexicana, la cual puede ser adoptado por cualquier compañía aseguradora que aún no tenga la cartera suficiente para elaborar su propia estadística, y consecuentemente obtener las primas de riesgo mediante la ponderación, por una parte, de la prima calculada por la experiencia de la cartera (prima teórica), con un factor de credibilidad Z y, por otro lado, de la experiencia de siniestros observada con un factor $1-Z$. Para su aplicación, se obtuvo información confiable y homogénea del segmento de gastos médicos mayores durante los años 2009-2011.

La ventaja del presente modelo es que puede ser replicado de acuerdo a las necesidades del ente asegurador, del tipo de producto y de la población a la que requieran enfocarse, pues en la actualidad los servicios médico-hospitalarios y de salud, representan un gran reto para la sociedad, así mismo puede aterrizar en ramos diferentes por mencionar algunos: autos, daños, accidentes personales, entre otros.

Se puede sintetizar la utilidad práctica de los modelos de credibilidad en lo siguiente: 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 al obtener el factor de credibilidad "z" en función de los parámetros a y s^2 que representan el grado de igualdad y desigualdad de los riesgos de los clientes y, finalmente, por medio de estos modelos, el actuario logra tres aspectos fundamentales en la determinación de las primas que son: garantizar la protección de los clientes, obtener utilidad o ganancia y ser competitivos en el mercado asegurador.

Finalmente se destaca el reto que tiene para el actuario desarrollar modelos más complejos y precisos para el cálculo de primas, y el desarrollo del sector asegurador.

Bibliografía

- Alfaro Vázquez Y, Predicción de las tendencias de las enfermedades a partir de la Transición Epidemiológica. Tesis UNAM 2011
- Bühlmann, H. ,Selection of Credibility Regression Models; Astin Bulletin, vol.29, no.2. 1999.
- Bühlmann, H. Experience rating and credibility. "Astin Bulletin".
- Bühlmann, H., Mathematical Method in Risk Theory; Springer Verlag Berlin.
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, Ley General de Instituciones y Sociedades Mutualistas de Seguros, Diario Oficial de la Federación, 1935, 155 págs.
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, Ley sobre el Contrato de Seguro, Diario Oficial de la Federación, 1935, 33 págs.
- Comisión Nacional de Seguros y Fianzas, Circular Única de Seguros, 2010, 522 págs.
- 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.
- Ross S., Introduction to Probability Models; Academic Press, 2000.
- Secretaría de Hacienda y Crédito Público, Reglamento del Seguro de Grupo para la Operación de Vida y del Seguro Colectivo para la Operación de Accidentes y Enfermedades, Diario Oficial de la Federación, 2009, 6 págs.
- Vaughan, Emmet, Fundamentals of Risk and Insurance; Jhon Wiley & Sons, 1999.

Anexo

CIRCULAR MODIFICATORIA 10/12 DE LA UNICA DE SEGUROS

UNICA- Se modifica la Disposición 5.1.24 y se adiciona la disposición 5.1.25, para quedar como sigue:

5.1.24 Tratándose de seguros de gastos médicos, las Instituciones y Sociedades Mutualistas deberán, además de cumplir con lo previsto en las presentes disposiciones, observar lo siguiente:

I. La Institución o Sociedad Mutualista, tendrá la obligación de cubrir el pago de siniestros ocurridos dentro de la vigencia del contrato, teniendo como límite, lo que ocurra primero:

El agotamiento de la suma asegurada

El monto de los gastos incurridos durante el periodo de vigencia de la póliza y el periodo de beneficio establecido en la misma, o

La recuperación de la salud o vigor vital respecto de la enfermedad o accidente que haya afectado al asegurado.

II. En las pólizas de los productos de seguros de gastos médicos, la institución o sociedad mutualista no podrá establecer cláusulas que limiten de forma alguna el pago de los siniestros por el hecho de que el asegurado cuente con otras pólizas para la cobertura de ese riesgo.

III. Los productos de seguros de gastos médicos deberán establecer sumas aseguradas limitadas, estos es, en todos los casos deberá definirse como suma asegurada una cantidad determinada, ya sea en algún tipo de moneda, o bien, en cualquier otra unidad de cuenta. La suma asegurada máxima a ofrecer por la institución o Sociedad Mutualista de que se trate, deberá ser sustentada técnicamente al momento de registrar ante la comisión de los productos de gastos médicos respectivos.

