

Proyecto Normativo

**Norma de Carácter General que modifica la NCG
N°306 sobre Reservas Técnicas Matemáticas para
Seguros No Previsionales.**

Tablas No Previsionales TM-2016

Contenido

I.	INTRODUCCIÓN	3
II.	OBJETIVO DE LA PROPUESTA NORMATIVA	5
III.	DIAGNÓSTICO	6
IV.	ESTUDIOS, PRINCIPIOS Y RECOMENDACIONES INTERNACIONALES	8
V.	PROPUESTA NORMATIVA A EMITIR	11
VI.	EVALUACIÓN DE IMPACTO REGULATORIO.....	18
VII.	PROCESO DE CONSULTA PÚBLICA.....	19
ANEXO A: INFORME ASOCIACIÓN DE ASEGURADORES DE CHILE		23
ANEXO B: RECALIBRACIÓN POR PARTE DE LA CMF DE LA TABLA AACH.....		61
1.	Antecedentes	61
2.	Metodología	61
3.	Consideraciones para el tratamiento de la información.....	62
4.	Resultados del análisis de suficiencia	63
5.	Comparaciones de la tabla propuesta con otras tablas de Mortalidad	68
6.	Efecto del COVID-19 en las tablas de mortalidad no previsionales	70
ANEXO C: PRINCIPIOS Y RECOMENDACIONES INTERNACIONALES		74
1.	Australia - IAA: Institute of Actuaries of Australia	74
2.	Canadá - CIA: Canadian Insitute Of Actuaries	75
3.	Estados Unidos - SOA: Society of Actuaries	75
4.	Reino Unido - IFOA: Institute and Faculty of Actuaries	77
ANEXO D: MARCO NORMATIVO EXTRANJERO		79
1.	Australia - APRA: Australian Prudential Regulation Authority	79
2.	Canada: OSFI- Office of The Superintendent of Financial Institutions	81
3.	Estados Unidos - NAIC: National Association of Insurance Commissioners	82
4.	Reino Unido – FCA & PRA: Financial Conduct Authority, Prudential Regulation Authority	83
ANEXO E: MARCO NORMATIVO LOCAL.....		84

I. INTRODUCCIÓN

Cada vez que una aseguradora emite una póliza de seguro, debe generar provisiones que permitan solventar los capitales comprometidos en caso de siniestro. Dichas provisiones (reservas técnicas), dependen del tipo de seguro, y se encuentran reguladas por la CMF. En particular, todas las reservas de seguros distintos de los seguros previsionales del D.L. N°3.500, de 1980, se encuentran reguladas por la NCG N°306, de 2011. En dicha normativa se hace la distinción entre seguros del primer y segundo grupo (compañías de seguros generales y compañías de seguros de vida, respectivamente), y entre seguros de corto y largo plazo (menor o mayor a cuatro años de duración).

Actualmente, las compañías del segundo grupo que ofrecen contratos de seguros de vida con una duración superior a cuatro años están obligadas a constituir lo que se denomina "reservas matemáticas", las cuales se calculan como el valor actual de los pagos futuros por siniestros que generarán las pólizas, menos el valor actual de las primas futuras. El valor actual de ambos componentes se calcula en base a las tablas de mortalidad M-95, y una tasa de interés máxima del 3% para descontar dichos flujos.

Las tablas M-95 entraron en vigencia el 1 de agosto de 2000, a través de la Circular N°1.476, y a la fecha llevan 23 años siendo utilizadas para el cálculo de las reservas matemáticas, por lo que podrían no reflejar los últimos avances o mejoramientos en la mortalidad de la población para la cual se utilizan. Estos mejoramientos son esperables, considerando que, por ejemplo, las tablas previsionales, que se actualizan cada 6 años, han mostrado disminuciones en la mortalidad de la población previsional y que dichos mejoramientos también se observan en las tablas poblacionales del INE. En consecuencia, es esperable que la mortalidad de los grupos sobre los cuales se utiliza la M-95 también hayan presentado mejoras durante este periodo.

Lo anterior se ve reafirmado, si se toma en consideración que en los últimos años se ha observado un mayor número de compañías que han propuesto tablas propias a esta Comisión, ya que han evidenciado que las actuales tablas M-95 no estarían representando adecuadamente la mortalidad de sus respectivas carteras, lo que conlleva a que, en muchos casos, las reservas que constituyen por los productos asociados a ellas estén sobrevaloradas.

La normativa actual permite a las compañías la creación de tablas propias¹ en base a la información de sus carteras. Sin embargo, la construcción de una tabla propia no es un proceso viable para todas las aseguradoras, principalmente por el tamaño relativamente pequeño de sus carteras y la insuficiencia de datos que esto genera.

Atendiendo a dichas complejidades, la Asociación de Aseguradores de Chile (AACH) presentó un estudio desarrollado por el Departamento de Estadísticas de la Facultad de Matemáticas de la Pontificia Universidad Católica el año 2014, que contenía una propuesta para reemplazar las tablas M-95. Luego de diversas revisiones metodológicas por parte de esta Comisión, en enero 2017 fue aprobada una nueva metodología de construcción para las tablas de mortalidad. Sin embargo, estas tablas fueron construidas -utilizando una ventana de tiempo de exposición de 5 años (2006-2010)- con información de solo ocho compañías, que representaban un 35% de la prima directa de seguros tradicionales a diciembre de 2010.

Como la representatividad de la información de las compañías que participaron de la construcción de estas tablas se consideró baja (cerca de un tercio del mercado), esta Comisión solicitó a todas aquellas compañías que constituyeran reservas matemáticas a diciembre 2016, un estudio de suficiencia e impacto de estas tablas en sus respectivas carteras, con el fin de medir la adecuación de las mismas

¹ A junio de 2023, siete compañías tienen tablas propias aprobadas por esta Comisión: cuatro para cobertura de fallecimiento, dos para invalidez 2/3 y una de muerte accidental.

y el impacto que generarían en sus provisiones.

Luego del análisis de este estudio, que buscaba establecer la representatividad de estas tablas para todo el mercado, la CMF procedió a recalibrarlas, con el objetivo de utilizarlas como una actualización viable a las actuales tablas M-95. Dicha calibración o ajuste se realizó con el fin de asegurar su representatividad para la mayor parte del mercado.

De esta forma, se estimó el impacto en reserva que generarían estas tablas recalibradas, el que corresponde a una liberación de reserva promedio del mercado de aproximadamente un 20% de las reservas matemáticas, distintas a las previsionales, constituidas a diciembre de 2016.

Por su parte, debido a la contingencia sanitaria del COVID-19 y a los efectos de ésta sobre la mortalidad, el proceso de actualización de tablas no previsionales también incluyó un análisis de la pandemia sobre las proyecciones de mortalidad en el corto y largo plazo. En este análisis, se concluyó que, si bien los impactos de la pandemia en la mortalidad aún persisten, es razonable esperar que estos no tengan un efecto en la mortalidad a largo plazo y que la mayoría de estos impactos sean temporales. Por lo tanto, ellos no representan una limitación para emitir esta nueva norma.

II. OBJETIVO DE LA PROPUESTA NORMATIVA

El objetivo principal de la propuesta normativa es reemplazar las tablas M-95, actualmente vigentes, establecidas para el cálculo de reservas matemáticas en la NCG Nº306. Lo anterior, con el objetivo de reflejar más fielmente la experiencia de la población en términos de mortalidad, potenciando de esta forma la competitividad y el desarrollo del mercado, resguardando al mismo tiempo un adecuado reconocimiento de los riesgos.

A su vez, aplicando un criterio prudencial, se incorpora una gradualidad de 8 trimestres (2 años) en la constitución o liberación de reservas técnicas matemáticas, asociadas a la implementación de las nuevas tablas de mortalidad.

III. DIAGNÓSTICO

En el marco de lo dispuesto en la letra b) del artículo 3º y en el artículo 20 del D.F.L. Nº 251, de 1931, y en los números 1 y 6 del artículo 5º del D.L. Nº 3.538, de 1980, la Comisión para el Mercado Financiero tiene la facultad de modificar normativas referentes al mercado de seguros.

En el año 2000 entraron en vigencia las tablas de mortalidad M-95, las cuales se encuentran en el Anexo N°5 de la NCG Nº 306, de 2011, que establece instrucciones para el cálculo de reservas de seguros no previsionales. Sin embargo, no se especifica en ellas un periodo mínimo o máximo de vigencia de estas tablas de mortalidad, como si ocurre, por ejemplo, con las tablas de mortalidad previsionales establecidas en la NCG Nº 398.

La revisión y/o actualización de tablas de mortalidad para seguros de vida es algo recurrente en varios países, aunque en la experiencia internacional no se identifica un patrón o periodo común de actualización. En general, los periodos de vigencias y posteriores actualizaciones de las tablas responden a mejoramientos en la mortalidad de los grupos asegurados, o cambios en técnicas y/o tendencias en los procesos de suscripción de los productos. Por ejemplo, en países como Canadá, Estados Unidos o Reino Unido, hitos como el énfasis en los exámenes médicos, exámenes de sangre, suscripciones preferentes, suscripción electrónica, o el big-data, que han ocurrido secuencialmente a lo largo del tiempo, han llevado a las diversas instituciones de estos países a medir la adecuación de sus tablas de mortalidad, con el fin de saber que tan bien ellas representan a las nuevas poblaciones de asegurados y a las nuevas tendencias de suscripción.

En Chile no se han realizado estos estudios (a nivel normativo) para determinar la adecuación de las actuales tablas M-95 a las carteras de las compañías de seguros en estos nuevos escenarios, a diferencia, por ejemplo, de las tablas de mortalidad previsionales, las cuales se someten a estudio regularmente para determinar su estado de representatividad de la mortalidad de su población objetivo.

Lo anterior se refuerza con el hecho de que varias compañías han detectado que las tablas M-95 no se adecúan a sus carteras, pues estiman una mortalidad por sobre lo observado. En respuesta a estos hallazgos, y sobre la base de estudios propios, han propuesto nuevas tablas específicas para sus carteras.

Como la construcción de una tabla de mortalidad es un proceso complejo, y que requiere un gran volumen de información, la AACH, en representación de las compañías del mercado asegurador, solicitó al Departamento de Estadísticas de la Facultad de Matemáticas de la Pontificia Universidad Católica realizar un estudio que pudiera servir de base para reemplazar las tablas M-95, considerando información más reciente de la mortalidad de las carteras del mercado.

Al respecto, esta Comisión ha analizado la representatividad de las actuales tablas M-95 y simultáneamente ha procedido a evaluar el estudio ya señalado, considerando la experiencia internacional y las mejores prácticas desarrolladas en la materia, llegando a la conclusión que las tablas normativas actuales efectivamente estarían causando una sobreestimación de las reservas, siendo necesaria una actualización de las mismas.

En base a la literatura disponible y a los antecedentes recopilados relativos a la construcción de tablas de mortalidad en otras jurisdicciones, se realizó un análisis que, en una primera etapa, consistió en una revisión de la metodología de construcción de las tablas propuestas y, posteriormente, en un análisis de suficiencia de las mismas. El objetivo de este análisis fue verificar si estas tablas podían o no ser una opción viable para reemplazar a las actuales tablas M-95. Para esto, se verificó la correcta

construcción de las tablas; si éstas respondían o no a las mejores prácticas internacionales y, además, si se adecuaban a la realidad del mercado local.

Superada la etapa de revisión de la metodología de construcción, el análisis de suficiencia consistió en medir la adecuación de las tablas a través de distintos criterios que buscaron cuantificar que tan bien predicen la mortalidad las tablas propuestas para las carteras en las que se usarán; en otras palabras, si el número de fallecidos que predicen las tablas para una cartera se corresponde o no con el número de fallecidos observados. De esta forma se considera que la tabla es insuficiente si el ratio entre los fallecidos observados de una cartera y los fallecidos esperados con las tablas propuestas, para ese mismo grupo, da como resultados valores superiores a 1, o en otras palabras, si la tabla propuesta pronostica un número menor de fallecidos que lo que se observa.

Para medir esta adecuación se utilizaron tres criterios:

- el ratio bruto total de suficiencia de las carteras (fallecidos observados sobre fallecidos esperados);
- el ratio de suficiencia ponderado por expuestos (se calculó la suficiencia por tramos etarios y se ponderó estos resultados por la cantidad de expuestos en dichos tramos); y
- el porcentaje de expuestos pertenecientes a rangos etarios donde las tablas presentaban insuficiencias.

Tanto para el ratio bruto como el ratio ponderado, se buscó que la tabla fuera adecuada al menos al 80% de las carteras analizadas. Por su parte, para el porcentaje de expuestos en edades donde hubiese insuficiencias se estableció que, de manera simultánea para el mercado, menos del 5% de los expuestos pertenecieran a edades donde había insuficiencias.

Los criterios anteriores no se cumplieron para las primeras tablas analizadas. Por lo tanto, para lograr las cotas mínimas de adecuación, esta Comisión debió realizar una calibración de las tasas de mortalidad tanto de hombres como de mujeres (se aumentaron los qx en un 5% y 26% respectivamente, para cada grupo).

Finalizado este análisis, el cual puede ser consultado en el Anexo B de este informe, la CMF ha decidido emitir una nueva normativa que reemplace las actuales tablas M-95 por las tablas calibradas y aprobadas por esta Comisión sobre la base del estudio elaborado en un primer término por la industria. A juicio de esta Comisión, la propuesta final refleja adecuadamente la realidad local y resguarda la capacidad de las compañías para solventar los pagos comprometidos en los contratos de seguros.

IV. ESTUDIOS, PRINCIPIOS Y RECOMENDACIONES INTERNACIONALES

IV.1 Cálculo de provisiones, definición tablas de mortalidad y frecuencia de actualización

Para el cálculo de provisiones de seguros no previsionales, cada regulador posee sus propios lineamientos, los cuales se basan muchas veces en recomendaciones y principios utilizados internacionalmente, como, por ejemplo, los lineamientos de la IAIS² y la ASSAL³.

En términos generales, y sobre todo en jurisdicciones que se inclinan hacia la supervisión basada en principios, se busca que las provisiones de las compañías representen la mejor estimación de sus obligaciones contractuales, por lo que se espera que utilicen supuestos razonables, acordes a las características de sus carteras de productos y con hipótesis de mercado que se ajusten a la realidad observada.

Un parámetro crítico en los supuestos de cálculo de provisiones son las llamadas tablas de mortalidad. Una tabla de mortalidad es un modelo teórico que permite medir las probabilidades de mortalidad y sobrevivencia de un grupo o población en función de su edad. Las Tablas permiten describir el comportamiento de la mortalidad por edades, determinar la vida media o esperanza de vida de un individuo, y obtener probabilidades para la determinación de reservas y tarifas, entre otras funcionalidades.

Bajo estos regímenes prudenciales las compañías de seguros tienen mayores libertades a la hora de calcular sus provisiones, a diferencia de países donde la regulación está basada en reglas. Sin embargo, cuando los tamaños de los mercados no permiten que las compañías establezcan hipótesis adecuadas para la estimación de sus provisiones, por falta de información, los reguladores suelen poner a disposición del mercado la información pertinente y necesaria para poder llevar a cabo estos cálculos.

Es así como, por ejemplo, tanto la NAIC⁴ (en su *Valuation Manual 2021*), la APRA⁵ (con su *actuarial standard*) y la FCA⁶ (en su *FCA handbook*) entre otras, establecen las tablas de mortalidad mínimas que las compañías deben utilizar para el cálculo de las provisiones de los distintos tipos de seguros de vida que comercialicen las compañías bajo sus jurisdicciones. En forma similar, y considerando las limitaciones del mercado local, a través de la NCG Nº306 la CMF regula la constitución de provisiones de los productos de seguros de vida distintos de los seguros previsionales del D.L 3.500, y establece para el cálculo de éstas las actuales tablas vigentes M-95.

La mayoría de los reguladores y sus asociaciones a nivel internacional, tales como APRA, OSFI⁷, FCA, NAIC y la IAIS imparten lineamientos, principios, y/o recomendaciones para la definición de las tablas de mortalidad. No obstante lo anterior, los institutos o consultores actuariales son los actores de

² IAIS: International Association of Insurance Supervisors

<https://www.iaisweb.org/page/supervisory-material/insurance-core-principles-and-comframe/file/91154/iais-icps-and-comframe-adopted-in-november-2019>

³ ASSAL: Asociación de Supervisores de Seguros de América Latina

<https://www.assalweb.org/>

⁴ NAIC: National Association of Insurance Commissioners Valution manual

https://content.naic.org/sites/default/files/pbr_data_valuation_manual_current_edition.pdf

⁵ APRA: Australian Prudential Regulation Authority

<https://www.legislation.gov.au/Details/F2019L00669>

⁶ FCA: Financial Conduct Authority (Reino Unido)

<https://www.handbook.fca.org.uk/handbook/SYSC/13.pdf>

⁷ OSFI: Office of the Superintendent of Financial Institutions (Canada)

https://www.osfi-bsif.gc.ca/Eng/fi-if/rg-ro/gdn-ort/gl-ld/Pages/e21_gias.aspx

mayor especialización en esta materia y quienes, en última instancia, están encargados de la elaboración de las tablas de mortalidad, destacándose entre ellos, la SOA⁸, IFOA⁹, CIA¹⁰ y el AGA¹¹, pertenecientes a las jurisdicciones de EE.UU., Reino Unido, Canadá y Australia, respectivamente.

Así también, es común observar que las instancias mandatadas a elaborar tablas de mortalidad, tengan distintas exigencias sobre los períodos con que éstas deban ser actualizadas y las ventanas temporales consideradas a la hora de construir dichas tablas. Así, por ejemplo, para seguros no previsionales, en el caso de Estados Unidos la NAIC en la última versión de su Manual de Valoración propone para productos de vida las tablas de experiencia de la industria VBT 2015, publicadas el 2018, que actualizan a las anteriores VBT 2008, las cuales aún son exigidas para ciertos tipos de seguros. En el caso de Canadá, a través de su instituto de actuarios, para seguros de vida tiene actualmente la tabla CIA9704 publicada el 2010, la que actualiza a la anterior tabla de mortalidad CIA8692, publicada en 1995. Otro ejemplo corresponde a Reino unido, cuyas actuales tablas, las CMI2008 ("series 08") publicadas el año 2016, actualizan a las anteriores CMI2000 ("series 00"), publicadas el año 2006. Se observa entonces que no hay un patrón establecido de actualización de tablas de mortalidad, sino que esto responde a las necesidades de cada jurisdicción.

Respecto a las edades finales, cada tabla responde a las realidades de cada mercado, encontrándose, por ejemplo, que tanto las tablas CIA9704 como las VBT2015 llegan hasta los 120 años y la tabla CMI2008 entre los 90 y 110 (dependiendo del tipo de producto, ya que presenta varios conjuntos de tablas). En el caso chileno, las M-95 llegan hasta los 108 años y, por su parte, las tablas propuestas por la AACH llegan hasta los 110.

IV.2 Metodología de construcción de tablas de mortalidad no previsionales

La determinación de las probabilidades de fallecimiento incluye no solo el cálculo de las tasas brutas de mortalidad y una posterior graduación en base a criterios técnicos razonables, sino también una etapa de depuración y ajuste. Los expertos en la materia y las jurisdicciones internacionales más relevantes construyen tablas de mortalidad específicas para la población y/o grupo de asegurados a la que posteriormente se les aplicarán. Dichas tablas, en general, están segregadas por género, tipos de productos, calidad de fumador del asegurado, períodos de selección, entre otros.

Respecto al periodo de observación utilizado para la construcción de las tablas, se tienen distintos acercamientos dependiendo de la jurisdicción. Así, por ejemplo, la tabla VBT2015 (EE.UU.) fue construida con información de la población asegurada entre los años 2002 y 2009 (8 años); por su lado, la tabla CIA9704 (Canadá) utiliza información entre los años 1997 y 2004 (8 años); en cambio la tabla CMI2008 (Reino Unido) utiliza información entre los años 2007 y 2010 (4 años); y la tabla de mortalidad IA95-97 (Australia) utiliza información entre los años 1995 y 1997 (3 años). Las tablas propuestas por la AACH, por su parte, corresponden a tablas construidas con información durante un periodo de 5 años (2006-2010).

Una vez seleccionado el periodo o ventana de observación, se procede al cálculo de tasas brutas de mortalidad, el cual es un proceso relativamente estándar, ya que estas suelen calcularse como el cuociente entre los fallecidos observados durante el periodo y los expuestos de dicho periodo. Un caso particular respecto a este cálculo lo constituye la tabla canadiense, la cual calcula estas tasas

⁸ SOA: Society of Actuaries

<https://www.soa.org/resources/experience-studies/2014/research-2014-rp/>

⁹ IFOA: Institute and Faculty of Actuaries

<https://www.actuaries.org.uk/learn-and-develop/continuous-mortality-investigation/cmi-working-papers/annuities/cmi-working-paper-134>

¹⁰ CIA: Canadian Institute of Actuaries

<https://www.cia-ica.ca/publications/publication-details/214014>

¹¹ AGA: Australian Government Actuaries

http://www.agau.gov.au/publications/#life_table

respecto a los montos asegurados de los fallecidos y los montos asegurados de los expuestos.

En esta etapa también se estudia la posibilidad de definir periodos selectos para la población, esto es, periodos en que la mortalidad de la población está “mejorada” respecto a la población general, debido principalmente a los procesos de suscripción existentes (este efecto también se conoce como anti-selección). Esto generalmente hace que se produzcan tablas con tasas específicas para estos periodos, las que convergen a las denominadas “tablas últimas”. Estas corresponden a tablas que eliminan la mortalidad subestimada que provocan los efectos de suscripción sobre pólizas “nuevas”; para ello se elimina del cálculo de las tasas brutas aquella población que presenta una contratación más reciente, con periodos que van desde los 1 hasta los 25 años de antigüedad para el establecimiento de estas tasas específicas (selectas), dependiendo exclusivamente de la disponibilidad de información y la desagregación que ésta permita. En ese sentido, y considerando la disponibilidad de la información en cuanto a su volumen y posibilidades de desagregación, las tablas propuestas por la AACH corresponden a tablas últimas, donde se eliminan los efectos de anti-selección, al no considerar pólizas con una duración inferior a dos años, dado que estas tablas serán usadas para la estimación de las reservas de seguros no-previsionales, sin hacer distinción de los distintos procesos de suscripción a los que están afectos las distintas carteras que posee cada compañía.

Posteriormente, se continúa con la etapa de graduación de las tasas brutas, la que consiste en el ajuste de una curva “suave” a ellas, con el fin de obtener ciertas características deseables, basadas en heurísticas convencionalmente aceptadas para la mortalidad (como, por ejemplo, que esta curva sea monótona creciente o, dicho de otro modo, que a medida que avanza la edad la tasa de mortalidad no disminuya). Dentro de los métodos de graduación más utilizados se encuentran los métodos de ajuste y suavizamiento como Whittaker-Henderson (CIA97-04), métodos paramétricos de inter/extrapolación como Gompertz y Gompertz-Makeham (CMI2008), y métodos estadísticos como GAM (*Generalized Additive Models – VBT2015*). Para las tablas propuestas por la AACH, el método utilizado correspondió a Whittaker-Henderson.

Finalmente, se procede con la etapa de ajuste de las edades tempranas y avanzadas, en las que generalmente la información es escasa, por lo que los métodos de graduación rara vez dan resultados satisfactorios. Para estos casos existen distintos acercamientos. Entre los más usados se encuentra el ajuste y empalme de edades a través de métodos como Gompertz, Makeham, Splines, aproximaciones polinómicas, o la regla de Boole (dentro de las fórmulas de aproximación de Newton-Cotes). En general, en estos casos, se busca que las mortalidades de estos tramos converjan a valores conocidos, como pueden ser las tablas de mortalidad poblacionales de un país, o las tasas de mortalidad de tablas anteriores. En el caso de las tablas propuestas por la AACH, se utilizó el método de Makeham convergiendo a las tasas de mortalidad de las tablas previsionales de beneficiarios no inválidos (B-2006), para las edades tempranas, y a las tablas de mortalidad M-95 para las edades finales.

V. PROPUESTA NORMATIVA A EMITIR



REF.: **Modifica NCG 306, que imparte instrucciones sobre constitución de Reservas Técnicas en seguros distintos de los previsionales del D.L. N° 3500, de 1980.**

NORMA DE CARÁCTER GENERAL N° YYY

A todas las entidades aseguradoras y reaseguradoras

Esta Comisión, en uso de sus facultades legales, en especial lo dispuesto en los artículos 3º letra b) y 20 del D.F.L. N° 251 de 1931 y los números 1 y 6 del artículo 5 del D.L. N° 3.538 de 1980, ha resuelto modificar la Norma de Carácter General N° 306, de abril de 2011, en los siguientes términos:

1. Reemplácese la palabra "Superintendencia" por "Comisión" en todo el texto.
2. Reemplácese la sigla "SVS" por "CMF" en todo el texto.
3. Reemplácese el Anexo N°5, derogándose las actuales tablas de mortalidad M-95, por el siguiente nuevo Anexo N°5:

"ANEXO 5 TABLAS DE MORTALIDAD M-2016

Las tablas de mortalidad M-2016 fueron construidas por el Departamento de Estadísticas de la Facultad de Matemáticas de la Pontificia Universidad Católica a requerimiento de la Asociación de Aseguradores de Chile entre julio 2014 y enero 2017 y, posteriormente, recalibradas por la CMF, con el objetivo de asegurar una mayor representatividad del mercado. Estas fueron construidas con una ventana temporal correspondiente a los años 2006-2010. La metodología utilizada en la construcción fue la de Whittaker-Henderson para las edades centrales y el modelo de Makeham para las edades iniciales y finales.

Para obtener las tasas de mortalidad mensuales a partir de la tasa anual que se señalan, se deberá utilizar la siguiente fórmula:

$$q_{(x/y)+i}^m = \frac{y \cdot q_x^A}{1 - i \cdot y \cdot q_x^A}$$

Donde,

x : edad en años

q_x^A : tasa de mortalidad anual para la edad x

y : 1/12, factor de mensualización

i : entero entre 0 y 11

$q_{(x/y)+1}^m$: tasa de mortalidad para la edad ($x \cdot y^{-1} + i$) meses

TABLA M-2016 HOMBRES

Edad	qx	px	Lx	Dx	EV
0	0,00053306	0,99946694	10.000.000	5.331	80,37
1	0,00053418	0,99946582	9.994.669	5.339	79,41
2	0,00053535	0,99946465	9.989.330	5.348	78,45
3	0,00053660	0,99946340	9.983.983	5.357	77,50
4	0,00053794	0,99946206	9.978.625	5.368	76,54
5	0,00053934	0,99946066	9.973.257	5.379	75,58
6	0,00054083	0,99945917	9.967.878	5.391	74,62
7	0,00054242	0,99945758	9.962.487	5.404	73,66
8	0,00054411	0,99945589	9.957.084	5.418	72,70
9	0,00054590	0,99945411	9.951.666	5.433	71,74
10	0,00054780	0,99945220	9.946.233	5.449	70,78
11	0,00054980	0,99945020	9.940.785	5.465	69,82
12	0,00055194	0,99944806	9.935.319	5.484	68,85
13	0,00055421	0,99944579	9.929.836	5.503	67,89
14	0,00055662	0,99944338	9.924.332	5.524	66,93
15	0,00055917	0,99944083	9.918.808	5.546	65,97
16	0,00056188	0,99943812	9.913.262	5.570	65,00
17	0,00056475	0,99943525	9.907.692	5.595	64,04
18	0,00056781	0,99943219	9.902.097	5.622	63,07
19	0,00057105	0,99942895	9.896.474	5.651	62,11
20	0,00057449	0,99942551	9.890.823	5.682	61,15
21	0,00057814	0,99942186	9.885.141	5.715	60,18
22	0,00061827	0,99938173	9.879.426	6.108	59,22
23	0,00073116	0,99926884	9.873.317	7.219	58,25
24	0,00059049	0,99940951	9.866.098	5.826	57,29
25	0,00059512	0,99940488	9.860.273	5.868	56,33
26	0,00059937	0,99940063	9.854.405	5.906	55,36
27	0,00060365	0,99939636	9.848.498	5.945	54,39
28	0,00060854	0,99939146	9.842.553	5.990	53,43
29	0,00061473	0,99938527	9.836.564	6.047	52,46

Edad	qx	px	Lx	Dx	EV
30	0,00062291	0,99937709	9.830.517	6.124	51,49
31	0,00063376	0,99936624	9.824.393	6.226	50,52
32	0,00064794	0,99935206	9.818.167	6.362	49,55
33	0,00066611	0,99933389	9.811.805	6.536	48,59
34	0,00068887	0,99931113	9.805.269	6.755	47,62
35	0,00071681	0,99928319	9.798.515	7.024	46,65
36	0,00075047	0,99924953	9.791.491	7.348	45,68
37	0,00079036	0,99920964	9.784.143	7.733	44,72
38	0,00083699	0,99916301	9.776.410	8.183	43,75
39	0,00089095	0,99910905	9.768.227	8.703	42,79
40	0,00095284	0,99904716	9.759.524	9.299	41,83
41	0,00102346	0,99897654	9.750.225	9.979	40,87
42	0,00110372	0,99889628	9.740.246	10.750	39,91
43	0,00119473	0,99880527	9.729.496	11.624	38,95
44	0,00129785	0,99870215	9.717.871	12.612	38,00
45	0,00141464	0,99858536	9.705.259	13.729	37,04
46	0,00154691	0,99845309	9.691.530	14.992	36,10
47	0,00169670	0,99830331	9.676.538	16.418	35,15
48	0,00186619	0,99813381	9.660.120	18.028	34,21
49	0,00205778	0,99794222	9.642.092	19.841	33,27
50	0,00227396	0,99772604	9.622.251	21.881	32,34
51	0,00251730	0,99748270	9.600.370	24.167	31,41
52	0,00279039	0,99720961	9.576.203	26.721	30,49
53	0,00309586	0,99690414	9.549.482	29.564	29,58
54	0,00343639	0,99656361	9.519.918	32.714	28,67
55	0,00381470	0,99618530	9.487.204	36.191	27,76
56	0,00423375	0,99576625	9.451.013	40.013	26,87
57	0,00469678	0,99530322	9.411.000	44.201	25,98
58	0,00520752	0,99479248	9.366.798	48.778	25,10
59	0,00577035	0,99422965	9.318.021	53.768	24,23

Edad	qx	px	Lx	Dx	EV
60	0,00639056	0,99360944	9.264.252	59.204	23,37
61	0,00707451	0,99292549	9.205.048	65.121	22,51
62	0,00782988	0,99217012	9.139.927	71.565	21,67
63	0,00866588	0,99133412	9.068.363	78.585	20,84
64	0,00959350	0,99040650	8.989.777	86.243	20,02
65	0,01062562	0,98937438	8.903.534	94.606	19,20
66	0,01177714	0,98822286	8.808.928	103.744	18,41
67	0,01306507	0,98693493	8.705.184	113.734	17,62
68	0,01450856	0,98549144	8.591.451	124.650	16,85
69	0,01612889	0,98387111	8.466.801	136.560	16,09
70	0,01794932	0,98205068	8.330.241	149.522	15,34
71	0,01999501	0,98000499	8.180.719	163.574	14,61
72	0,02229284	0,97770716	8.017.145	178.725	13,90
73	0,02487121	0,97512879	7.838.420	194.951	13,21
74	0,02775977	0,97224023	7.643.469	212.181	12,53
75	0,03098920	0,96901080	7.431.288	230.290	11,87
76	0,03459090	0,96540910	7.200.998	249.089	11,24
77	0,03859679	0,96140321	6.951.910	268.321	10,62
78	0,04303920	0,95696080	6.683.588	287.656	10,03
79	0,04795063	0,95204937	6.395.932	306.689	9,46
80	0,05336379	0,94663621	6.089.243	324.945	8,91
81	0,05931143	0,94068857	5.764.298	341.889	8,38
82	0,06582636	0,93417364	5.422.409	356.937	7,88
83	0,07294140	0,92705860	5.065.472	369.483	7,40
84	0,08068938	0,91931062	4.695.989	378.916	6,94
85	0,08910312	0,91089688	4.317.073	384.665	6,51
86	0,09821174	0,90178826	3.932.408	386.209	6,10
87	0,10802374	0,89197626	3.546.199	383.074	5,70
88	0,11858565	0,88141435	3.163.126	375.101	5,33
89	0,12994568	0,87005432	2.788.024	362.292	4,99

Edad	qx	px	Lx	Dx	EV
90	0,14215354	0,85784646	2.425.733	344.826	4,65
91	0,15526010	0,84473990	2.080.906	323.082	4,34
92	0,16931710	0,83068290	1.757.824	297.630	4,05
93	0,18437665	0,81562335	1.460.195	269.226	3,77
94	0,20049074	0,79950926	1.190.969	238.778	3,51
95	0,21771051	0,78228949	952.191	207.302	3,27
96	0,23608555	0,76391445	744.889	175.857	3,04
97	0,25566294	0,74433706	569.031	145.480	2,82
98	0,27648618	0,72351382	423.551	117.106	2,62
99	0,29859397	0,70140603	306.445	91.503	2,43
100	0,32201886	0,67798114	214.942	69.216	2,26
101	0,34678566	0,65321434	145.727	50.536	2,09
102	0,37290978	0,62709022	95.191	35.498	1,94
103	0,40039528	0,59960472	59.693	23.901	1,79
104	0,42923300	0,57076700	35.792	15.363	1,66
105	0,45939839	0,54060161	20.429	9.385	1,53
106	0,49084941	0,50915059	11.044	5.421	1,40
107	0,52352440	0,47647560	5.623	2.944	1,27
108	0,55734004	0,44265996	2.679	1.493	1,12
109	0,59218950	0,40781050	1.186	702	0,91
110	1,00000000	0,00000000	484	484	0,50

TABLA M-2016 MUJERES

Edad	qx	px	Lx	Dx	EV
0	0,00025844	0,99974156	10.000.000	2.584	82,78
1	0,00025845	0,99974155	9.997.416	2.584	81,80
2	0,00025846	0,99974154	9.994.832	2.583	80,82
3	0,00025849	0,99974151	9.992.248	2.583	79,84
4	0,00025851	0,99974149	9.989.666	2.582	78,86
5	0,00025854	0,99974146	9.987.083	2.582	77,88
6	0,00025859	0,99974141	9.984.501	2.582	76,90
7	0,00025864	0,99974136	9.981.919	2.582	75,92
8	0,00025870	0,99974130	9.979.337	2.582	74,94
9	0,00025878	0,99974122	9.976.756	2.582	73,96
10	0,00025887	0,99974113	9.974.174	2.582	72,98
11	0,00025899	0,99974101	9.971.592	2.583	72,00
12	0,00025914	0,99974086	9.969.009	2.583	71,02
13	0,00025933	0,99974067	9.966.426	2.585	70,04
14	0,00025956	0,99974044	9.963.841	2.586	69,05
15	0,00025985	0,99974015	9.961.255	2.588	68,07
16	0,00026020	0,99973980	9.958.667	2.591	67,09
17	0,00026066	0,99973934	9.956.075	2.595	66,11
18	0,00026120	0,99973880	9.953.480	2.600	65,12
19	0,00026189	0,99973811	9.950.881	2.606	64,14
20	0,00026275	0,99973725	9.948.274	2.614	63,16
21	0,00026381	0,99973619	9.945.661	2.624	62,17
22	0,00026513	0,99973487	9.943.037	2.636	61,19
23	0,00026678	0,99973322	9.940.401	2.652	60,21
24	0,00026882	0,99973118	9.937.749	2.671	59,22
25	0,00027135	0,99972865	9.935.077	2.696	58,24
26	0,00027452	0,99972548	9.932.381	2.727	57,25
27	0,00031896	0,99968104	9.929.655	3.167	56,27
28	0,00036435	0,99963565	9.926.488	3.617	55,29
29	0,00039473	0,99960527	9.922.871	3.917	54,31

Edad	qx	px	Lx	Dx	EV
30	0,00036987	0,99963013	9.918.954	3.669	53,33
31	0,00030670	0,99969330	9.915.285	3.041	52,35
32	0,00031937	0,99968063	9.912.244	3.166	51,36
33	0,00033474	0,99966526	9.909.079	3.317	50,38
34	0,00035359	0,99964641	9.905.762	3.503	49,40
35	0,00037673	0,99962327	9.902.259	3.730	48,41
36	0,00040488	0,99959512	9.898.529	4.008	47,43
37	0,00043873	0,99956127	9.894.521	4.341	46,45
38	0,00047877	0,99952123	9.890.180	4.735	45,47
39	0,00052529	0,99947471	9.885.445	5.193	44,49
40	0,00057826	0,99942174	9.880.252	5.713	43,52
41	0,00063748	0,99936252	9.874.538	6.295	42,54
42	0,00070258	0,99929742	9.868.244	6.933	41,57
43	0,00077320	0,99922680	9.861.310	7.625	40,60
44	0,00084921	0,99915079	9.853.686	8.368	39,63
45	0,00093091	0,99906909	9.845.318	9.165	38,66
46	0,00101918	0,99898082	9.836.153	10.025	37,70
47	0,00111547	0,99888453	9.826.128	10.961	36,73
48	0,00122183	0,99877817	9.815.167	11.993	35,77
49	0,00134075	0,99865925	9.803.175	13.144	34,82
50	0,00147508	0,99852492	9.790.031	14.441	33,86
51	0,00162781	0,99837219	9.775.590	15.913	32,91
52	0,00180200	0,99819800	9.759.677	17.587	31,97
53	0,00200057	0,99799944	9.742.090	19.490	31,02
54	0,00222619	0,99777381	9.722.600	21.644	30,08
55	0,00248129	0,99751871	9.700.956	24.071	29,15
56	0,00276797	0,99723203	9.676.885	26.785	28,22
57	0,00308815	0,99691185	9.650.100	29.801	27,30
58	0,00344371	0,99655629	9.620.299	33.129	26,38
59	0,00383690	0,99616310	9.587.169	36.785	25,47

Edad	qx	px	Lx	Dx	EV
60	0,00427066	0,99572934	9.550.384	40.786	24,57
61	0,00474904	0,99525096	9.509.598	45.161	23,67
62	0,00527769	0,99472231	9.464.437	49.950	22,78
63	0,00586417	0,99413583	9.414.486	55.208	21,90
64	0,00651837	0,99348163	9.359.278	61.007	21,03
65	0,00725275	0,99274725	9.298.271	67.438	20,16
66	0,00808266	0,99191734	9.230.833	74.610	19,30
67	0,00902661	0,99097339	9.156.223	82.650	18,46
68	0,01010670	0,98989330	9.073.573	91.704	17,62
69	0,01134879	0,98865121	8.981.870	101.933	16,80
70	0,01278283	0,98721717	8.879.936	113.511	15,98
71	0,01444278	0,98555722	8.766.426	126.612	15,18
72	0,01636669	0,98363331	8.639.814	141.405	14,40
73	0,01859667	0,98140333	8.498.409	158.042	13,63
74	0,02117861	0,97882139	8.340.367	176.637	12,88
75	0,02416185	0,97583815	8.163.729	197.251	12,15
76	0,02759870	0,97240130	7.966.479	219.864	11,43
77	0,03154389	0,96845611	7.746.614	244.358	10,74
78	0,03605401	0,96394599	7.502.256	270.486	10,08
79	0,04118698	0,95881302	7.231.769	297.855	9,44
80	0,04700147	0,95299854	6.933.915	325.904	8,82
81	0,05355658	0,94644342	6.608.011	353.902	8,23
82	0,06091159	0,93908841	6.254.108	380.948	7,67
83	0,06912594	0,93087406	5.873.160	405.988	7,13
84	0,07825931	0,92174069	5.467.173	427.857	6,63
85	0,08837159	0,91162841	5.039.316	445.332	6,15
86	0,09952299	0,90047701	4.593.983	457.207	5,69
87	0,11177384	0,88822616	4.136.776	462.383	5,27
88	0,12518463	0,87481537	3.674.393	459.978	4,87
89	0,13981590	0,86018410	3.214.415	449.426	4,49

Edad	qx	px	Lx	Dx	EV
90	0,15572819	0,84427181	2.764.989	430.587	4,14
91	0,17309217	0,82690783	2.334.402	404.067	3,81
92	0,19195784	0,80804216	1.930.336	370.543	3,51
93	0,21245457	0,78754543	1.559.792	331.385	3,22
94	0,23469225	0,76530775	1.228.407	288.298	2,95
95	0,25878156	0,74121844	940.110	243.283	2,70
96	0,28483242	0,71516758	696.827	198.479	2,47
97	0,31295192	0,68704808	498.348	155.959	2,26
98	0,34324183	0,65675817	342.389	117.522	2,06
99	0,37579571	0,62420429	224.867	84.504	1,88
100	0,41069541	0,58930459	140.363	57.646	1,71
101	0,44800711	0,55199289	82.716	37.058	1,55
102	0,48777671	0,51222329	45.659	22.271	1,41
103	0,53002470	0,46997530	23.388	12.396	1,28
104	0,57474071	0,42525929	10.992	6.317	1,16
105	0,62187745	0,37812255	4.674	2.907	1,05
106	0,67134463	0,32865537	1.767	1.187	0,94
107	0,72300283	0,27699717	581	420	0,85
108	0,77665767	0,22334233	161	125	0,76
109	0,83205486	0,16794514	36	30	0,67
110	1,00000000	0,00000000	6	6	0,50

Vigencia y aplicación:

La presente norma rige a contar de esta fecha y se aplicará a contar de los Estados Financieros al 30 de septiembre de 2024.

Disposiciones Transitorias

1. En el caso de las compañías que, a la fecha de emisión de esta norma, tengan aprobadas tablas de mortalidad propias, podrán reemplazarlas por las tablas de mortalidad M-2016, previa autorización de este Servicio. En caso de reemplazar las tablas propias por las M-2016, las compañías deberán demostrar, a través de un análisis de suficiencia, que dichas tablas representan adecuadamente la mortalidad de sus carteras y detallar el impacto en los estados financieros de dicho cambio, mediante el envío de un informe a la CMF. Una vez aprobado el cambio de tablas por la CMF, éste no podrá ser revertido sin la autorización de este Servicio.

2. i) Las diferencias que se produzcan, por la aplicación de las tablas de mortalidad M-2016, en la constitución de reservas, sea un aumento o disminución de las mismas, estarán sujetas a diferimiento según se detalla a continuación:

La diferencia que se produzca entre la reserva matemática, calculada según las instrucciones de la presente norma, utilizando las tablas de mortalidad M-2016 y la reserva matemática determinada según las tablas M-95, en el caso de una disminución de reservas, deberá contabilizarse en una cuenta de ingresos anticipados (cuenta 5.21.42.50) del pasivo, informándose en la nota N°28.5 de la Circular N°2022 los cálculos que respaldan la gradualidad, y se deberá reconocer en resultados, en forma trimestral y proporcional, en dos años a partir del 30 de septiembre de 2024. La contabilización en la cuenta de utilidades diferidas antes mencionada no afectará la situación de solvencia de las compañías. Para lo anterior, la disminución de reservas asociada a la aplicación de las tablas de mortalidad M-2016 no será considerada para el cálculo del indicador de endeudamiento financiero de las compañías. En tanto que, para el cálculo del endeudamiento total y el patrimonio de riesgo, se deberá incorporar esta cuenta de pasivos.

Para el caso que la compañía presente un aumento de reservas, producto de la aplicación de las tablas M-2016, dicho aumento deberá contabilizarse en una cuenta de gastos anticipados (cuenta 5.15.34.00) del activo, informándose en la nota N°22.3 de la Circular N°2022 los cálculos que respaldan la gradualidad, y se deberá reconocer en resultados, en forma trimestral y proporcional, en dos años a partir del 30 de septiembre de 2024. El aumento de reservas asociada a la aplicación de las tablas de mortalidad M-2016 será considerado para el cálculo del indicador de endeudamiento total de las compañías en el momento que se devengue la proporción trimestral correspondiente. Para este caso, lo que corresponde a los montos por este concepto (cambio de Tabla de Mortalidad) debe tratarse como activo efectivo, en tanto que el resto de los conceptos que estén contenidos en la cuenta de gastos anticipados deben seguir lo dispuesto en la NCG 323.

- ii) Las tablas M-2016 se deberán utilizar de acuerdo a las instrucciones que se imparten a continuación:

a) Las tablas M-2016 deberán ser utilizadas para todas las pólizas que se emitan a partir del 1 de octubre de 2024, salvo en aquellas compañías que tienen aprobadas tablas propias. Por su parte, respecto al stock de pólizas vigentes al 30 de septiembre de 2024, las nuevas tablas M-2016 deberán ser aplicadas a partir de los estados financieros de septiembre de 2024, siguiendo la aplicación gradual de acuerdo a las instrucciones que se detallan a continuación, en un periodo de 2 años:

La compañía al 30 de septiembre 2024, deberá calcular para el stock de pólizas vigentes a dicha fecha, el monto de la reserva matemática con las tablas M-95 y con la tabla M-2016, debiendo reconocer trimestralmente, en forma lineal y proporcional, el aumento o la disminución de la reserva matemática, según corresponda. Lo anterior, de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\text{Monto a liberar o constituir en cada trimestre} = (\text{RTMm95t} - \text{RTMm-2016})/8$$

donde,

RTMm95t = Reserva matemática, del stock al 30 de septiembre de 2024, calculada con la tabla m95 a dicha fecha.

RTMm-2016t = Reserva matemática, del stock al 30 de septiembre de 2024, calculada con la tabla m2016 a dicha fecha.

Por lo tanto, el monto a liberar o constituir en cada trimestre, calculado al 30 de septiembre de 2024, será el mismo y no variará para los 8 trimestres.

b) Las compañías podrán optar, solo en el caso de una disminución de reserva por la aplicación de las tablas TM-2016, por reconocer este efecto de una sola vez al final de los 2 años, es decir, el 30 de junio de 2026, de acuerdo a lo siguiente:

Monto a liberar el 30 de junio 2026= (RTMm95t - RTMm-2016)

RTMm95t = Reserva matemática, del stock al 30 de junio de 2026, calculada con la tabla m95 a dicha fecha.

RTMm-2016t = Reserva matemática, del stock al 30 de junio de 2026, calculada con la tabla m2016 a dicha fecha.

Las compañías que opten por esta alternativa deberán informarlo previamente a la Comisión.

c) Las compañías adicionalmente deberán enviar, en conjunto con los estados financieros al 30 de septiembre de 2024, un informe que indique el monto a liberar o constituir, según corresponda, así como los cálculos que sustentan dicho monto.”