IV. Las tarifas de los productos de seguros de gastos médicos individuales deberán diseñarse para cada edad de manera que el valor de la frecuencia y costos promedio se actualicen gradualmente por cada año de edad del asegurado.

V. En la carátula de la póliza de los productos de seguros de gastos médicos individuales deberá establecerse una advertencia sobre la importancia y magnitud de los incrementos anuales que podrá alcanzar la prima cuando el asegurado llegue a edades avanzadas.

VI. En las pólizas de los productos de seguros de gastos médicos individuales, deberá establecerse que cuando el asegurado cambie de plan en la misma institución o sociedad mutualista, los beneficios ganados por antigüedad del asegurado no se verán afectados siempre y cuando el nuevo plan los contemple. Lo anterior, sin limitar a la institución o sociedad mutualista de que se trate, para llevar a cabo procedimientos de suscripción cuando el asegurado solicite cambios de beneficios o incrementos en la suma asegurada.

VII. Atendiendo a que los periodos de espera deben tener como único objeto la adecuada selección de riesgos y la eliminación de posibles casos de preexistencia, las pólizas de los productos de seguros de gastos médicos no podrán establecer periodos de espera para el caso de accidentes o urgencias médicas, según se definan en la póliza, que se compruebe ocurrieron dentro de la vigencia de la misma. En este caso, será obligación de la Institución o Sociedad Mutualista cubrir los gastos médicos hospitalarios y demás que sean necesarios para la recuperación de la salud o vigor vital del asegurado, a partir de la fecha de inicio de vigencia o a partir de la fecha de alta del mismo.

VIII. Las pólizas de los productos de seguros de gastos médicos, deberán precisar, en su caso, la secuencia en la que se aplicará en deducible, franquicia y coaseguro, en combinación con la suma asegurada, al momento de pagar un siniestro.

IX. Las pólizas de los productos de seguros de gastos médicos podrán establecer una cláusula que prevea la renovación de manera automática del seguro con la salvedad de que dicha renovación no se lleve a cabo cuando la institución o sociedad mutualista o el contratante, notifiquen de manera fehaciente su voluntad de no renovarlo, cuando menos con veinte días hábiles antes del vencimiento de la póliza.

Para el caso de la renovación automática a que se refiere el párrafo anterior, las pólizas de los productos de seguros de gastos médicos deberán establecer cláusulas que cumplan con las siguientes condiciones:

La renovación deberá ofrecer condiciones de aseguramiento congruentes con las originalmente contratadas, por lo que no se podrán cambiar las limitaciones de las coberturas de los riesgos en detrimento del asegurado, ampliar periodos de espera, reducir límites de edad, ni solicitar requisitos de asegurabilidad, en razón del derecho de antigüedad adquirido por el asegurado. Asimismo, el nuevo contrato deberá prever un servicio de red médica y hospitalaria con una calidad, servicio y ubicación que sea similar con la originalmente contratada, de conformidad con los productos que estén registrados ante la comisión en ese momento.

Deberán establecerse las bases para actualizar, en cada renovación, el valor del deducible, franquicia o coaseguro, y

Deberá establecerse la obligación de la Institución o Sociedad Mutualista de informar al contratante o al asegurado, con al menos treinta días hábiles de anticipación a la renovación de la póliza, los valores de la prima, deducible, franquicia o coaseguro aplicables a la misma.

X. Las pólizas de los productos de seguros de gastos médicos, podrán establecer una cláusula que prevea la renovación del seguro de manera garantizada, con la salvedad de que dicha renovación no se lleve a cabo cuando el contratante o el asegurado notifique de manera fehaciente su voluntad de no renovarlo, cuando menos con veinte días hábiles antes del vencimiento de la póliza.

En el caso de la renovación garantizada, las pólizas de los productos de seguros de gastos médicos, deberán establecer cláusulas que cumplan con las condiciones señaladas en los incisos a) y c) de la fracción IX anterior.

5.1.25 Las Instituciones y Sociedades Mutualistas deberán mantener un tanto impreso, filmado o grabado en medios magnéticos u ópticos, de las notas técnicas y documentación contractual de los planes en vigor que hayan sido registrados con anterioridad al 17 de Julio de 2002.