**SOLANGE BERSTEIN JÁUREGUI
PRESIDENTA
COMISIÓN PARA EL MERCADO FINANCIERO**

VI. EVALUACIÓN DE IMPACTO REGULATORIO

1. Beneficios de la Aplicación de la Normativa:

1.1. Beneficios para la CMF

La actualización y reemplazo de las actuales tablas M-95 permitirá asegurar la representatividad de las tablas, lo que generará beneficios en las labores de comparabilidad de la mortalidad observada (y gestión de las obligaciones) por parte de la CMF en las compañías. Lo anterior, favorecerá un ambiente más competitivo en la industria, posibilitando a la Comisión el cumplimiento de sus objetivos relativos al desarrollo del mercado de seguros.

Por otro lado, con la implementación de las nuevas tablas, se incorporan perfeccionamientos metodológicos en función de las mejores prácticas internacionales en la materia.

1.2. Beneficios para las Compañías de Seguros

El principal beneficio es ajustar la provisión que deben constituir las compañías, de manera que ésta represente de mejor forma la mortalidad observada recientemente, llevándola a la mejor estimación de la mortalidad esperada, y eliminando la sobre valoración que generan las tablas M-95 (tras 23 años sin haber sido actualizadas).

2. Costos de la aplicación de la Normativa:

Dado que la modificación consiste en un cambio de parámetros (las tablas de mortalidad para el cálculo de reservas), no debiese implicar mayores costos, tanto para la CMF como para las compañías de seguros. Lo anterior se debe a que dichos cambios no generan costos adicionales para la CMF en cuanto a temas operativos, logísticos y de monitoreo, mientras que, por el lado de las compañías, no debiese implicar una inversión en la implementación de nuevos sistemas, más aún considerando que el cambio de tablas significará una disminución de reservas técnicas para prácticamente todo el mercado.

3. Riesgos de la Aplicación de la Normativa:

No se observan riesgos relevantes asociados a la implementación de las nuevas tablas de mortalidad, considerando que los ajustes efectuados por la CMF con el fin de lograr una mayor representatividad de las tablas para la mayor parte del mercado minimizan los riesgos de insuficiencia de reservas.

Cabe señalar que, además, a la par de las reservas matemáticas existen reservas por adecuación de pasivos, las que se activan en casos de que una compañía presente desviaciones en sus carteras respecto al mercado y que impliquen insuficiencias en sus reservas matemáticas.

VII. PROCESO DE CONSULTA PÚBLICA

Se realizaron 2 procesos de consulta pública, los cuales se detallan a continuación:

a) Primer proceso de consulta pública

Entre el 3 de julio y el 3 de noviembre de 2023, esta Comisión sometió a un primer proceso consulta pública la propuesta normativa que reemplaza las tablas M-95, actualmente vigentes, por las nuevas tablas M-2016, establecidas para el cálculo de reservas matemáticas en la NCG N°306. Finalizado el proceso de consulta pública, no se recibieron comentarios a la propuesta normativa, en tanto que, los resultados de impacto solicitado a las compañías se muestran a continuación.

Impacto Cuantitativo

De acuerdo a la información proporcionada por las compañías de seguros, en respuesta al OFORD N° 9.416 de abril de 2017, que considera los flujos de reservas al 31 de diciembre de 2016, se estima que el cambio normativo en el requerimiento regulatorio de provisiones técnicas para respaldar las pólizas vigentes a esa fecha generaría una disminución de la reserva total del mercado de un 20,6% (MUF 6.689) respecto a la reserva que se constituyó al 31/12/2016 con las actuales tablas M-95.

Con el objetivo de actualizar la información señalada en el párrafo anterior, se solicitó a las compañías realizar un estudio de suficiencia e impacto en sus respectivas carteras de las tablas puestas en consulta por la CMF, con el fin de medir la adecuación de las mismas y el impacto que generarían en sus provisiones, considerando los flujos de reservas al 31 de diciembre de 2022. Dicha información debía ser proporcionada según lo instruido por Oficio Ordinario N° 59.946 de fecha 06 de julio de 2023.

Lo anterior debía estar respaldado mediante un informe de un tercero independiente que entregue servicios de actuariado, o de un auditor externo inscrito en los registros de la CMF. Adicionalmente, se solicitó que todos los cálculos asociados a dichos análisis de suficiencia e impacto debían quedar en la compañía a disposición de la CMF.

Se otorgó a las compañías un plazo de 4 meses para realizar este análisis y enviar tanto el informe mencionado en el párrafo anterior, así como sus comentarios a la propuesta normativa, a contar de la fecha de su puesta en consulta en la página web de la CMF.

Finalizado el período de consulta pública, 23 compañías con reserva matemática enviaron sus informes con impacto a la cartera de diciembre 2022. Dos compañías fueron eximidas vía Oficio, dada la marginalidad de sus negocios.

Según la información remitida por las compañías, con la implementación de las tablas de mortalidad propuestas, se estima una disminución de un 18,8% de las reservas matemáticas a diciembre de 2022, equivalente a MUF 5.500. Lo anterior no difiere significativamente de la estimación de impacto realizada en 2017, con la cartera de diciembre 2016.

b) Segundo proceso de consulta pública

Sin perjuicio de no contar con comentarios a la propuesta normativa, se determinó someter a un segundo proceso de consulta pública, desde el 8 al 22 de abril de 2024, una disposición transitoria que regula la implementación de las nuevas tablas de mortalidad, la cual establecería el reconocimiento en 3 años de la liberación de reservas matemáticas en cada compañía.

Finalizado este segundo proceso de consulta, se recibieron comentarios de 5 compañías de seguros y de una asociación gremial. Los comentarios hacen referencia a:

1. No se observa la necesidad o justificación para plantear un periodo de diferimiento para el reconocimiento de las nuevas TM-2016.

R: La CMF acoge parcialmente este comentario, estableciendo finalmente un periodo de diferimiento de 2 años, en atención al criterio prudencial señalado en este informe normativo.

2. Se solicita aclarar cómo se aplica el efecto de proporcionalidad para registrar la amortización en los siguientes trimestres, tanto en su impacto en las cuentas de balance, así como la cuenta y rubro en resultados donde se debe presentar.

R: Se incluye un ejemplo numérico de la contabilización.

	dic-23	sept-24
RM95	6.400	6.400
RM2016		5.200
Ajuste RM x TM2016		-1.200 Disminuye

Asiento 1

Pasivo		
Reserva Matemática	1.200 Resultado	
5.21.31.30	Variación RM	1.200
	5.31.12.20	

Asiento 2

Resultado		
Otros Gastos	1.200 Pasivo	
5.31.52.00	Ingresos anticipados	1.200
	5.21.42.50	

Asiento 3

Pasivo		
Ingresos anticipados	150 Resultado	
5.21.42.50	Otros ingresos	150
	5.31.51.00	

3. Cuando el borrador de la norma hace referencia al monto "proporcional", no tenemos claro si el reconocimiento en resultado es lineal por trimestre (basado en el cálculo inicial), o si el reconocimiento se debe adecuar a las variaciones que se recalculan en cada trimestre (como se indica en el punto ii (a) de la norma en consulta).

R: El reconocimiento debe realizarse en forma lineal y proporcional por trimestre, y basado en el cálculo inicial realizado a septiembre 2024. Por lo anterior, se ajusta la fórmula de la disposición transitoria.

4. Respecto al cálculo de los indicadores de solvencia, se solicita mayor claridad sobre el impacto en el cálculo, considerando que solo se menciona que se excluye el pasivo diferido en el ratio de "endeudamiento financiero". En particular, se solicita aclarar los efectos en el cálculo de excedente patrimonial y si el caso de la cuenta de pasivo por "ingresos diferidos" se debe considerar para evaluar el patrimonio de riesgo de la compañía.

R: Este pasivo diferido no se considera para el cálculo del endeudamiento financiero. No obstante, para el cálculo del endeudamiento total y el patrimonio de riesgo, se deberá incorporar esta cuenta de pasivos.

5. Respecto a revelaciones, la norma en consulta solicita informar en la nota 28.5 o 22.3, dependiendo del saldo por las diferencias en el cambio de las tablas de mortalidad, "los cálculos que respaldan la gradualidad", sin embargo, actualmente estas notas solo permiten indicar el concepto que se encuentra registrado en dicho rubro, por lo que se solicita aclaración sobre el nivel de detalle esperado en la revelación.

R: Independiente del umbral del 5%, del total de otros pasivos u otros activos, respectivamente, establecido en las señaladas notas, las compañías deberán revelar en éstas los montos asociados a la implementación de las TM-2016.

6. En el caso que una compañía de seguros utilice para un ramo una tabla propia, ¿también es posible cambiar a las tablas M-2016 tanto para nuevos negocios como para el stock? En caso negativo, ¿cuál debiera ser el proceder?

R: La normativa establece claramente que se debe pedir autorización a la CMF para reemplazar el uso de tablas propias por las tablas M-2016.

7. Se solicita aclarar que, por un lado, el borrador en el punto 2.i menciona que, para el caso de una disminución de reservas, la diferencia deberá contabilizarse en una cuenta de ingresos anticipados (cuenta 5.21.42.50) del pasivo, y, sin embargo, para las pólizas vigentes a septiembre 2024, se establece en la fórmula que la reserva matemática en el trimestre t es una combinación del cálculo con ambas tablas (M-2016 y M-95).

R: Se corrige la fórmula, de forma tal que la reserva matemática en cada trimestre, para el caso de una disminución de reservas, corresponderá a la calculada con las nuevas tablas, en tanto que para un aumento de reservas, la reserva matemática de cada EEFF, posterior al 30 de septiembre 2024, irá incorporando en cada trimestre la respectiva proporción, para al finalizar el periodo de diferimiento corresponder a la reserva matemática con las TM-2016.

8. La fórmula presentada solo será utilizada para ir determinando en forma trimestral el nuevo saldo de la cuenta "ingresos anticipados", de tal forma que su diferencia (amortización trimestral) se debe llevar a resultados. ¿La cuenta a utilizar sería "Otros Ingresos" (5.31.51.00)?

R: Sí, se debe utilizar esta cuenta.

9. Hay compañías para las cuales el cambio de tablas de mortalidad implica una baja en las reservas técnicas, pero que a nivel global es muy poco significativa como para justificar definir una contabilidad especial en el periodo transitorio de tres años.

R: Se permitirá a las compañías reconocer el efecto de una liberación de reservas matemáticas, dada la aplicación de las nuevas tablas TM-2016, de una sola vez al final de los 2 años, de acuerdo a la

norma final emitida, es decir, en junio de 2026, informando esta decisión a la CMF.

10. Respecto de la forma precisa de contabilizar el cambio, se tienen algunas dudas que se refieren al diferencial que se produzca entre la reserva matemática utilizando las tablas de mortalidad M-2016 y las tablas M-95 (con la gradualidad que corresponda a cada fecha), ya sea una disminución o un aumento:

- ¿Se deberá contabilizar en la misma cuenta de resultado de la reserva matemática que se utiliza actualmente, o bien en una cuenta distinta? De ser una cuenta distinta ¿cuál cuenta deberá ser y donde se debe clasificar en el estado de resultado integral?
- En caso que no sea la misma cuenta de la reserva matemática, ¿este diferencial deberá formar parte del margen de contribución? ¿Y dónde se debe clasificar en el estado de resultado integral?
- El diferencial que se registra en resultados, ¿deberá contener ramo? Y en tal caso, ¿debe ser el mismo ramo de la reserva matemática?

R: Ver ejemplo del N°1. Con respecto al diferencial, se debe reflejar éste en cada ramo FECU.

11. ¿La gradualidad o reconocimiento gradual se hace por la reserva matemática directa y también por la reserva matemática cedida?

R: Se debe reconocer en ambas.

12. ¿Es posible reconocer inmediatamente el total de la variación de la reserva matemática para el stock de pólizas a septiembre 2024, sea un aumento o una disminución neta, cuando esta reserva es menor a, por ejemplo, UF 30.000 u otro monto definido por esta Comisión?

R: No se contempla un umbral por materialidad, no obstante, las compañías, en caso de liberación de reserva, podría reconocer el efecto total de una sola vez, en junio de 2026.

13. Se solicita aclarar si para efectos del cálculo del Test de Adecuación de Pasivos (TAP) asociado a la reserva matemática, se debe considerar como comparación contra la mejor estimación solo la reserva calculada bajo la nueva tabla de mortalidad M-2016, o además se debe considerar la cuenta de ingresos anticipados que registra la diferencia entre las tablas de mortalidad.

R: Se debe considerar solo la reserva calculada bajo las TM-2016.

ANEXO A: INFORME ASOCIACIÓN DE ASEGURODORES DE CHILE

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE
FACULTAD DE MATEMÁTICAS – DEPARTAMENTO DE ESTADÍSTICA

**PROPUESTA DE TABLAS DE MORTALIDAD
APLICABLES AL CÁLCULO DE RESERVAS
MATEMÁTICAS DE SEGUROS DE VIDA**

AUTOR

RICARDO ARAVENA, PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE

COLABORACIÓN

RAÚL AHUMADA, COMPAÑÍA DE SEGUROS CONFUTURO S.A.

MARCELA CORRALES, BTG PACTUAL CHILE S.A.

ULISES RUBIO, METLIFE CHILE SEGUROS DE VIDA S.A.



v4

SANTIAGO DE CHILE
2016

ÍNDICE

Introducción	3
Aspectos Generales	3
Análisis de Registros y Construcción de la Base de Datos.....	4
Recepción de Registros.....	4
Validación Inicial	5
Agregación de datos	8
Metodología	11
Cálculo de Exposición y Tasas de Mortalidad	11
Graduación.....	12
Test Estadísticos.....	13
Construcción de los Extremos de la Tabla	13
Márgenes de Seguridad	15
Construcción de las Tablas	16
Resultados Graduación de Tasas de Mortalidad – Hombres.....	16
Resultados Graduación de Tasas de Mortalidad – Mujeres	19
Evaluación del Ajuste versus Tabla M-95.....	22
Análisis de Suficiencia.....	24
Tablas de Mortalidad Propuestas	28
Conclusiones.....	33
Anexos.....	34

INTRODUCCIÓN

En el marco de convenio de colaboración institucional celebrado entre la Asociación de Aseguradores de Chile A.G. (AACCH) y la Pontificia Universidad Católica de Chile (PUC), el Departamento de Estadística de la Facultad de Matemáticas efectúa el estudio sobre una metodología para la construcción de tablas de mortalidad aplicables al cálculo de reservas matemáticas de seguros de vida.

Aspectos Generales

Actualmente, las reservas matemáticas de los seguros de vida tradicionales en Chile se calculan utilizando las tablas de mortalidad M-95, las cuales fueron establecidas por la Circular N°1.476 de la Superintendencia de Valores y Seguros (SVS), del 29 de marzo de 2000.

Es razonable esperar que la mortalidad de la población chilena haya sufrido cambios desde el desarrollo e implementación de dichas tablas, por lo que se hace recomendable actualizar estas mismas utilizando datos e información que representen la mortalidad actual de la población asegurada de mejor manera.

En el presente informe se entregan los resultados obtenidos en el proceso de la construcción de tablas de mortalidad para la constitución de reservas matemáticas de seguros de vida.

Parte importante de este proceso corresponde a la depuración de los datos que sirven de base para la construcción de las tablas propuestas, y al cálculo de exposición y mortalidad bruta para la graduación y construcción de las probabilidades estimadas de fallecimiento. Es necesario tener presente que los datos utilizados en el estudio fueron aportados por un conjunto de compañías de seguros de vida, en coordinación con el Comité Técnico Actuarial de la AACCH, de acuerdo a un protocolo común. Las compañías que aportaron datos fueron las siguientes:

ANÁLISIS DE REGISTROS Y CONSTRUCCIÓN DE LA BASE DE DATOS

Recepción de Registros

La base de datos utilizada para la construcción de las tablas de mortalidad es provista por un conjunto de compañías de seguros de vida del mercado nacional. De hecho, las ocho compañías que aportan datos al estudio representan una participación de alrededor de 35% en la prima directa de los seguros tradicionales de vida a diciembre 2010.

La información entregada por las compañías de seguros abarca todas las pólizas que se encontraban en vigencia al 31 de diciembre de 2010 y aquellas pólizas que presentaron fecha de término por cualquier causa durante el periodo comprendido entre el 1º de enero de 2006 y el 31 de diciembre de 2010 (ambas fechas inclusive).

Para cada registro se dispuso de al menos de la siguiente información:

- Código del producto.
- RUN del asegurado.
- Sexo del asegurado.
- Fecha de nacimiento del asegurado.
- Fecha inicio de vigencia del producto.
- Fecha término de vigencia del producto.
- Fecha de fallecimiento del asegurado.

La información provista por las compañías corresponde a diferentes productos, que se denotan por código. Los códigos de seguros ocupados son los siguientes:

- Desgravamen de consumo (DC).
- Desgravamen hipotecario (DH).
- Seguros de vida individual (VI).
- *Direct marketing* (DM).
- *Telemarketing* (TM).
- Otros (OT).

La tabla N°1 muestra el número de registros recibidos según tipo de producto. Cabe destacar que para un mismo RUN puede haber más de un registro.

TABLA N°1 – Número de registros según código del producto

Código	DC	DH	DM	OT	TM	VI	Total
Número de registros	10.520.829	1.406.875	10.593.750	520.270	25.732	271.884	23.339.340

El presente estudio se centró en las pólizas asociadas a los productos desgravamen consumo e hipotecario, vida individual y *direct marketing*, por presentar coberturas mayoritariamente de largo plazo, por las cuales se deben constituir reservas matemáticas.

Los productos de *telemarketing* (TM) y otros (OT), fueron excluidos por su heterogeneidad y dificultad de clasificación.

La tabla N°2 presenta el número de registros según código del producto que serán finalmente incluidos en el análisis, pudiendo existir más de un registro para un mismo RUN.

TABLA N°2 – Número de registros según código del producto

Código	DC	DH	DM	VI	Total
Número de registros	10.520.829	1.406.875	10.593.750	271.884	22.793.338

Validación Inicial

Para cada una de las compañías participantes se procedió a realizar un análisis de consistencia de la información enviada, a nivel de registro y a nivel de RUN. En términos simples, el análisis de consistencia corresponde a la aplicación de filtros, los cuales son descritos a continuación.

Uno de los criterios básicos para la inclusión de un registro en el análisis es que este corresponda a una persona natural. Al aplicar el filtro respecto al RUN (que esté comprendido entre el rango de 200.000 y 25.000.000) el número de registros se reduce en un 9,1%, 2.074.274 de registros no validan esta condición. La tabla N°3 presenta el número de registros con RUN válidos según producto.

TABLA N°3 – Número de registros según código del producto para RUN válidos

Código	DC	DH	DM	VI	Total
Número de registros	8.458.885	1.406.061	10.582.925	271.193	20.719.064

Como ya se mencionó anteriormente, puede existir más de un registro para un mismo RUN.

El siguiente filtro utilizado para la constitución de la data válida para la construcción de la tabla, corresponde al criterio de fechas. Es decir, un registro es válido si las fechas de inicio y de término quedan comprendidas dentro del periodo de observación del estudio. Lo anterior se traduce en los siguientes tres criterios:

1. **Fecha de inicio de vigencia:** Será considerado válido todo aquel registro que presente fecha de inicio anterior al 31 de diciembre de 2010;
2. **Fecha de término de vigencia:** Será considerado válido todo aquel registro que presente fecha de término posterior al 1º de enero de 2006;
3. **Exposición:** Será considerado válido todo aquel registro que presente fecha de inicio anterior a la fecha de término. Cabe consignar que para aquellos registros que se encuentren vigentes, la fecha de término de la exposición corresponde al 31 de diciembre de 2010.

Con respecto al cálculo de la exposición hay que tener presente que puede existir más de un registro (o póliza) por RUN, con lo que podrían suceder las siguientes situaciones:

Caso 1: Póliza única

Inicio: 01-01-2007

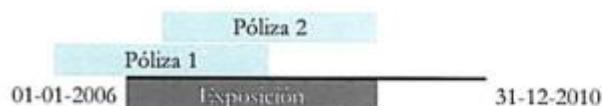
Fin: 31-12-2008



Exposición: 01-01-2007 hasta 31-12-2008

Caso 2: Pólizas sobrepuertas

Inicio:	Póliza 1: 01-01-2005	Póliza 2: 01-07-2006
Fin:	Póliza 1: 31-12-2007	Póliza 2: 30-06-2009



Exposición: 01-01-2006 hasta 30-06-2009

Caso 3: Pólizas no sobrepuertas

Inicio:	Póliza 1: 01-07-2006	Póliza 2: 01-01-2009
Fin:	Póliza 1: 31-12-2007	Póliza 2: 30-06-2010



Exposición: 01-07-2006 hasta 30-06-2010

Caso 4: Pólizas no sobrepuertas con distancia extrema

Inicio:	Póliza 1: 01-01-2005	Póliza 2: 01-01-2010
Fin:	Póliza 1: 31-12-2006	Póliza 2: 31-12-2011



Exposición: 01-01-2006 hasta 31-12-2010

Obviamente, los casos presentados corresponden a casos particulares y podrían disponerse, por ejemplo, de tres o más pólizas asociadas al mismo RUN, en cuyo caso se mantiene el esquema presentado.

Finalmente, y con el objetivo que la propuesta corresponda a una tabla definitiva (*ultimate table*), para los seguros de vida individual el período de exposición se empieza a considerar dos años después del inicio de vigencia de la póliza.

Los resultados obtenidos al aplicar los criterios se muestran en la tabla N°4, en la cual se aprecia que el número total de registros se reduce en 306.553 (puede existir más de un registro para un mismo RUN).

TABLA N°4 – Número de registros según código y sexo

Sexo	DC	DH	DM	VI	Total
Hombre	5.593.474	899.947	6.593.285	114.189	13.200.895
Mujer	2.446.381	486937	3.775.900	69.088	6.778.306
Indeterminado	244.921	11.193	177.196	0	433.310
Total	8.284.776	1.398.077	10.546.381	183.277	20.412.511

Agregación de datos

La agregación de datos se realiza sobre las bases depuradas de registros repetidos en cada uno de los aportantes, lo que reduce los registros de 20.412.511 a 7.426.385. Estos últimos registros podrían incluir RUN repetidos, pero en diferentes compañías y no dentro de la misma. El número de registros totales se puede observar en la tabla N°5.

TABLA N°5 – Número de RUN por proveedor según código y sexo

Sexo	DC	DH	DM	VI	Total
Hombre	2.189.959	562.954	1.808.077	98.199	4.659.189
Mujer	1.087.239	315369	1.031.205	61.180	2.494.993
Indeterminado	174.780	10.212	87.211	0	272.203
Total	3.451.978	888.535	2.926.493	159.379	7.426.385

Adicionalmente, se llevó a cabo un proceso de pareo con el Registro Civil con el objetivo de obtener las fechas de fallecimiento y establecer la validación con respecto al sexo y fecha de nacimiento de una parte de los registros.

La base de datos validada según RUN único y sexo se presenta en la tabla N°6 y corresponde a la información base que se utilizará para obtener las tasas brutas de mortalidad agregada según sexo y edad.

TABLA N°6 – Número de RUN únicos según estado y sexo

Sexo	Válidos no Fallecidos	Válidos Fallecidos	Total
Hombre	2.622.912	19.560	2.642.472
Mujer	1.429.911	6.232	1.436.143
Total	4.052.823	25.792	4.078.615

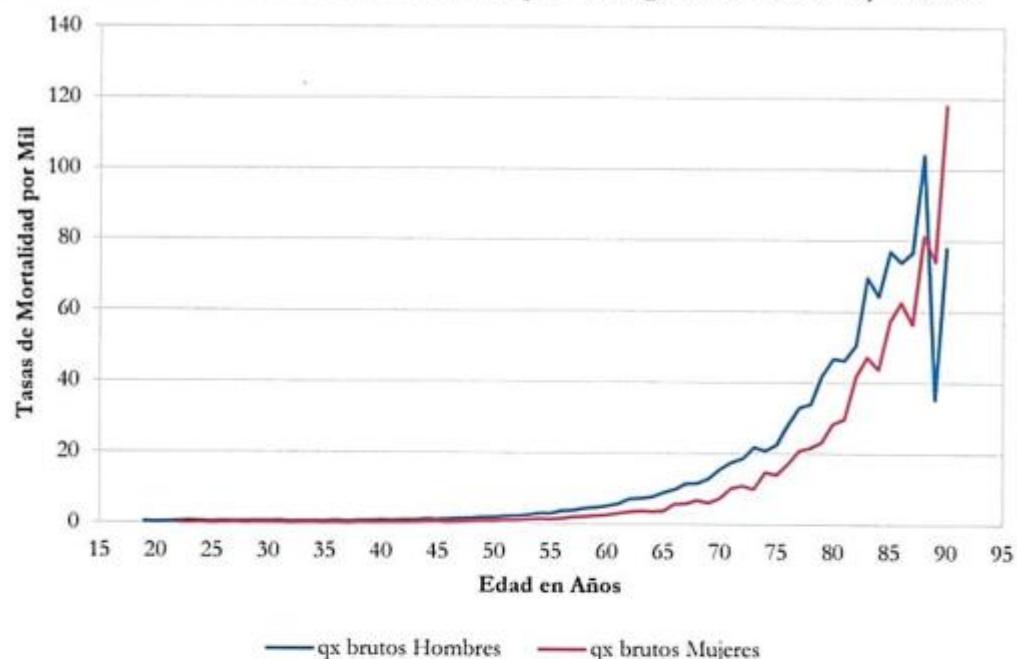
A continuación, en la tabla N°7 se muestra un resumen de la recepción de registros y la validación inicial realizada, pasando así de un total de 23.339.340 registros (puede existir más de un registro por RUN) a 4.078.615 RUN únicos.

TABLA N°7 – Resumen de la validación inicial

Tabla	DC	DH	DM	OT	TM	VI	Total	Observación
Nº1	10.520.829	1.406.875	10.593.750	520.270	23.732	271.884	23.339.340	Recepción inicial de registros
Nº2	10.520.829	1.406.875	10.593.750	0	0	271.884	22.793.338	Se eliminan carteras OT y TM por dificultad de clasificación
Nº3	8.458.885	1.406.061	10.582.925	0	0	271.193	20.719.064	Se eliminan RUN fuera de rango válido
Nº4	8.284.776	1.398.077	10.546.381	0	0	183.277	20.412.511	Criterio fechas y tablas últimas
Nº5	3.451.978	888.535	2.926.493	0	0	159.379	7.426.385	RUN únicos de cada compañía
Nº6						4.078.615		RUN únicos en base de datos y runificación de fallecidos

Con esta información depurada se obtienen las tasas brutas de mortalidad de acuerdo a las especificaciones que se presentan en el siguiente punto. El gráfico N°1 muestra las tasas brutas de mortalidad según sexo y, como se puede apreciar, la información disponible permite obtener tasas brutas de mortalidad entre los 19 y 90 años, contando con al menos cinco fallecidos por edad.

GRÁFICO N°1 – Tasas brutas de mortalidad por mil según sexo entre 15 y 95 años



METODOLOGÍA

En los siguientes puntos se describe la metodología utilizada para el cálculo y graduación de las tasas de mortalidad del grupo en estudio.

Cálculo de Exposición y Tasas de Mortalidad

Con los datos depurados por RUN y agrupados por sexo y edad, se procede al cálculo de las exposiciones y las muertes en cada edad.

Para cada registro individual, se define la fecha de entrada al estudio como la mayor entre la fecha original de emisión de la póliza y el 1º de enero 2006. Asimismo, la fecha de salida del estudio es la menor de las fechas entre la fecha de término de la exposición, la fecha de término del estudio y la fecha de fallecimiento.

Se calcula, entonces, la edad a la fecha de entrada del estudio, la cual se define como x_i . Esta se calcula dividiendo el número de días entre la fecha de nacimiento y la fecha de entrada por 365,25. De igual forma se define la edad a la fecha de salida como x_s .

El aporte de cada registro se realiza como sigue.

Sean $i = [x_i]$ y $s = [x_s]$, donde $[]$ es la función parte entera. La exposición para la edad x se obtiene iterando x desde i hasta s . Así, la exposición en años para la edad x está dado por:

$$E_x = \text{Min}(x + 1; x_s) - \text{Max}(x; x_i)$$

En caso de que la causa de salida del estudio haya sido el fallecimiento del asegurado, la exposición para la edad entera en la cual el fallecimiento ocurre será el año completo.

Una vez terminado este proceso, se tiene para cada edad x el número de exposiciones E_x y de las muertes D_x , con lo cual se obtienen las tasas brutas de mortalidad por edad, utilizando la siguiente fórmula:

$$q'_x = \frac{D_x}{E_x}$$

donde:

q'_x = Tasa bruta de mortalidad en la edad x

D_x = Número de muertes en la edad x

E_x = Número de expuestos en la edad x (puede ser fracción)

Graduación

Una vez obtenidas las tasas brutas de mortalidad, estas se gradúan utilizando el método Whittaker-Henderson tipo B dentro del rango donde se realizó el estudio. Cabe mencionar que esta metodología es utilizada en la construcción de diferentes tablas, como por ejemplo, las tablas oficiales de reservas en el sistema previsional chileno.

El método Whittaker-Henderson tipo B minimiza la función $F + hS$, donde F (*fit*) es la medida de ajuste de la curva, S (*smooth*) es la medida de suavidad de la curva que las tasas representan y h es el parámetro de equilibrio de escala entre ajuste y suavidad.

La fórmula para F está dada por:

$$F = \sum w_x (\hat{q}_x - q'_x)^2$$

donde:

x = Edad alcanzada

w_x = Elemento ponderador para la edad x

\hat{q}_x = La tasa de mortalidad graduada

q'_x = La tasa de mortalidad observada

El elemento ponderador se puede definir como $w_x = \frac{n_x}{q'_x(1-q'_x)}$ o como $w_x = \frac{n_x}{\bar{n}}$, donde n_x es el número de expuestos en la edad x y \bar{n} que es el número promedio de expuestos, el cual se define para un total de k edades como sigue:

$$\bar{n} = \frac{1}{k} \sum n_x$$

Se utilizarán ambos elementos ponderadores y en base a los resultados de la minimización se elegirá el más adecuado.

La fórmula para S corresponde a la diferencia finita de orden z y está dada por:

$$S = \sum (\Delta^z \hat{q}_x)^2$$

donde:

$$\Delta^k \hat{q}_x = \Delta^{k-1} \hat{q}_{x+1} - \Delta^{k-1} \hat{q}_x$$

$$\Delta \hat{q}_x = \hat{q}_{x+1} - \hat{q}_x$$

La solución de la función $F + hS$ corresponde al vector de graduaciones \hat{q}_x que se obtiene de igualar a cero las derivadas parciales de esta función (véase anexo N°1).

Test Estadísticos

Para evaluar la calidad de ajuste del modelo, se aplican las siguientes pruebas estadísticas:

- Test de chi-cuadrado
- Test de los signos
- Test de rachas
- Test de Kolmogorov Smirnov
- Test de desviaciones absolutas
- Test de desviaciones estandarizadas

En todos los test aplicados la hipótesis nula de formulación de la prueba es que la tabla propuesta sigue o se ajusta a la función graduada.

La descripción, racionalidad y aplicación de estas pruebas estadísticas se describen en el anexo N°2, al final de este informe.

Construcción de los Extremos de la Tabla

La tabla graduada usando Whitaker-Henderson sólo corresponde a las edades sobre las cuales fue construida. Este rango se conoce como cuerpo de la tabla. Para completar la tabla, se debe modelar las edades iniciales o cabeza de la tabla, y las edades finales o cola de la tabla. Estos dos tramos se modelan analíticamente, usualmente ajustándose a una experiencia de mortalidad preseleccionada y empalmándola con el cuerpo de la tabla. Este ajuste analítico se realiza en este estudio usando la metodología de interpolación de Makeham, que requiere de tres puntos equi-espaciados dentro del rango de interpolación para entregar una curva continua de ajuste.

Modelo Makeham

$$q_x = 1 - e^{-[A + (\frac{B}{\ln c})c^x(c-1)]}$$

Los parámetros A , B y c serán estimados separadamente para cada una de las tablas.

Edades Iniciales

Al no disponer de información suficiente para las edades iniciales, se ajusta la tabla en este tramo utilizando el modelo de interpolación de Makeham. El nivel de mortalidad usado para empalmar con la experiencia será la tabla de mortalidad de beneficiarios no inválidos de pensión de sobrevivencia (B-2006), fijando como primer punto de referencia una edad dentro del cuerpo de la tabla para mantener continuidad entre las funciones. En el caso de las mujeres esta edad es 38 años y para los hombres es 30 años. El punto inicial se determina definiendo la equidistancia entre las edades, que para los hombres fue de 10 años, mientras que en el caso de las mujeres fue de 12 años. Por lo tanto, la edad inicial para las mujeres fue de 14 años y para los hombres 10 años.

En las edades tempranas se observa un mayor aumento de las tasas de mortalidad brutas en ambos géneros, la cual se puede atribuir a muertes accidentales, debido a las actividades propias de la juventud. Para los hombres, dicho fenómeno se observa entre los 22 y 24 años, mientras que para las mujeres está entre los 27 y 30 años. Con el objetivo de capturar este fenómeno y debido a la dificultad de extender el cuerpo de la tabla, realizar el posterior empalme y no rechazar ninguno de los test estadísticos, se modifican las tasas de mortalidad, sumándole los valores que se muestran en la tabla N°8 a las tasas de mortalidad ya interpoladas por Makeham.

TABLA N°8 - Tasas de mortalidad por mil adicionales a los empalmes

Edad	Hombres	Mujeres
22	0,030	0
23	0,120	0
24	0	0
25	0	0
26	0	0
27	0	0,025
28	0	0,050
29	0	0,065
30	0	0,045

Edades Finales

Dado que no se dispone de información suficiente para las edades finales, se utiliza el modelo de interpolación de Makeham, usando como referencia la tabla M-95. Se fija como primer punto para la interpolación, una edad dentro del cuerpo de la tabla, para mantener la continuidad, siendo en ambos géneros dicha edad 85 años y el último punto fue 109 años. Los años de equidistancia fueron 12 años y el punto faltante e intermedio se fija utilizando de acuerdo a la pendiente de la tabla M-95.

Márgenes de Seguridad

Se aplican los siguientes márgenes de seguridad para las tablas de mortalidad según sexo, con el fin de no presentar insuficiencia en ninguna de las edades de los respectivos cuerpos para cada tabla:

- Hombres: 15,10% entre los 0 y 109 años.
- Mujeres: 28,60% entre los 0 y 109 años.

CONSTRUCCIÓN DE LAS TABLAS

Resultados Graduación de Tasas de Mortalidad – Hombres

Para los hombres, de acuerdo a los datos considerados, el cuerpo de la tabla corresponde al rango entre 26 y 85 años. En este tramo se aplica la graduación de las tasas brutas utilizando el método Whittaker-Henderson tipo B descrito anteriormente.

Los parámetros utilizados en la graduación corresponden a diferencias finitas de orden 4, con ponderador $w_x = \frac{n_x}{n}$ y un coeficiente $h = 25.000$.

La tabla N°9 muestra los resultados obtenidos de los test estadísticos y luego los gráficos del ajuste para las tasas de mortalidad propuestas sin márgenes de seguridad.

TABLA N°9 – Estadísticos del ajuste – Hombres

Test	Estadígrafo	Valor-p	Limite de Rechazo (Mín. - Máx.)	Resultado de la Prueba
Chi-cuadrado	64,78	0,2820	> 77,93	No rechaza
De los signos	32	0,7405	22 38	No rechaza
De las corridas	36	0,1127	23 38	No rechaza
Kolmogorov-Smirnov	0,0040	1,0000	> 0,1756	No rechaza
Desviaciones absolutas	31	0,4486	> 36,87	No rechaza
Desviación estándar	3,36	0,6448	> 11,07	No rechaza

La hipótesis nula establecida para la aplicación de la prueba, es que la curva graduada se ajusta a la experiencia o mortalidad subyacente del grupo en estudio.

GRÁFICO N°2 – Graduación – Tasas de mortalidad hombres entre 20 y 90 años

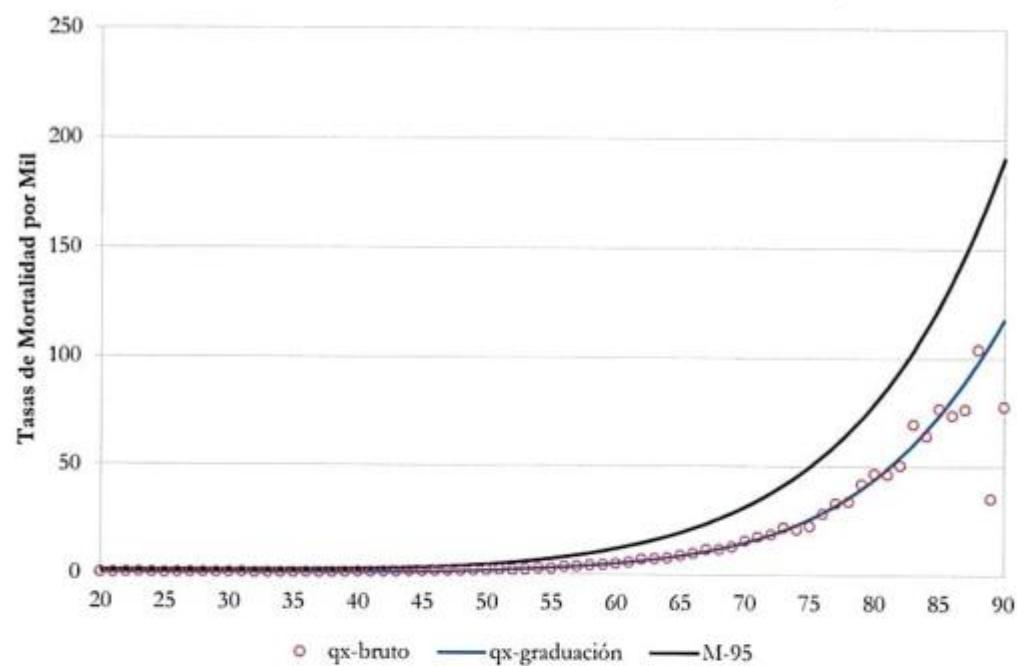


GRÁFICO N°3 – Ajuste cabeza – Tasas de mortalidad hombres entre 10 y 40 años

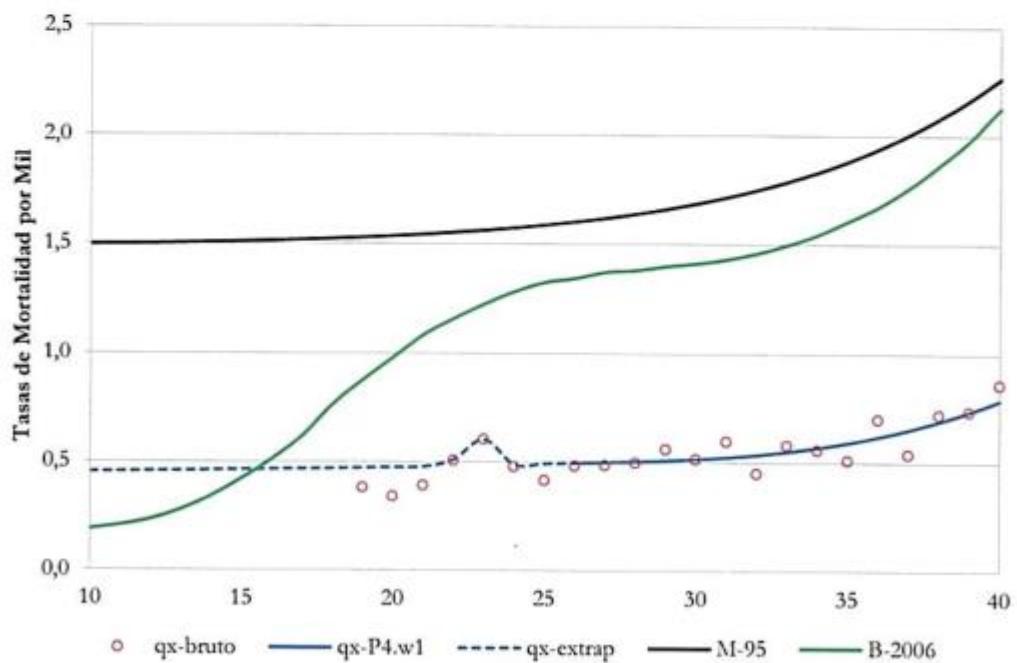


GRÁFICO N°4 – Ajuste cola – Tasas de mortalidad hombres entre 70 y 100 años

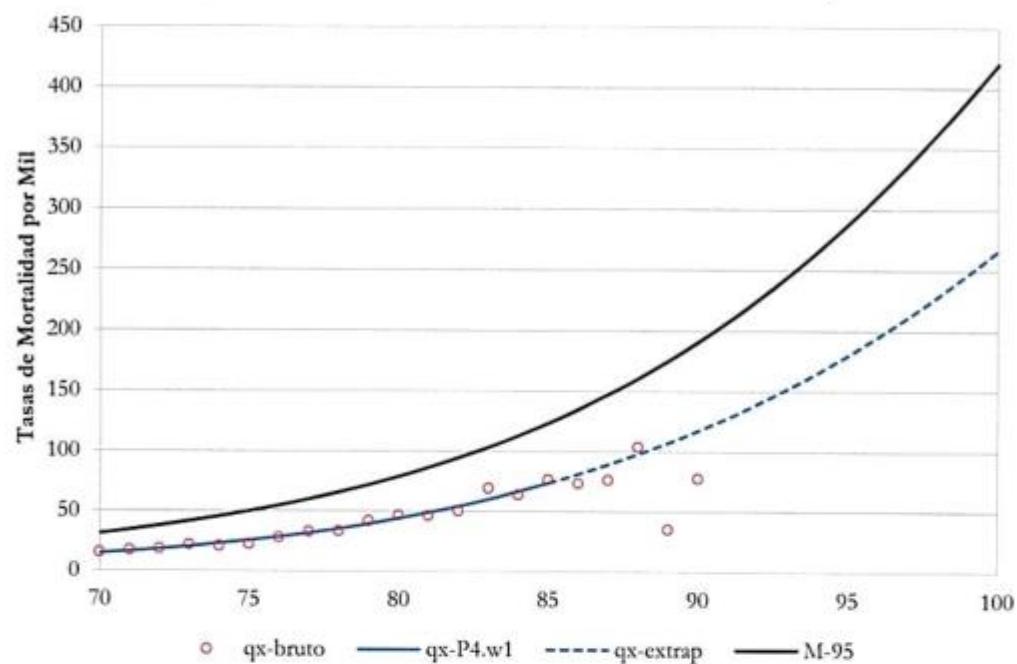
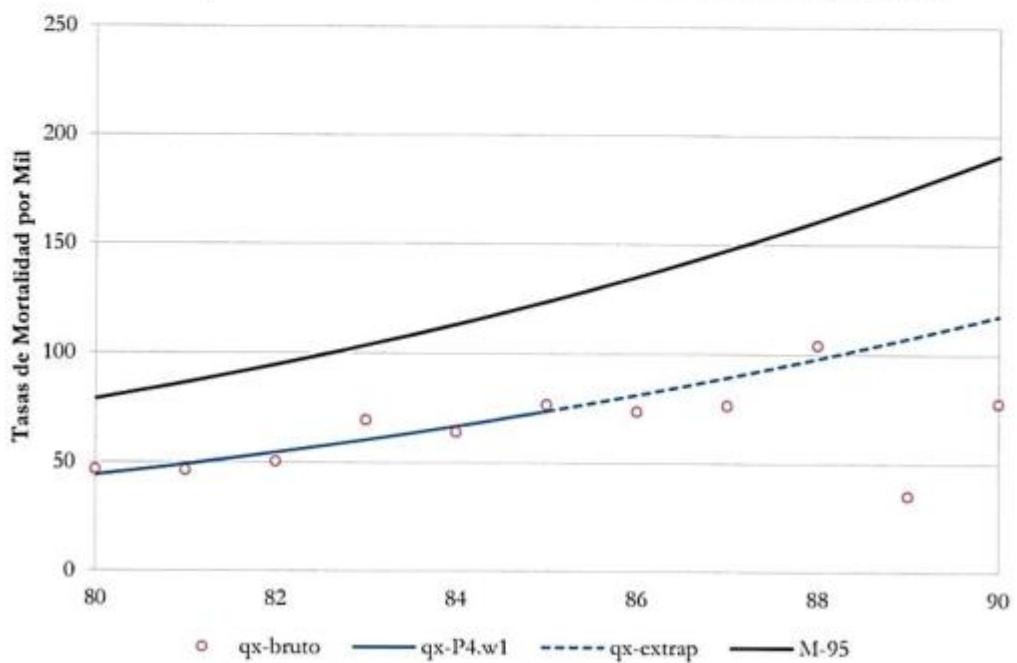


GRÁFICO N°5 – Ajuste cola – Tasas de mortalidad hombres entre 80 y 90 años



Resultados Graduación de Tasas de Mortalidad – Mujeres

Al igual que en el caso de las tasas brutas de mortalidad de hombres, de acuerdo a los datos considerados, el cuerpo de la tabla de mujeres corresponde al rango entre 31 y 90 años.

Los parámetros utilizados en la graduación corresponden a diferencias finitas de orden 4, con ponderador $w_x = \frac{n_x}{\bar{n}}$ y un coeficiente $h = 6.200$.

La tabla N°10 muestra los resultados obtenidos de los test estadísticos y luego los gráficos del ajuste para las tasas de mortalidad propuestas sin márgenes de seguridad.

TABLA N°10 – Estadísticos del ajuste – Mujeres

Test	Estadígrafo	Valor-p	Límite de Rechazo (Min. - Máx.)	Resultado de la Prueba
Chi-cuadrado	63,16	0,3318	> 77,93	No rechaza
De los signos	30	0,5513	22 38	No rechaza
De las corridas	38	0,0453	23 39	No rechaza
Kolmogorov-Smirnov	0,0048	1,0000	> 0,1756	No rechaza
Desviaciones absolutas	36	0,0778	> 36,87	No rechaza
Desviación estándar	5,98	0,3080	> 11,07	No rechaza

La hipótesis nula establecida para la aplicación de la prueba, es que la curva graduada se ajusta a la experiencia o mortalidad subyacente del grupo en estudio.

GRÁFICO N°6 – Graduación – Tasas de mortalidad mujeres entre 30 y 95 años

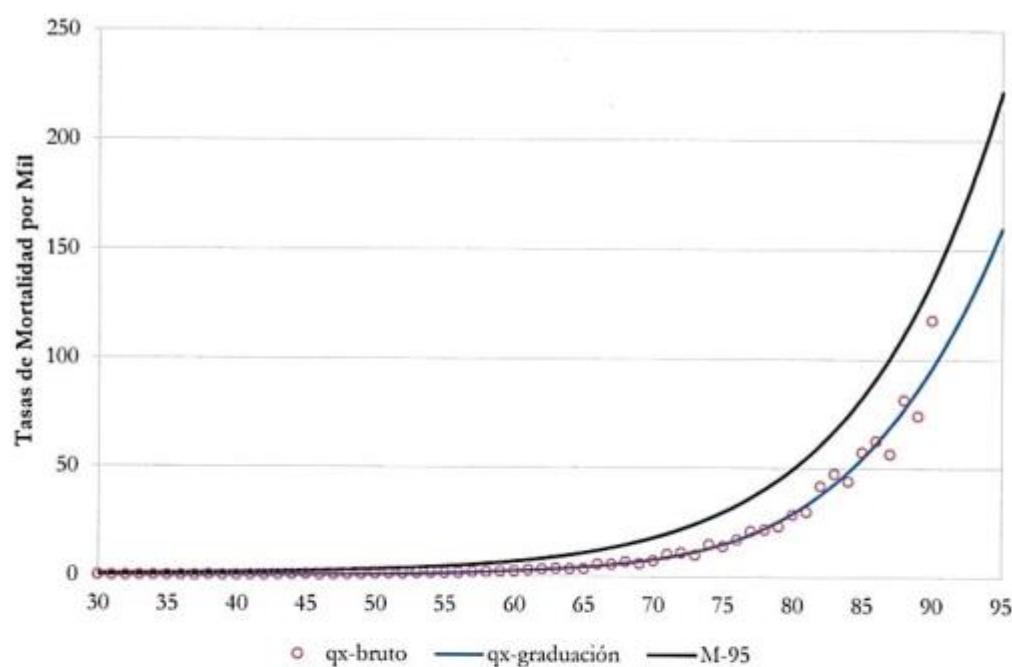


GRÁFICO N°7 – Ajuste cabeza – Tasas de mortalidad mujeres entre 15 y 45 años

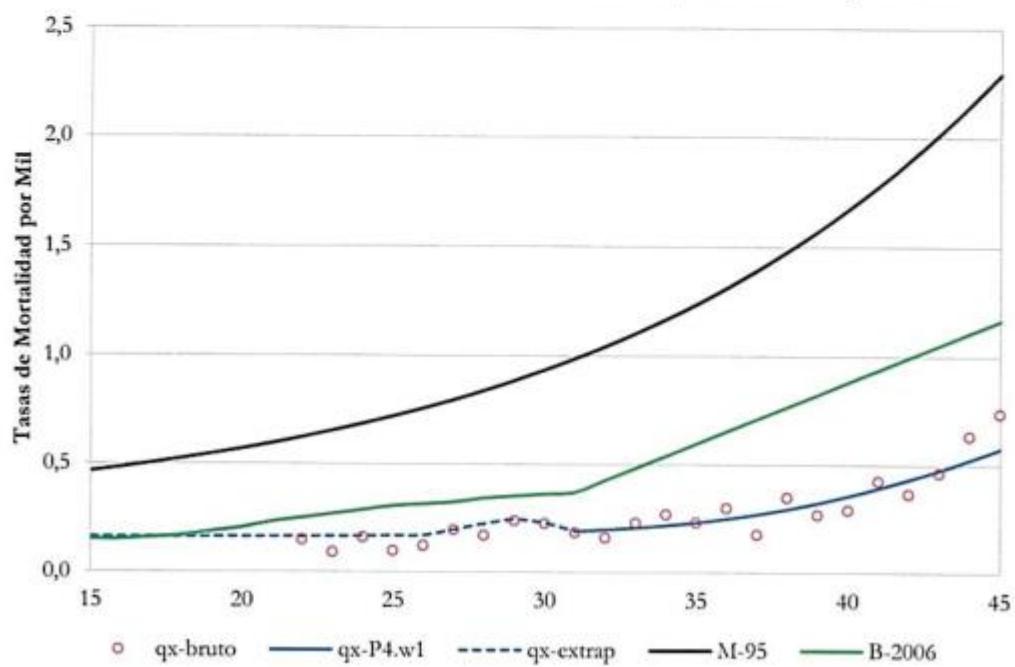


GRÁFICO N°8 – Ajuste cola – Tasas de mortalidad mujeres entre 75 y 105 años

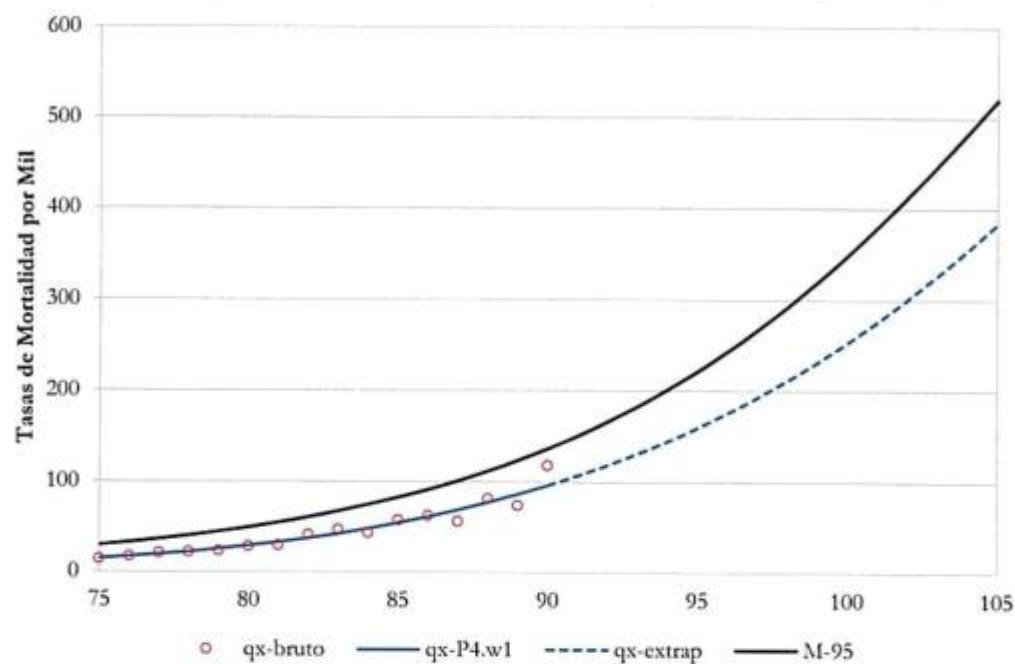
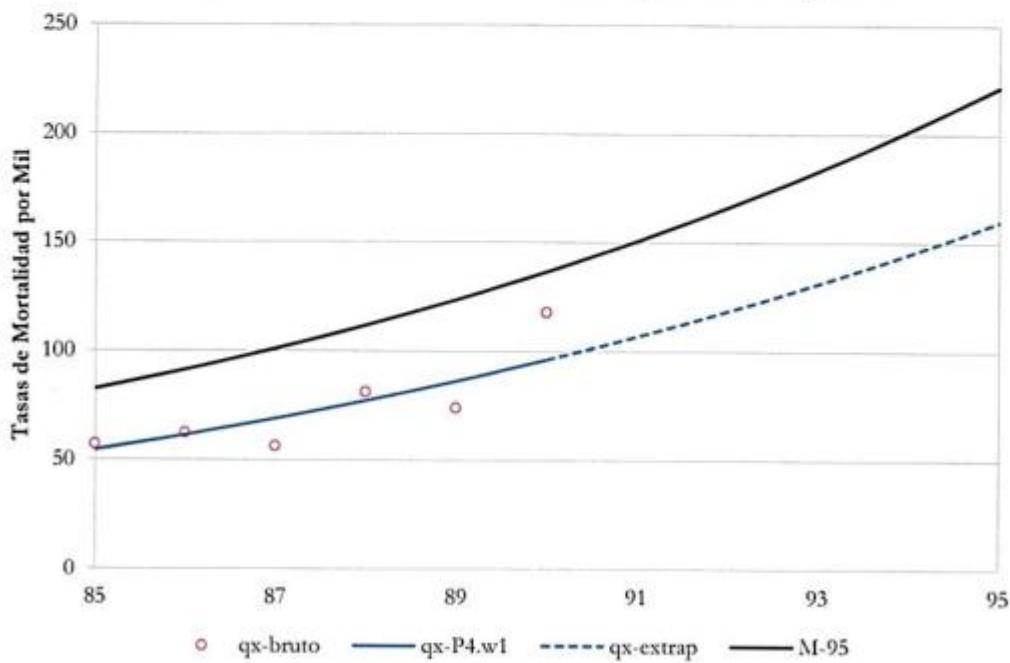
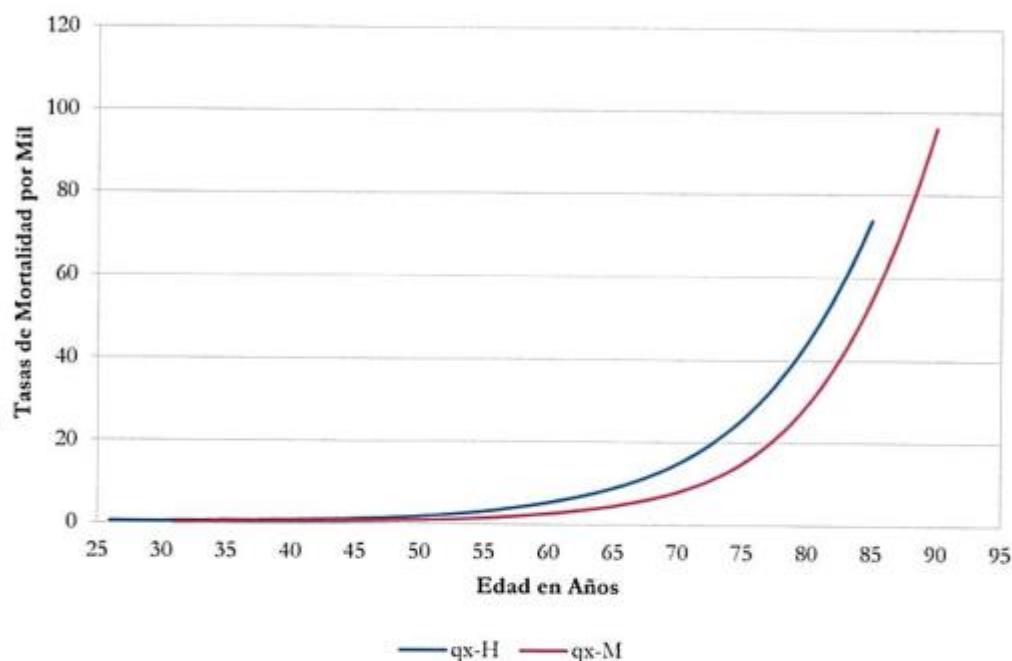


GRÁFICO N°9 – Ajuste cola – Tasas de mortalidad mujeres entre 85 y 95 años



En el siguiente gráfico se muestra un comparativo entre las tasas de mortalidad ajustadas según sexo para los tramos que componen el cuerpo de la tabla.

GRÁFICO N°10 – Tasas de mortalidad – Comparación cuerpo hombres versus mujeres entre 25 y 95 años



Evaluación del Ajuste versus Tabla M-95

Tasas de Mortalidad propuesta versus M-95 – Hombres

Con el objeto de evaluar el nivel de las tasas de mortalidad obtenidas se realiza un análisis comparativo respecto a la mortalidad modelada en la tabla M-95.

La tabla N°11 muestra la comparación en tramos quinquenales entre el número de fallecidos esperados con la tabla propuesta, que incorpora el margen de seguridad anteriormente mencionado, y el número de fallecidos esperados con la tabla M-95.

TABLA N°11 – Número de fallecidos esperados según tabla propuesta versus M-95 – Hombres

Rangos de Edades	Número de Expuestos	Número de Fallecidos				Diferencia Fallecidos Esperados versus Observados		Diferencia (%) Fallecidos Esperados versus Observados	
		Observados	Esperados			Tabla Propuesta	Tabla M-95	Tabla Prop./M-95	Tabla Propuesta
			Tabla Propuesta	Tabla M-95	Tabla Prop./M-95				
25 a 29	840.488	414	484	1.365	35,5%	70	951	16,9%	229,7%
30 a 34	1.001.395	542	623	1.761	35,4%	81	1.219	14,9%	224,9%
35 a 39	1.067.130	685	809	2.151	37,6%	124	1.466	18,2%	213,9%
40 a 44	1.060.477	1.002	1.126	2.676	42,1%	124	1.674	12,4%	167,1%
45 a 49	960.473	1.372	1.559	3.351	46,5%	187	1.979	13,6%	144,2%
50 a 54	784.805	1.786	2.088	4.283	48,8%	302	2.497	16,9%	139,8%
55 a 59	588.668	2.261	2.629	5.284	49,8%	368	3.023	16,3%	133,7%
60 a 64	430.570	2.780	3.192	6.258	51,0%	412	3.478	14,8%	125,1%
65 a 69	272.299	2.920	3.347	6.339	52,8%	427	3.419	14,6%	117,1%
70 a 74	134.486	2.470	2.797	4.978	56,2%	327	2.508	13,2%	101,5%
75 a 79	57.760	1.748	2.066	3.385	61,0%	318	1.637	18,2%	93,7%
80 a 85	21.642	1.134	1.295	1.967	65,8%	161	833	14,2%	73,5%
Total	7.198.551	17.980	20.721	41.829	49,5%	2.741	23.849	15,2%	132,6%

Como se puede observar en la tabla N°11, los fallecidos esperados por la tabla propuesta exceden a los observados en 2.741 entre los 25 y 85 años, equivalente a 15,2%. A su vez, para ninguno de los quinquenios de edad se observa una insuficiencia.

Tasas de Mortalidad propuestas versus M-95 – Mujeres

Al igual que en el caso anterior, la tabla N°12 muestra la comparación en tramos quinquenales entre el número de fallecidos esperados por la tabla propuesta, que incorpora el margen de seguridad anteriormente mencionado, y el número de fallecidos estimados con la tabla M-95.

Para las mujeres, al igual que para los hombres, se observa una suficiencia para las edades analizadas. De hecho, se esperan 1.430 fallecidos más que los observados en el período de estudio.

TABLA N°12 – Número de fallecidos esperados según tabla propuesta versus M-95 – Mujeres

Rangos de Edades	Número de Expuestos	Número de Fallecidos				Diferencia Fallecidos Esperados versus Observados		Diferencia (%) Fallecidos Esperados versus Observados	
		Observados	Esperados			Tabla Propuesta	Tabla M-95	Tabla Propuesta	Tabla M-95
			Tabla Propuesta	Tabla M-95	Tabla Prop./M-95				
30 a 34	530.477	114	142	558	25,4%	22	444	19,3%	389,3%
35 a 39	539.302	143	190	754	25,2%	47	611	32,8%	427,2%
40 a 44	515.528	225	290	981	29,5%	65	756	28,8%	336,0%
45 a 49	472.406	332	420	1.232	34,1%	88	900	26,4%	271,0%
50 a 54	400.341	451	576	1.459	39,4%	125	1.008	27,6%	223,5%
55 a 59	302.277	562	739	1.616	45,7%	177	1.054	31,4%	187,6%
60 a 64	217.293	705	904	1.794	50,4%	199	1.089	28,3%	154,5%
65 a 69	137.237	754	976	1.813	53,9%	222	1.059	29,5%	140,4%
70 a 74	79.511	818	1.022	1.718	59,5%	204	900	24,9%	110,0%
75 a 79	47.125	892	1.174	1.703	69,0%	282	811	31,7%	91,0%
80 a 84	24.968	902	1.152	1.460	78,9%	250	558	27,8%	61,9%
85 a 89	3.104	199	262	301	87,2%	63	102	31,7%	51,0%
Total	3.241.497	4.996	6.432	13.628	47,2%	1.430	8.632	28,6%	172,8%

Análisis de Suficiencia

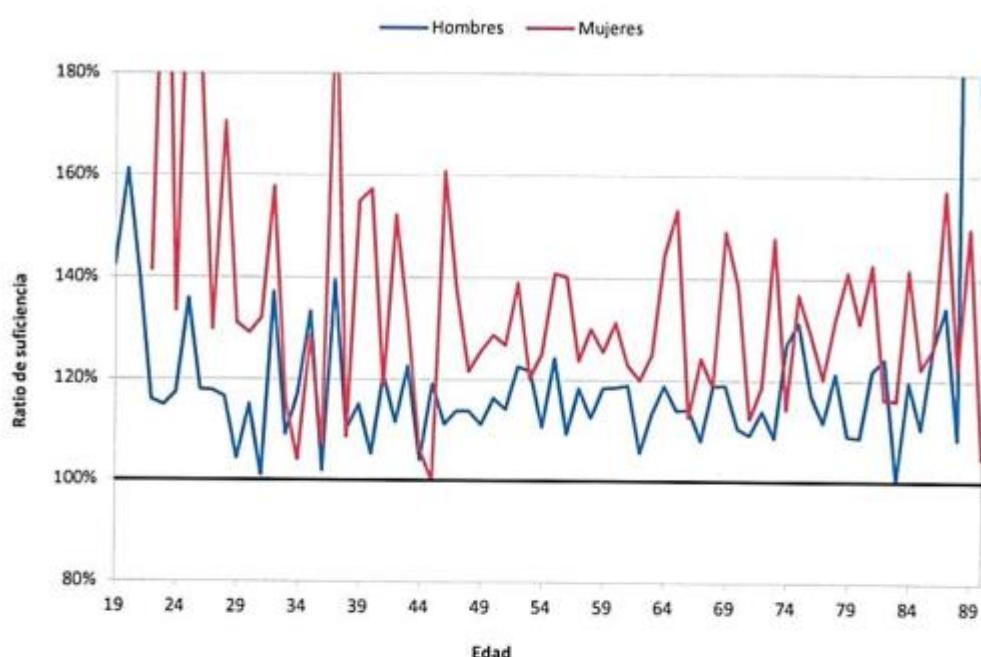
Se realiza un análisis de suficiencia de las tablas de mortalidad propuestas, tanto para el cuerpo como la cabeza y la cola. En la tabla N°13 y gráfico N°11 se muestran los fallecidos observados, los fallecidos esperados y el ratio de suficiencia (fallecidos esperados sobre observados) para cada una de las edades con al menos cinco fallecidos y para ambos sexos.

TABLA N°13 – Ratio de suficiencia por edad y sexo

Edad	Hombres			Mujeres			Edad	Hombres			Mujeres		
	Fallecidos Obs.	Fallecidos Esp.	Ratio de Suficiencia	Fallecidos Obs.	Fallecidos Esp.	Ratio de Suficiencia		Fallecidos Obs.	Fallecidos Esp.	Ratio de Suficiencia	Fallecidos Obs.	Fallecidos Esp.	Ratio de Suficiencia
19	9	13	143%				55	385	478	124%	96	135	141%
20	14	23	161%				56	458	501	109%	101	142	140%
21	25	35	140%				57	443	524	118%	119	147	124%
22	44	51	116%	6	8	141%	58	487	548	113%	118	153	130%
23	65	75	115%	5	12	231%	59	488	578	118%	128	161	126%
24	61	72	117%	11	15	134%	60	511	605	118%	129	169	131%
25	61	83	136%	8	18	221%	61	527	627	119%	145	178	123%
26	78	92	118%	11	20	181%	62	610	645	106%	153	184	120%
27	84	99	118%	19	25	130%	63	576	654	114%	149	186	125%
28	89	104	116%	17	29	170%	64	556	661	119%	129	187	145%
29	102	106	104%	24	31	131%	65	588	671	114%	122	187	153%
30	96	110	115%	23	30	129%	66	601	686	114%	174	196	113%
31	115	116	101%	19	25	132%	67	631	682	108%	159	198	124%
32	90	123	137%	17	27	158%	68	560	666	119%	166	197	119%
33	121	132	109%	25	29	116%	69	540	642	119%	133	198	149%
34	120	141	117%	30	31	104%	70	551	609	110%	145	201	139%
35	111	148	133%	26	33	129%	71	534	583	109%	180	202	112%
36	151	154	102%	33	35	107%	72	492	560	114%	171	203	119%
37	115	160	139%	19	37	197%	73	494	537	109%	139	205	148%
38	153	169	110%	37	40	109%	74	399	507	127%	183	209	114%
39	155	178	115%	28	43	155%	75	363	477	131%	155	212	137%
40	181	191	105%	30	47	157%	76	374	438	117%	173	223	129%
41	171	207	121%	44	52	119%	77	362	404	112%	195	235	120%
42	201	224	112%	38	58	152%	78	315	382	121%	185	244	132%
43	198	243	123%	48	63	132%	79	334	364	109%	184	260	141%
44	251	261	104%	65	69	106%	80	303	330	109%	199	261	131%
45	233	278	119%	74	74	100%	81	252	307	122%	183	261	143%
46	264	294	111%	49	79	161%	82	229	284	124%	225	262	116%
47	273	311	114%	61	84	137%	83	230	230	100%	194	225	116%
48	288	328	114%	73	89	122%	84	120	144	120%	101	143	142%
49	314	349	111%	75	94	126%	85	66	73	111%	66	81	122%
50	319	371	116%	78	100	129%	86	35	44	127%	39	49	126%
51	346	395	114%	85	108	127%	87	26	35	134%	25	39	157%
52	343	420	123%	83	115	139%	88	33	36	108%	39	48	122%
53	363	442	122%	102	123	120%	89	32	112	351%	30	45	150%
54	415	459	111%	103	129	125%	90	25	44	174%	23	24	105%
Total	19.549	22.628	116%	6.221	8.028	129%							

Como se puede observar en la tabla N°13, para ambos sexos y para cada una de las edades entre 19 y 90 años, el número de fallecidos esperados supera o iguala al número de fallecidos observados. A nivel agregado, se observa una suficiencia de 116% para los hombres, mientras que para las mujeres esta asciende a 129%.

GRÁFICO N°11 – Ratio de suficiencia por edad y sexo



Cabe mencionar para que la tabla de mortalidad propuesta de hombres no se observa una insuficiencia a ninguna edad, incluso en aquellas donde el número de fallecidos observados es menor a cinco. En cambio, para las mujeres, se observa una insuficiencia de un fallecido esperado en dos edades puntuales, los 18 y 94 años, edades que además no forman parte del cuerpo de la tabla. Para el primer caso, se registran dos fallecidos observados a esa edad, mientras que a los 94 años se observa solamente un fallecido.

Por otra parte, también se analiza la evolución de la suficiencia en el tiempo. Para esto, se realiza una apertura anual y por edad de los fallecidos observados y esperados. En los gráficos N°12 y N°13 se muestra la suficiencia acumulada entre los 20 y 90 años para cada uno de cinco años.

GRÁFICO N°12 – Suficiencia anual para hombres entre 20 y 90 años

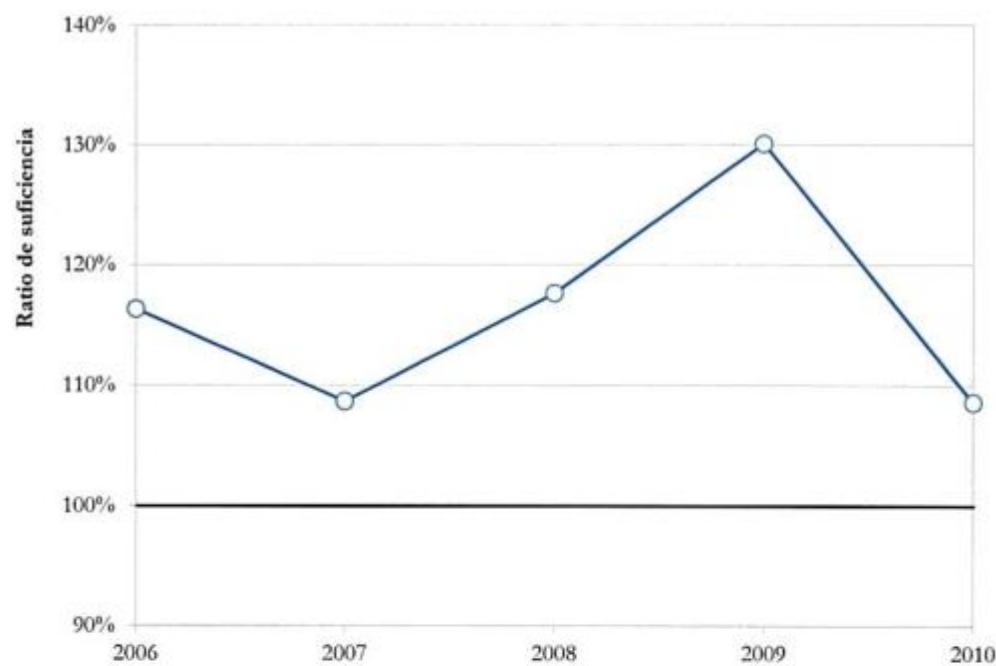
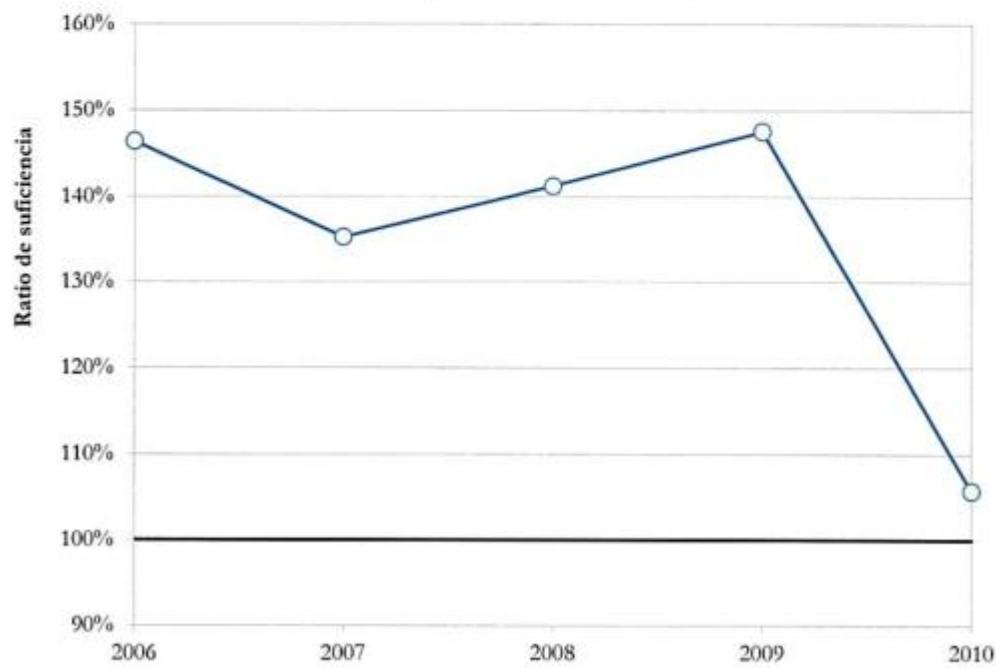


GRÁFICO N°13 – Suficiencia anual para mujeres entre 20 y 90 años



Tablas de Mortalidad Propuestas

Las tablas de mortalidad propuestas según sexo, corresponden a las presentadas a continuación en las tablas N°14 y N°15. En el gráfico N°14 y N°15 se grafican adicionalmente las tablas de mortalidad, incluyendo el margen de seguridad, junto con las tasas de mortalidad brutas observadas.

TABLA N°14 – Tabla de mortalidad propuesta hombres

Edad	q_x	p_x	L_x	d_x	Exp. Vida	Edad	q_x	p_x	L_x	d_x	Exp. Vida
0	0,00050768	0,99949232	10.000,000	5.077	80,89	55	0,00363305	0,99636695	9.511.032	34.554	28,20
1	0,00050874	0,99949126	9.994.923	5.085	79,93	56	0,00403214	0,99596786	9.476.478	38.211	27,30
2	0,00050986	0,99949014	9.989.838	5.093	78,97	57	0,00447312	0,99552688	9.438.268	42.219	26,41
3	0,00051105	0,99948895	9.984.745	5.103	78,01	58	0,00495954	0,99504046	9.396.049	46.600	25,52
4	0,00051232	0,99948768	9.979.642	5.113	77,05	59	0,00549557	0,99450443	9.349.449	51.381	24,65
5	0,00051366	0,99948634	9.974.529	5.124	76,09	60	0,00608625	0,99391375	9.298.068	56.590	23,78
6	0,00051508	0,99948492	9.969.406	5.135	75,13	61	0,00673763	0,99326237	9.241.478	62.266	22,92
7	0,00051659	0,99948341	9.964.271	5.147	74,17	62	0,00745703	0,99254297	9.179.212	68.450	22,07
8	0,00051820	0,99948180	9.959.123	5.161	73,21	63	0,00825322	0,99174678	9.110.763	75.193	21,24
9	0,00051990	0,99948010	9.953.963	5.175	72,25	64	0,00913667	0,99086333	9.035.569	82.555	20,41
10	0,00052171	0,99947829	9.948.787	5.190	71,28	65	0,01011964	0,98988036	8.953.014	90.601	19,59
11	0,00052362	0,99947638	9.943.597	5.207	70,32	66	0,01121632	0,98878368	8.862.413	99.404	18,79
12	0,00052566	0,99947434	9.938.390	5.224	69,36	67	0,01244292	0,98755708	8.763.010	109.037	18,00
13	0,00052782	0,99947218	9.933.166	5.243	68,39	68	0,01381768	0,98618232	8.653.972	119.578	17,22
14	0,00053011	0,99946989	9.927.923	5.263	67,43	69	0,01536085	0,98463915	8.534.394	131.096	16,45
15	0,00053254	0,99946746	9.922.661	5.284	66,46	70	0,01709459	0,98290541	8.403.299	143.651	15,70
16	0,00053512	0,99946488	9.917.376	5.307	65,50	71	0,01904287	0,98095713	8.259.648	157.287	14,96
17	0,00053786	0,99946214	9.912.069	5.331	64,53	72	0,02123128	0,98786872	8.102.360	172.023	14,24
18	0,00054077	0,99945923	9.906.738	5.357	63,57	73	0,02368687	0,97631313	7.930.337	187.845	13,54
19	0,00054386	0,99945614	9.901.381	5.385	62,60	74	0,02643788	0,97356212	7.742.492	204.695	12,86
20	0,00054713	0,99945287	9.895.996	5.414	61,64	75	0,02951352	0,97048648	7.537.797	222.467	12,19
21	0,00055061	0,99944939	9.890.581	5.446	60,67	76	0,03294371	0,96705629	7.315.330	240.994	11,55
22	0,00055883	0,99941117	9.885.135	5.821	59,70	77	0,03675885	0,96324115	7.074.336	260.044	10,93
23	0,00069634	0,99930366	9.879.315	6.879	58,74	78	0,04098971	0,95901029	6.814.292	279.316	10,32
24	0,00056237	0,99943763	9.872.436	5.552	57,78	79	0,04566727	0,95433273	6.534.976	298.434	9,74
25	0,00056678	0,99943322	9.866.884	5.592	56,81	80	0,05082266	0,94917734	6.236.541	316.958	9,19
26	0,00057083	0,99942917	9.861.291	5.629	55,84	81	0,05648708	0,94351292	5.919.584	334.380	8,65
27	0,00057490	0,99942510	9.855.662	5.666	54,87	82	0,06269177	0,93730823	5.585.204	350.146	8,14
28	0,00057956	0,99942044	9.849.996	5.709	53,91	83	0,06946800	0,93053200	5.235.057	363.669	7,65
29	0,00058546	0,99941454	9.844.287	5.763	52,94	84	0,07684703	0,92315297	4.871.388	374.352	7,18
30	0,00059325	0,99940675	9.838.524	5.837	51,97	85	0,08486011	0,91513989	4.497.037	381.619	6,74
31	0,00060358	0,99939642	9.832.687	5.935	51,00	86	0,09353499	0,90646501	4.115.418	384.936	6,32
32	0,00061709	0,99938291	9.826.752	6.064	50,03	87	0,10287975	0,89712025	3.730.482	383.791	5,92
33	0,00063439	0,99936561	9.820.689	6.230	49,06	88	0,11293871	0,88706129	3.346.691	377.971	5,54
34	0,00065607	0,99934393	9.814.458	6.439	48,09	89	0,12375779	0,87624221	2.968.720	367.402	5,18
35	0,00068268	0,99931732	9.808.019	6.696	47,12	90	0,13538432	0,86461568	2.601.318	352.178	4,84
36	0,00071473	0,99928527	9.801.324	7.005	46,15	91	0,14786676	0,85213324	2.249.140	332.573	4,52
37	0,00075272	0,99924728	9.794.318	7.372	45,19	92	0,16125438	0,83874562	1.916.567	309.055	4,22
38	0,00079713	0,99920287	9.786.946	7.801	44,22	93	0,17559681	0,82440319	1.607.512	282.274	3,94
39	0,00084852	0,99915148	9.779.144	8.298	43,25	94	0,19094356	0,80905644	1.325.238	253.046	3,67
40	0,00090747	0,99909253	9.770.847	8.867	42,29	95	0,20734334	0,79265666	1.072.193	222.312	3,42
41	0,00097472	0,99902528	9.761.980	9.515	41,33	96	0,22484338	0,77515662	849.881	191.090	3,18
42	0,00105116	0,99894884	9.752.465	10.251	40,37	97	0,24348851	0,75651149	658.791	160.408	2,96
43	0,00113784	0,99886216	9.742.213	11.085	39,41	98	0,26332017	0,73667793	498.383	131.234	2,75
44	0,00123605	0,99876395	9.731.128	12.028	38,45	99	0,28437521	0,71562479	367.148	104.408	2,56
45	0,00134728	0,99865272	9.719.100	13.094	37,50	100	0,30668463	0,69331537	262.741	80.578	2,37
46	0,00147325	0,99852675	9.706.006	14.299	36,55	101	0,33027206	0,66972794	182.162	60.163	2,20
47	0,00161590	0,99838410	9.691.706	15.661	35,61	102	0,35515217	0,64484783	121.999	43.328	2,04
48	0,00177732	0,99822268	9.676.046	17.197	34,66	103	0,38132884	0,61867116	78.671	29.999	1,89
49	0,00195979	0,99804021	9.658.848	18.929	33,72	104	0,40879333	0,59120667	48.671	19.897	1,75
50	0,00216568	0,99783432	9.639.919	20.877	32,79	105	0,43752228	0,56247772	28.775	12.590	1,61
51	0,00239743	0,99760257	9.619.042	23.061	31,86	106	0,46747563	0,53252437	16.185	7.566	1,48
52	0,00265751	0,99734249	9.595.981	25.501	30,93	107	0,49859467	0,50140533	8.619	4.297	1,34
53	0,00294844	0,99705156	9.570.480	28.218	30,01	108	0,53080004	0,46919996	4.322	2.294	1,17
54	0,00327275	0,99672725	9.542.261	31.229	29,10	109	0,56399000	0,43601000	2.028	1.144	0,94
						110	1,00000000	0,00000000	884	884	0,50

TABLA N°15 – Tabla de mortalidad propuesta mujeres

Edad	q_x	p_x	L_x	d_x	Exp. Vida	Edad	q_x	p_x	L_x	d_x	Exp. Vida
0	0,00020511	0,99979489	10.000,000	2.051	84,85	55	0,00196928	0,99803072	9.761,947	19.224	30,98
1	0,00020512	0,99979488	9.997,949	2.051	83,86	56	0,00219680	0,99780320	9.742,723	21.403	30,04
2	0,00020513	0,99979487	9.995,898	2.050	82,88	57	0,00245091	0,99754909	9.721,320	23.826	29,11
3	0,00020515	0,99979485	9.993,848	2.050	81,90	58	0,00273310	0,99726690	9.697,494	26.504	28,18
4	0,00020517	0,99979483	9.991,798	2.050	80,91	59	0,00304516	0,99695484	9.670,990	29.450	27,25
5	0,00020519	0,99979481	9.989,748	2.050	79,93	60	0,00338941	0,99661059	9.641,540	32.679	26,33
6	0,00020523	0,99979477	9.987,698	2.050	78,95	61	0,00376908	0,99623092	9.608,861	36.217	25,42
7	0,00020527	0,99979473	9.985,648	2.050	77,96	62	0,00418864	0,99581136	9.572,644	40.096	24,52
8	0,00020532	0,99979468	9.983,598	2.050	76,98	63	0,00465410	0,99534590	9.532,548	44.365	23,62
9	0,00020538	0,99979462	9.981,548	2.050	76,00	64	0,00517331	0,99482669	9.488,183	49.085	22,73
10	0,00020545	0,99979455	9.979,498	2.050	75,01	65	0,00575615	0,99424385	9.439,097	54.333	21,84
11	0,00020555	0,99979445	9.977,448	2.051	74,03	66	0,00641481	0,99358519	9.384,764	60.202	20,96
12	0,00020567	0,99979433	9.975,397	2.052	73,04	67	0,00716398	0,99283602	9.324,563	66.801	20,10
13	0,00020582	0,99979418	9.973,346	2.053	72,06	68	0,00802119	0,99197881	9.257,762	74.258	19,24
14	0,00020600	0,99979400	9.971,293	2.054	71,07	69	0,00900698	0,99099302	9.183,504	82.716	18,39
15	0,00020623	0,99979377	9.969,239	2.056	70,09	70	0,01014510	0,98985490	9.100,788	92.328	17,55
16	0,00020651	0,99979349	9.967,183	2.058	69,10	71	0,01146252	0,98853748	9.008,459	103.260	16,73
17	0,00020687	0,99979313	9.965,125	2.061	68,11	72	0,01298944	0,98701056	8.905,200	115.674	15,92
18	0,00020730	0,99979270	9.963,063	2.065	67,13	73	0,01475926	0,98524074	8.789,526	129.727	15,12
19	0,00020785	0,99979215	9.960,998	2.070	66,14	74	0,01680842	0,98319158	8.659,799	145.558	14,34
20	0,00020853	0,99979147	9.958,927	2.077	65,16	75	0,01917607	0,98082393	8.514,242	163.270	13,57
21	0,00020937	0,99979063	9.956,851	2.085	64,17	76	0,02190373	0,97809627	8.350,972	182.917	12,83
22	0,00021042	0,99978958	9.954,766	2.095	63,18	77	0,02503483	0,97496517	8.168,055	204.486	12,11
23	0,00021173	0,99978827	9.952,671	2.107	62,20	78	0,02861429	0,97138571	7.963,569	227.872	11,40
24	0,00021335	0,99978665	9.950,564	2.123	61,21	79	0,03268808	0,96731192	7.735,697	252.865	10,72
25	0,00021536	0,99978464	9.948,441	2.143	60,22	80	0,03730275	0,96269725	7.482,832	279.130	10,07
26	0,00021787	0,99978213	9.946,299	2.167	59,23	81	0,04250522	0,95749478	7.203,702	306.195	9,44
27	0,00025314	0,99974686	9.944,132	2.517	58,25	82	0,04834253	0,95165747	6.897,507	333.443	8,84
28	0,00028917	0,99971083	9.941,614	2.875	57,26	83	0,05486186	0,94513814	6.564,064	360.117	8,26
29	0,00031328	0,99968672	9.938,740	3.114	56,28	84	0,06211056	0,93788944	6.203,947	385.331	7,71
30	0,00029355	0,99970645	9.935,626	2.917	55,30	85	0,07013618	0,92986382	5.818,616	408.096	7,19
31	0,00024341	0,99975659	9.932,709	2.418	54,31	86	0,07898650	0,92101350	5.410,521	427.358	6,69
32	0,00025347	0,99974653	9.930,292	2.517	53,32	87	0,08870940	0,91129060	4.983,163	442.053	6,22
33	0,00026567	0,99973433	9.927,775	2.637	52,34	88	0,09935288	0,90064712	4.541,109	451.172	5,78
34	0,00028063	0,99971937	9.925,137	2.785	51,35	89	0,11096500	0,88903500	4.089,937	453.840	5,36
35	0,00029899	0,99970101	9.922,352	2.967	50,37	90	0,12359380	0,87640620	3.636,097	449.399	4,97
36	0,00032133	0,99967867	9.919,385	3.187	49,38	91	0,13737474	0,86262526	3.186,698	437.772	4,60
37	0,00034820	0,99965180	9.916,198	3.453	48,40	92	0,15234749	0,84765251	2.748,926	418.792	4,26
38	0,00037998	0,99962002	9.912,745	3.767	47,41	93	0,16861474	0,83138526	2.330,134	392.895	3,93
39	0,00041690	0,99958310	9.908,978	4.131	46,43	94	0,18626369	0,81373631	1.937,239	360.837	3,63
40	0,00045894	0,99954106	9.904,847	4.546	45,45	95	0,20538219	0,79461781	1.576,402	323.765	3,34
41	0,00050594	0,99949406	9.900,302	5.009	44,47	96	0,22605748	0,77394252	1.252,637	283.168	3,08
42	0,00055760	0,99944240	8.895,293	5.518	43,49	97	0,24837454	0,75162546	969,469	240.791	2,83
43	0,00061365	0,99938635	8.889,775	6.069	42,52	98	0,27241415	0,72758585	728,678	198.502	2,60
44	0,00067398	0,99932602	8.883,706	6.661	41,54	99	0,29825056	0,70174944	530,176	158.125	2,39
45	0,00073882	0,99926118	8.877,045	7.297	40,57	100	0,32594874	0,67405126	372,050	121.269	2,19
46	0,00080887	0,99919113	8.869,747	7.983	39,60	101	0,35556120	0,64443880	250,781	89.168	2,00
47	0,00088529	0,99911471	8.861,764	8.731	38,63	102	0,38712437	0,61287563	161,613	62.564	1,83
48	0,00096971	0,99903029	8.853,033	9.555	37,67	103	0,42065452	0,57934548	99,049	41.665	1,68
49	0,00106409	0,99893591	8.843,479	10.474	36,70	104	0,45614342	0,54385658	57,383	26.175	1,53
50	0,00117070	0,99882930	8.833,005	11.511	35,74	105	0,49355353	0,50644647	31,208	15.403	1,40
51	0,00129191	0,99870809	8.821,493	12.689	34,78	106	0,53281320	0,46718680	15,805	8.421	1,27
52	0,00143016	0,99856984	8.808,805	14.028	33,83	107	0,57381177	0,42618823	7,384	4,237	1,15
53	0,00158775	0,99841225	8.794,776	15.552	32,87	108	0,61639498	0,38360502	3,147	1.940	1,01
54	0,00176682	0,99823318	8.779,225	17.278	31,93	109	0,66036100	0,33963900	1,207	797	0,84
						110	1,00000000	0,00000000	410	410	0,50

Gráfico N°14 – Tabla de mortalidad propuesta hombres

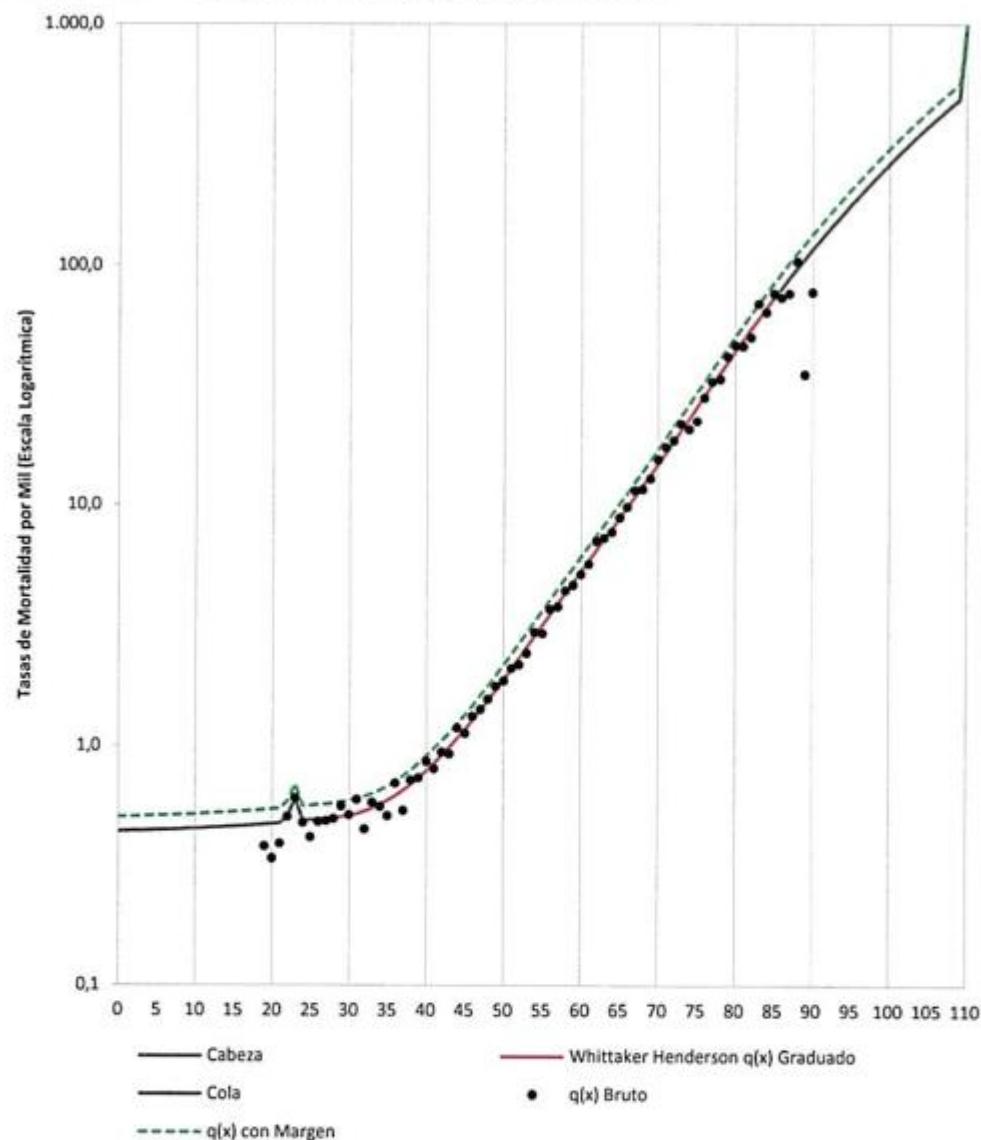
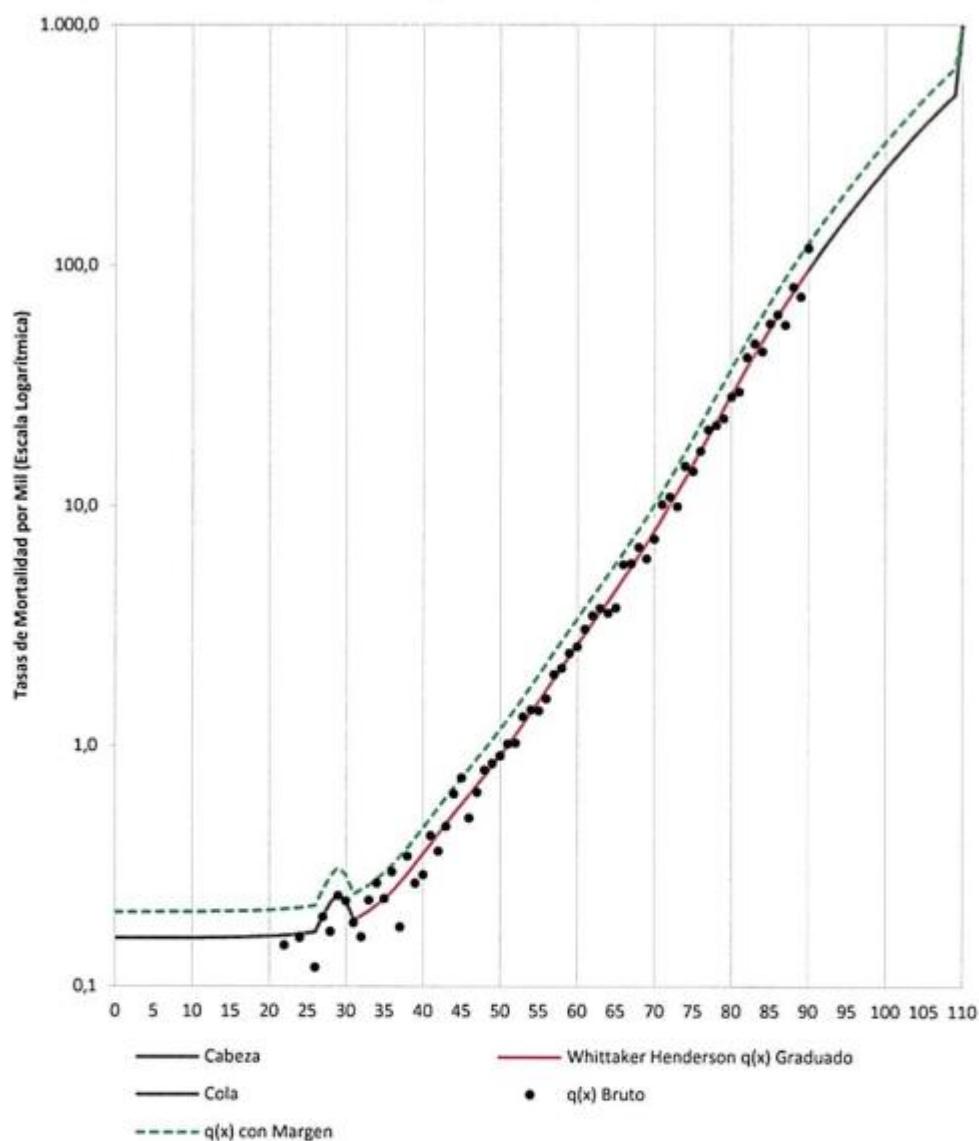


Gráfico N°15 – Tabla de mortalidad propuesta mujeres



CONCLUSIONES

El presente estudio propone una actualización de las tasas de mortalidad subyacente de la población asegurada, con el fin de realizar estimaciones de costos y cálculos de provisiones técnicas que permitan cumplir con las obligaciones asumidas por las compañías de seguros por el riesgo de fallecimiento y que además sean representativas de la experiencia de mortalidad observada del grupo asegurado analizado.

Como resultado se obtienen estimaciones de mortalidad para el cuerpo de la tabla que representan, en forma consolidada, el 49,5% de la actual tabla M-95 para hombres y un 47,2% para mujeres.

Si bien el análisis de las causas de estas diferencias escapan del ámbito del este trabajo, parece razonable asociarlas al fenómeno de aumento sostenido de la sobrevivencia observado globalmente en la población general, de la cual los asegurados son un subconjunto selecto, pero también a una sobre estimación de las tasas de mortalidad en la determinación de la tabla M-95.

En el desarrollo de este estudio se ha puesto un especial cuidado en el análisis y depuración de datos para garantizar su representatividad y consistencia. Para esto, se clasificaron los productos de acuerdo a sus características, siendo el tipo de suscripción la principal variable en consideración.

De esta forma, los resultados obtenidos reflejan adecuadamente la experiencia de los seguros de suscripción individual independiente del canal de comercialización, entre los que destacan los seguros de vida individual, los seguros de desgravamen consumo e hipotecarios y aquellos de cobertura individual comercializados masivamente. Se excluyeron del análisis los seguros de *telemarketing* y otros.

Teniendo en consideración que estas tablas de mortalidad serían básicamente ocupadas para el cálculo de reservas técnicas de seguros de vida y que los datos ocupados son del período comprendido entre los años 2006 y 2010, no se han incorporado factores de mejoramiento de la mortalidad, ya que es justamente este riesgo el que se considera cubrir.

ANEXOS

Anexo N°1: Método Whittaker-Henderson Tipo B

Para minimizar la función $F + hS$ es necesario establecer la derivada parcial $\frac{\partial(F+hS)}{\partial \hat{q}_x}$ igual a cero. Esta derivada parcial se simplifica para cada \hat{q}_x de la siguiente manera:

$$\frac{\delta F}{\delta \hat{q}_x} = 2E_x(\hat{q}_x - q'_x) \quad \text{y} \quad \frac{\delta(hS)}{\delta \hat{q}_x} = 2h\delta^{2Z}\hat{q}_x$$

donde:

$$\delta^{2Z}\hat{q}_x = \sum_{i=0}^{2Z} (-1)^i \binom{2Z}{i} \hat{q}_{z+x-i}$$

De esto se determinan las condiciones para minimizar como:

$$2E_x(\hat{q}_x - q'_x) + 2h\delta^{2Z}\hat{q}_x = 0 \quad \text{ó} \quad E_x q'_x = E_x \hat{q}_x + h\delta^{2Z}\hat{q}_x$$

El método de resolver esta ecuación involucra la solución para N (edades consideradas) ecuaciones y N incógnitas \hat{q}_x . Este sistema puede ser solucionado en forma matricial.

Anexo N° 2: Definiciones Test Estadísticos aplicados a las Tablas Propuestas

Test Chi-cuadrado

El test Chi-cuadrado es un test no paramétrico que permite evaluar la calidad del ajuste para un conjunto de datos a un modelo estadístico.

Método:

Para una tabla de K categorías, sea n_i la frecuencia observada y e_i la frecuencia esperada bajo el modelo estadístico para la categoría i, con $i = 1, \dots, K$. El test Chi-cuadrado se obtiene como sigue:

$$\chi_c^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(n_i - e_i)^2}{e_i}$$

Si la calidad del ajuste es razonable, se espera que el test χ_c^2 sea pequeño. Para decidir y evaluar la calidad del ajuste, el valor obtenido se debe comparar con el percentil $(1 - \alpha) \times 100\%$ de una tabla χ^2 con $K - 1 - m$, donde m es el número de parámetros estimados por el modelo y α corresponde al nivel de significancia (o equivalentemente, $1 - \alpha$ en nivel de confianza).

Equivalentemente, se puede obtener el valor de significancia del test, más conocido como valor-p. El valor-p se define como la probabilidad de observar este resultado si la hipótesis respecto al ajuste de los datos al modelo es verdadera. Si éste es inferior a α se rechaza la hipótesis. El valor-p se obtiene como sigue:

$$\text{Valor-p} = P(\chi^2(K - 1 - m) > \chi_c^2)$$

En el caso particular del ajuste en tablas de mortalidad, las frecuencias observadas corresponden a las tasas brutas y las frecuencias observadas son las tasas ajustadas.

Test de signos

El test de signos evalúa los desvíos –positivos o negativos– en torno a valor predeterminado (en general, mediana teórica).

Método:

La prueba estadística está basada en la distribución binomial con probabilidad de éxito $p = 1/2$, puesto que la probabilidad de que un dato sea mayor o menor que la mediana es $1/2$. Para calcular el test se determinan las diferencias de los datos con respecto al valor dado de la mediana y se cuentan los signos positivos y negativos. Si $n > 20$, se utiliza la aproximación normal para determinar la aceptación o rechazo.

Sea X número de diferencias positivas. Entonces, se obtiene:

$$z = \frac{X - 0,5n}{0,5\sqrt{n}}$$

El test rechaza si $|Z| > z_{(1-\alpha/2)}$, valor que corresponde al percentil $(1 - \alpha/2) \times 100\%$ de una distribución normal estándar.

Equivalentemente, se puede utilizar el criterio del valor-p, el cual rechaza cuando valor-p < α . El valor-p se obtiene como sigue:

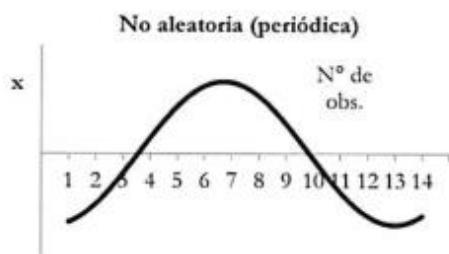
$$\text{Valor-p} = 2 P(Z > |Z|)$$

Para n valores se obtiene el signo positivo o negativo al restar el valor predeterminado a cada observación.

En el caso particular del ajuste en tablas de mortalidad, los signos corresponden a las diferencias entre las muertes observadas y las muertes ajustadas.

Test de rachas

El test de rachas es un test no paramétrico que permite detectar la sub o sobre estimación consistente de un ajuste, como se observa en el gráfico a continuación.



Método:

Al igual que en el test de signos, se determina la sucesión de signos positivos o negativos. Sean n_1 y n_2 observaciones de cada una. Se denomina una racha a una sucesión de valores de la misma categoría.

Se obtienen R = número de rachas. En función de n_1 y n_2 se espera que el número de rachas no sea muy pequeño. Si n_1 o $n_2 > 20$, se puede utilizar la aproximación normal con:

$$\mu_R = \frac{2n_1 n_2}{n_1 + n_2} + 1$$

$$\sigma_R^2 = \frac{2n_1 n_2 (2n_1 n_2 - n_1 - n_2)}{(n_1 + n_2)^2 (n_1 + n_2 - 1)}$$

Y se considera el test:

$$z_c = \frac{R - \mu_R}{\sigma_R}$$

Se rechaza la hipótesis si $Z_c < z_\alpha$, para un nivel de significancia α . Equivalentemente si valor-p < α , donde valor-p = $P(Z < Z_c)$.

En el caso particular del ajuste en tablas de mortalidad, los signos corresponden a las diferencias entre las muertes observadas y las muertes ajustadas.

Test de Kolmogorov-Smirnov

El Test de Kolmogorov-Smirnov (KS) permite evaluar la calidad del ajuste de una distribución empírica versus una distribución teórica (o ajustada).

Método:

Se obtienen las frecuencias acumuladas para los valores observados y ajustados, digamos $F_o(x_i)$ y $F_t(x_i)$. Posteriormente, se calcula el test $D_n = \max |F_o(x_i) - F_t(x_i)|$. El ajuste se rechaza si $D_n > d_c$, el valor crítico que se obtiene de la tabla KS. Si $n > 40$, se puede utilizar la aproximación normal, donde:

$$Z_c = \frac{(D_n - 0,5) - 0,5n}{0,5\sqrt{n}}$$

Y el valor crítico, para $\alpha = 5\%$, está dado por $1,36/\sqrt{n}$.

Test de desviaciones absolutas

La calidad del ajuste es adecuada si las desviaciones estandarizadas entre los valores observados y valores ajustados se comportan como una distribución normal estándar.

Método:

Para cada una de las categorías se obtienen las diferencias entre los valores observados y ajustados. Se determina el número de desvíos estandarizados mayores $2/3$ e inferiores a $-2/3$. El valor grande del número de valores fuera del intervalo $-2/3$ y $+2/3$ lleva al rechazo de un buen ajuste.

El valor critico K de rechazo se determina como $\min_K P(X > k) < \alpha$, donde X es una variable aleatoria binomial con n es el número de categorías y p equivale a $1/2$.

Test de desviaciones estandarizadas

La calidad del ajuste es adecuado, si las desviaciones estandarizadas entre los valores observados y valores ajustados se comportan como una distribución normal estándar.

Método:

Se obtienen las frecuencias de los desvíos estandarizados en seis categorías (en términos de la distancia en unidades de desviaciones estándar, que en este caso es igual a la unidad: < -2 ; -2 a -1 ; -1 a 0 ; 0 a 1 ; 1 a 2 y >2) y se contrasta con las frecuencias esperadas asumiendo que estos provienen de una distribución normal estándar. Se obtiene el test χ^2_c con $K = 6$ (número de categorías).

Si la calidad del ajuste es adecuado se espera que el test χ^2_c sea pequeño. Para decidir y evaluar la calidad del ajuste, el valor obtenido se debe comparar con el percentil $(1 - \alpha) \times 100\%$ de una tabla χ^2 con $K - 1$, donde α corresponde al nivel de significancia (o equivalentemente, $1 - \alpha$ en nivel de confianza).

ANEXO B: RECALIBRACIÓN POR PARTE DE LA CMF DE LA TABLA AACH.

1. Antecedentes

En julio 2014, la AACH propone la primera versión de las tablas de mortalidad para ser aplicadas en el cálculo de las reservas matemáticas, en reemplazo de las tablas M-95. Estas fueron construidas con datos de ocho compañías, las que representaban un 35% de la prima directa a diciembre 2010, equivalente al 29,6% de los asegurados a la misma fecha. La ventana de construcción utilizada corresponde a los años 2006-2010 y la metodología utilizada en la construcción, es la de Whittaker-Henderson para las edades centrales y el modelo de Makeham para las edades iniciales y finales.

Luego de sucesivas observaciones y revisiones a la metodología de construcción, por parte de la CMF, y luego de algunos reenvíos por parte de la AACH, en enero de 2017 dicha Asociación propuso una cuarta versión, respecto a la cual la Comisión no tuvo más observaciones, por lo que se dio por finalizada esta etapa (informado a través de OFORD N°2.251, de 23.01.2017). Estas tablas en su última versión representan en términos de tasas de fallecimiento, un promedio de 51% y 56% de las tablas M-95 de hombres y mujeres, respectivamente.

Posteriormente, en abril de 2017, a través del OFORD N°9.416 se solicitó a todas las compañías de vida un análisis de impacto de las reservas matemáticas considerando estas nuevas tablas, y un análisis de suficiencia para aquellas compañías cuya reserva matemática al 31.12.2016 fuera al menos un 1% de la reserva matemática total del mercado. De las 27 compañías a las que se hizo el requerimiento de información, 19 enviaron el análisis de suficiencia. La información de este oficio terminó de recopilarse el 31.10.2017, sin embargo, se solicitó a algunas compañías envíos de correcciones de la información, debido a inconsistencias detectadas, concluyéndose definitivamente la etapa de recolección de información en enero 2018.

El análisis solicitado recopiló información de las carteras de las compañías sobre expuestos y fallecidos (tanto reales como esperados), aperturadas por edad; género y año de exposición en la ventana temporal 2011-2016.

2. Metodología

Las tablas de mortalidad estatutarias deben asegurar que las reservas técnicas de las compañías sean suficientes, con independencia de la cartera asegurada y producto comercializado.

En este sentido, se debe velar por que las tablas de mortalidad a ser utilizadas para la constitución de las reservas técnicas, cumplan con:

- Ser representativas de la población asegurada del mercado.
- Ser suficientes a nivel de mercado para todos los tramos de edades relevantes.

Es importante destacar que siempre existirán compañías que se distancien del promedio, ya sea que las reservas no alcancen para cubrir sus obligaciones o éstas estén sobredimensionadas.

Las compañías con déficit deberán constituir reservas adicionales que resulten del Test de Adecuación de Pasivos (TAP) o solicitar aprobación para tablas propias que representen a su cartera. Considerando lo anterior, las tablas deben ser calibradas de manera de asegurar representar al mayor número de compañías posibles.

En este contexto, el objetivo del análisis de suficiencia busca determinar si las tablas de mortalidad son representativas de un porcentaje relevante de las compañías participantes del mercado y realizar las calibraciones necesarias para cumplir con este objetivo.

Para determinar la suficiencia de las tablas se definieron tres criterios que buscan asegurar que la relación de fallecidos observados versus fallecidos esperados cumpla ciertos requisitos que aseguren la suficiencia para un porcentaje de compañías, expuestos y rangos de edades que se detallan a continuación:

- Criterio 1 - Ratio bruto de suficiencia:

$$\frac{N^{\circ} \text{fallecidos observados}}{N^{\circ} \text{fallecidos esperados}}$$

Se considera que la tabla de mortalidad es suficiente cuando ésta predice adecuadamente la mortalidad observada en al menos el 80% de las compañías (muertos esperados mayor o igual a muertos observados), esto es que el 'Ratio 1' sea menor o igual a uno en el 80% de las compañías estudiadas.

- Criterio 2 - Ratio de suficiencia ponderado por expuestos:

$$\sum_{x=1}^{22} \left(\frac{N^{\circ} \text{fallecidos observados en rango de edad } x}{N^{\circ} \text{fallecidos esperados en rango de edad } x} \times \frac{N^{\circ} \text{expuestos en rango de edad } x}{N^{\circ} \text{total de expuestos}} \right)$$

Se considera que la tabla de mortalidad es suficiente cuando ésta predice adecuadamente la mortalidad observada para cada rango de edad relevante (con mayor número de expuestos) en al menos el 80% de las compañías (muertos esperados ponderados por expuestos mayor o igual a muertos observados ponderados por expuestos), esto es el 'Ratio 2' es menor o igual a 1 en el 80% de las compañías estudiadas.

- Criterio 3: Porcentaje de expuestos en rangos de edades que presenten insuficiencia (del total de rangos disponibles observando todas las compañías en paralelo):

Se considera que la tabla ajusta de manera adecuada a las carteras de las compañías, si de manera **conjunta**, el porcentaje de expuestos en rangos de edades que presenten **insuficiencia**¹² es menor al 5% de los expuestos totales (en conjunto) de las carteras estudiadas.

3. Consideraciones para el tratamiento de la información

Es importante destacar que el análisis de suficiencia realizado fue a nivel de compañía, dada la imposibilidad de fusionar las carteras, ya que no se contó con la información por RUT de los asegurados. En razón de esto, y considerando el tamaño de las carteras de vida tradicional de las compañías y la necesidad de que el número de muertes en cada edad se distribuya normalmente, se agrupó la información en tramos de edades, de manera de asegurar este supuesto, estableciendo el límite de observaciones de al menos cinco fallecimientos, evitando así la sobre dispersión de las tasas de fallecimiento.

Es así que se decidió agrupar la información en rangos de edades de 5 años, lo que permite incrementar la cantidad de fallecidos por rango de edades, de manera de poder construir tasas de fallecimiento para ser comparadas con la tabla en estudio. Todo rango de edades que presentase un número de fallecidos menor a 5, fue excluido del estudio, ya que se considera que no tiene suficiente información como para ser analizada su tasa de fallecimiento.

¹² Es importante destacar, que un rango de edades presenta insuficiencia cuando:

$$\frac{N^{\circ} \text{fallecidos observados en rango de edad } x}{N^{\circ} \text{fallecidos esperados en rango de edad } x} > 100\%$$

Adicionalmente, siguiendo este mismo criterio, se construyó la tasa de fallecimiento global de cada compañía, de acuerdo al siguiente indicador:

$$\text{tasa compañía} = \frac{\text{Fallecidos totales}}{\text{Expuestos totales}}$$

En base a éste, se eliminaron del estudio todas aquellas compañías en las que desviación estándar de su tasa fuese mayor al 5% (respecto a la misma), de acuerdo a la siguiente expresión:

$$\frac{\text{desviación estándar(tasa compañía)}}{\text{tasa compañía}} > 5\%$$

Esta métrica permite identificar aquellas compañías que, por su poca información, ensuciarián los resultados de la suficiencia de la tabla, dada la variabilidad de las tasas que resulta de las observaciones disponibles. De las 19 compañías que enviaron información, para el análisis de los hombres, 6 fueron eliminadas bajo este criterio. Por su parte, 10 compañías fueron eliminadas para el análisis de las mujeres. Lo anterior implica que, se eliminó la siguiente cantidad de información:

Hombres:

- 4,02% de expuestos de un total de 17.077.481
- 2,49% de fallecidos de un total de 46.064

Mujeres:

- 16,99% de expuestos de un total de 10.118.006
- 6,38% de fallecidas de un total de 17.957

4. Resultados del análisis de suficiencia

Los resultados del análisis de estos criterios, para las 13 compañías, son los siguientes:

HOMBRES

	Cías Analizadas	Nº Cías que pasan el criterio	% aprobación	% exp (criterio 3)
Criterio (1)	13	9	69,2%	
Criterio (2)	13	11	84,6%	
Criterio (3)	13			6,98%

MUJERES

	Cías Analizadas	Nº Cías que pasan el criterio	% aprobación	% exp (criterio 3)
Criterio (1)	9	6	66,7%	
Criterio (2)	9	6	66,7%	
Criterio (3)	9			24,06%

Para los hombres, de las 13 compañías analizadas (que representan un 87,19% de la reserva matemática al 31.12.2016) 9 compañías (69,2%) tienen un ratio de suficiencia bruto -criterio 1- inferior al 100% y 11 compañías (84,6%) tienen un ratio de suficiencia ponderado -criterio 2- inferior al 100%. Por último, el 6,98% de los expuestos totales (de las 13 compañías) se encuentra en rangos de edades que presentan insuficiencia.

Para las mujeres, de las 9 compañías analizadas (que representan un 52,72% de la reserva matemática al 31.12.2016) 6 compañías (66,7%) tienen un ratio de suficiencia bruto -criterio 1- y un ratio de suficiencia ponderado -criterio 2- inferior al 100%. Finalmente, el 24,06% de los expuestos totales (de las 9 compañías) se encuentra en rangos de edades que presentan insuficiencia.

Luego, en base a los criterios propuestos, se observa que las tablas de mortalidad de la AACH son insuficientes, por lo que no pueden ser aprobadas tal como fueron presentadas. Para subsanar esto, se buscó para ambas tablas (hombres y mujeres) aplicar un porcentaje de ajuste sobre los qx (idéntico para todas las edades, y solo diferenciado por sexo), de manera que las tablas recalibradas por estos porcentajes, pasen los criterios de suficiencia a los niveles propuestos.

De esta manera, los porcentajes de ajuste a aplicar son:

- Ajuste a los qx de la tabla masculina de un 5%
- Ajuste a los qx de la tabla femenina de un 26%

Con estos ajustes, se obtienen los siguientes resultados:

HOMBRES

Cias Analizadas	Nº Cías que pasan el criterio	% aprobación	% exp (criterio 3)
Criterio (1)	13	11	84,6%
Criterio (2)	13	12	92,3%
Criterio (3)	13		4,73%

MUJERES

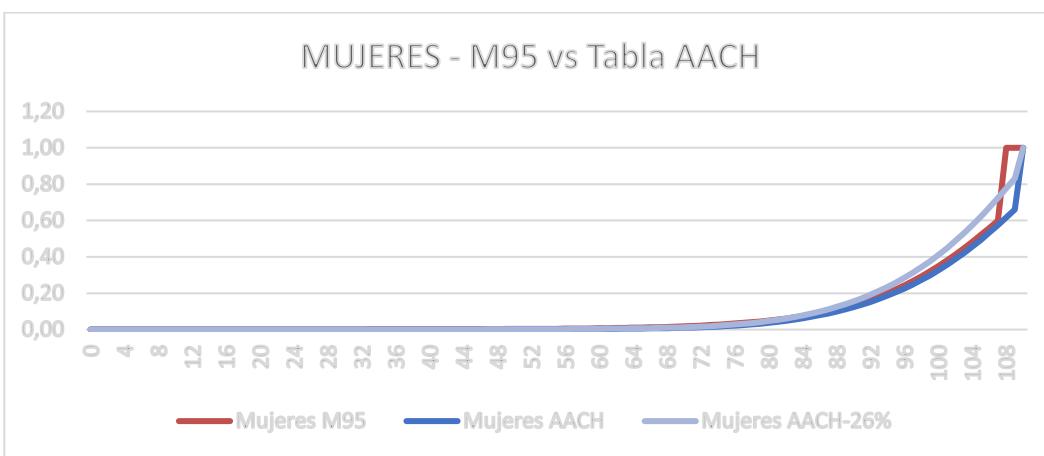
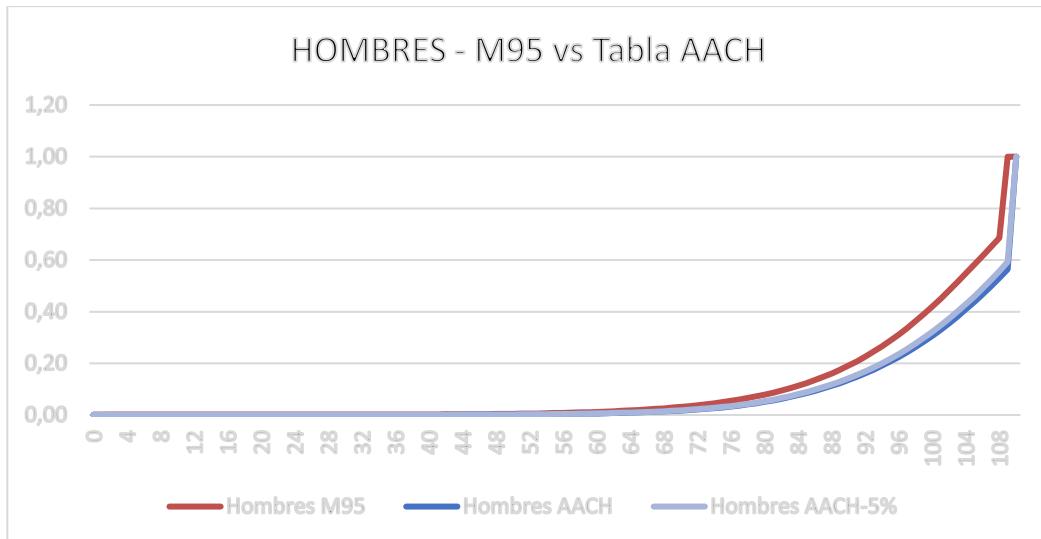
Cias Analizadas	Nº Cías que pasan el criterio	% aprobación	% exp (criterio 3)
Criterio (1)	9	9	100,0%
Criterio (2)	9	8	88,9%
Criterio (3)	9		4,94%

Para los hombres, 11 compañías (84,6%) presentarían una ratio de suficiencia bruto -criterio 1- inferior al 100% y 12 compañías (92,3%) un ratio de suficiencia ponderado -criterio 2- inferior al 100%. Por último, sólo el 4,73% de los expuestos totales (de las 13 compañías) se encontrarían en rangos de edades que presentan insuficiencia.

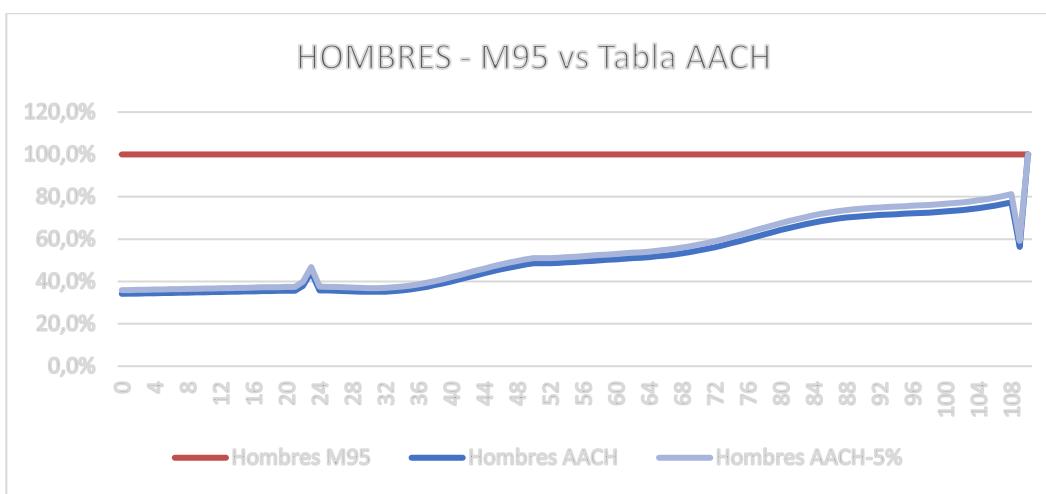
Para las mujeres, 9 compañías (100%) presentarían un ratio de suficiencia bruto -criterio 1- inferior al 100% y 12 compañías (88,9%) un ratio de suficiencia ponderado -criterio 2- inferior al 100%. Por último, sólo el 4,94% de los expuestos totales (de las 9 compañías) se encontrarían en rangos de edades que presentan insuficiencia en sus respectivas compañías.

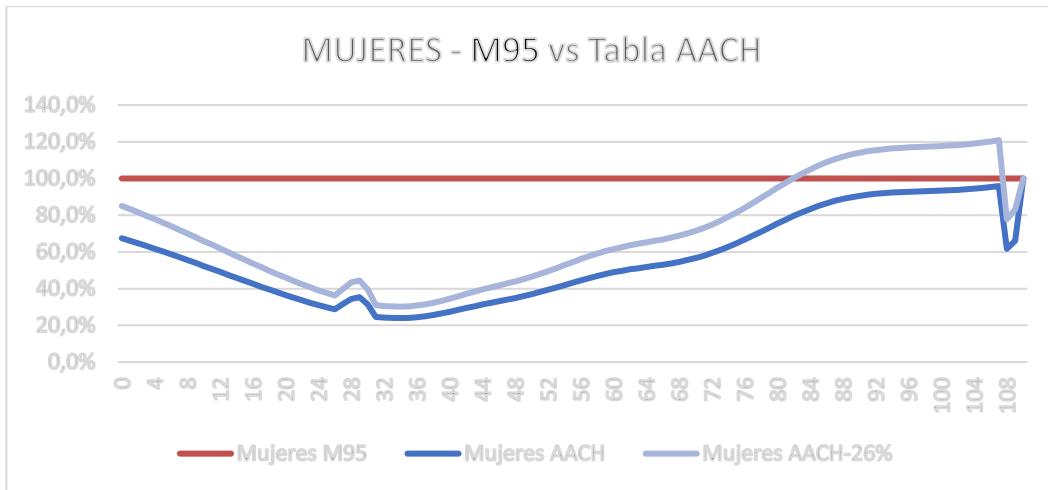
Las curvas de las tablas de mortalidad que pasan los criterios tanto para los hombres y mujeres respecto a las actuales tablas M-95¹³, son las siguientes:

¹³ Respecto a la tabla M-95, el 100% de las compañías tanto para hombres como mujeres pasan los criterios de suficiencia 1 y 2 y respecto al criterio 3, para hombres el porcentaje de expuestos en edades con insuficiencia alcanza el 0,04% y en las mujeres el 0,18%.



Utilizando la actual M-95 como referencia (100%), las tablas de la AACH como porcentaje de la primera, quedarían de la siguiente manera:

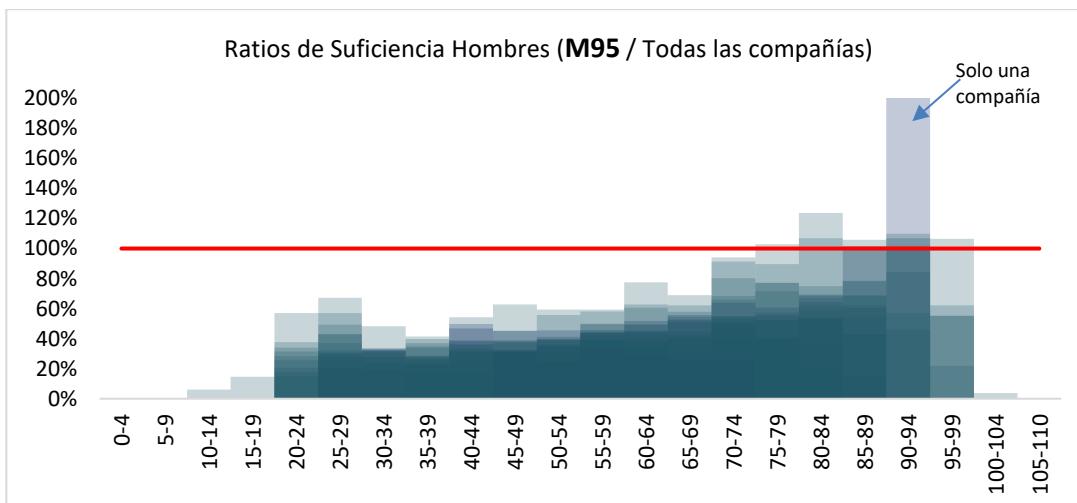




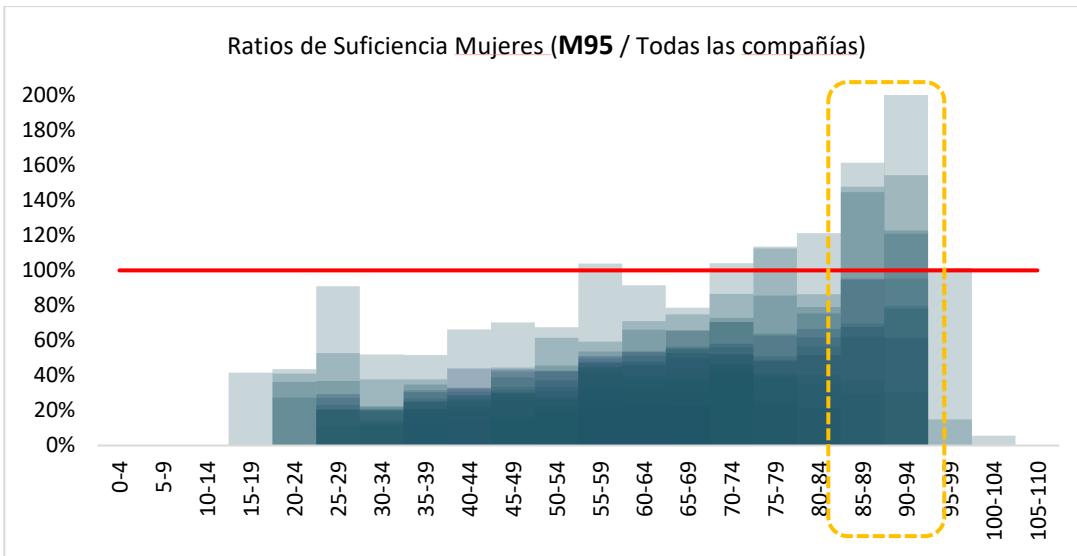
Notar que, para la tabla de mujeres, no fue posible encontrar un factor de ajuste que cumpla con pasar los criterios propuestos y además ser menor a la tabla M-95 en todas las edades.

Lo anterior se debe en parte, a que la actual M-95 de Mujeres no ajusta de manera holgada a la mortalidad en edades más avanzadas (80-110).

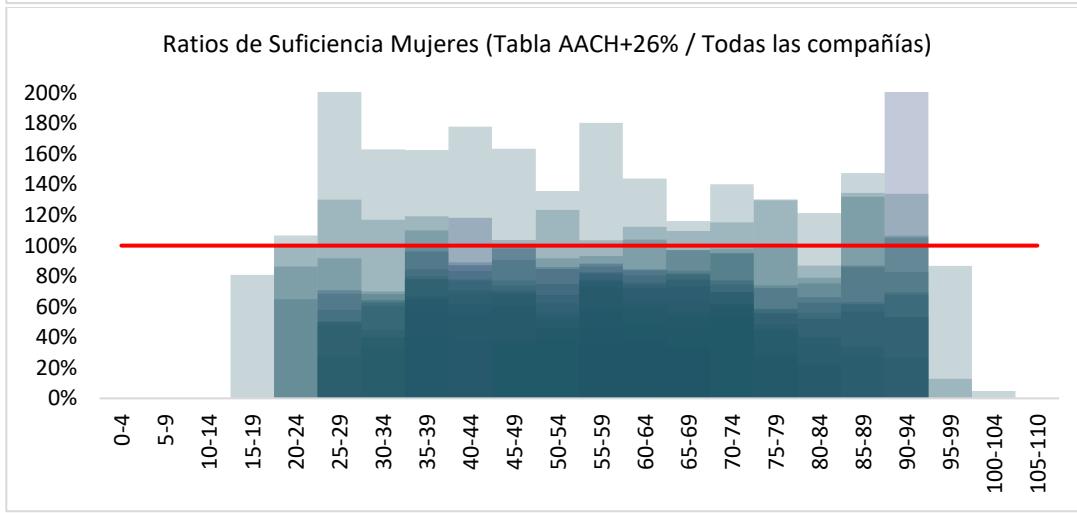
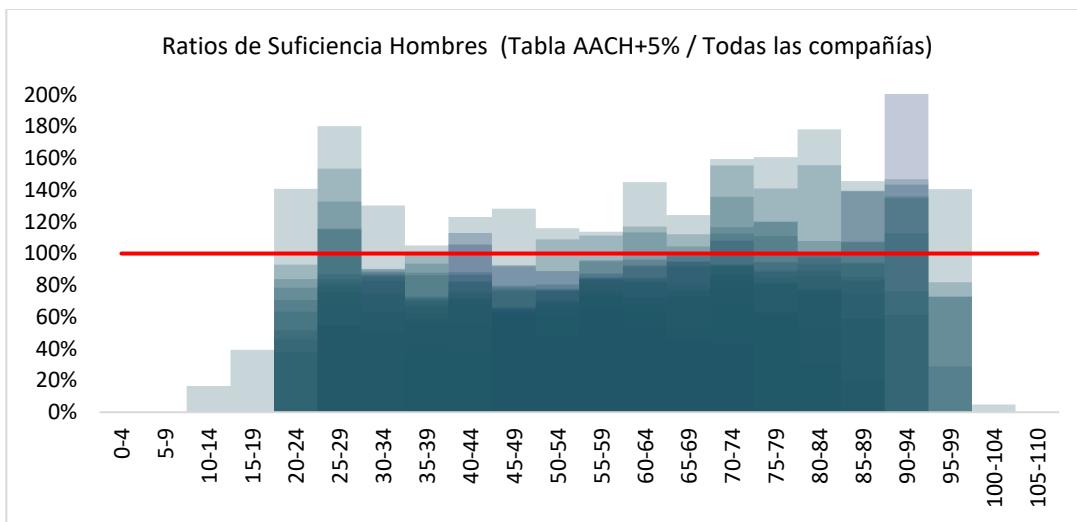
Los siguientes gráficos de densidad, muestran para las compañías en estudio el ratio de suficiencia de la tabla M-95, donde se observa que la tabla M-95 de mujeres en general tiene menos holguras de suficiencia que la M-95 de hombres, lo que explica la diferencias de ajuste de las tablas propuestas.



El gráfico muestra la suficiencia de todas las compañías, sobrepuertas sobre el mismo eje y escala con un color semi-transparente. De esta forma, las zonas con mayor opacidad representan donde se encuentra la mayor parte del mercado en términos de su suficiencia.



Gráficos para la tabla AACH ajustada:



En resumen, estas tablas ajustadas, representan en términos de tasas de fallecimiento, un promedio de 56% y 71% de las tablas M-95 de hombres y mujeres, respectivamente.

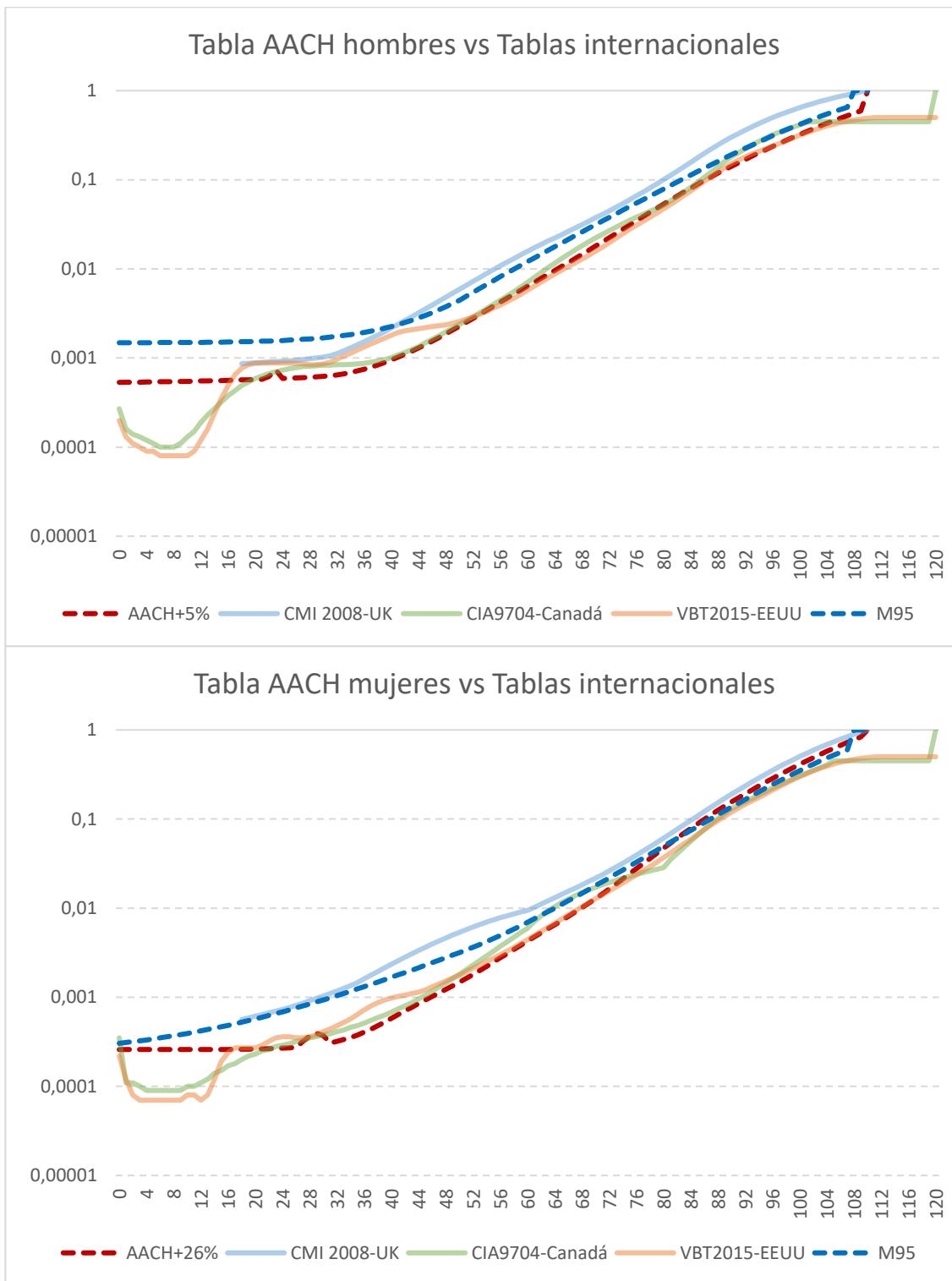
El impacto estimado en reserva de la aplicación de las tablas se calculó utilizando los flujos de reserva proporcionados por las compañías, con lo cual se estimó, al 31 de diciembre de 2016, una liberación

de reserva de un 20,6% a nivel de mercado (MUF 6.689).

5. Comparaciones de la tabla propuesta con otras tablas de Mortalidad

Se comparó el comportamiento de la tabla AACH recalibradas (5% para hombres y 26% para mujeres) respecto a otras tablas de jurisdicciones internacionales:

- Tabla EE.UU.: NAIC VBT 2015 unismoke ALB Ultimate
- Tabla Canadiense: CIA 97-04 combined-Last
- Tabla Reino Unido: CIA 2008 AC "+5" (promedio entre fumadores y no fumadores)



Tanto para hombres como para mujeres, se observa que las tablas AACH recalibradas, tienen tasas de mortalidad relativamente similares a la experiencia internacional. Si se calcula el promedio de los ratios entre el qx para cada edad, de las tablas propuestas y las tablas internacionales, se obtienen los siguientes resultados:

**promedio (qx AACH/ qx tabla) entre
los 18 y 108 años**

	CMI 2008- UK(*)	CIA9704- Canadá	VBT2015- EEUU	M95
hombres	49,6%	88,6%	91,7%	56,4%
mujeres	53,4%	102,2%	102,6%	71,1%

(*) rango más amplio de edades en que todas las tablas presentan qx

En este sentido, en promedio las tablas AACH recalibradas son más similares a las tablas VBT2015 y CIA9704, encontrándose en el caso de los hombres por debajo de estas tablas, pero en el caso de las mujeres apenas por sobre la mortalidad de éstas.

6. Efecto del COVID-19 en las tablas de mortalidad no previsionales

El impacto que tendrá la pandemia del COVID-19 en la mortalidad de la población es un aspecto relevante a considerar en los supuestos de construcción de tablas de mortalidad. En particular, desde el primer fallecimiento por COVID-19 reportado en Chile el 16 de marzo de 2020, la mortalidad observada ha aumentado considerablemente en 2020-2022, experimentando diferentes olas durante estos años (ver figura 1) y los efectos de nuevas variantes, como Delta y Ómicron, aún deben ser monitoreados con mayor detención. Por esto, resulta fundamental entender los impactos que tendrá la pandemia en la mortalidad de la población usuaria de las tablas no previsionales y como debiese impactar esto en los supuestos de construcción de dichas tablas. Lo anterior, teniendo en consideración que, para seguros no previsionales, una mayor mortalidad como la experimentada en la pandemia, conllevará a un mayor pago de siniestros por parte de las compañías de seguros que otorgan este tipo de cobertura.

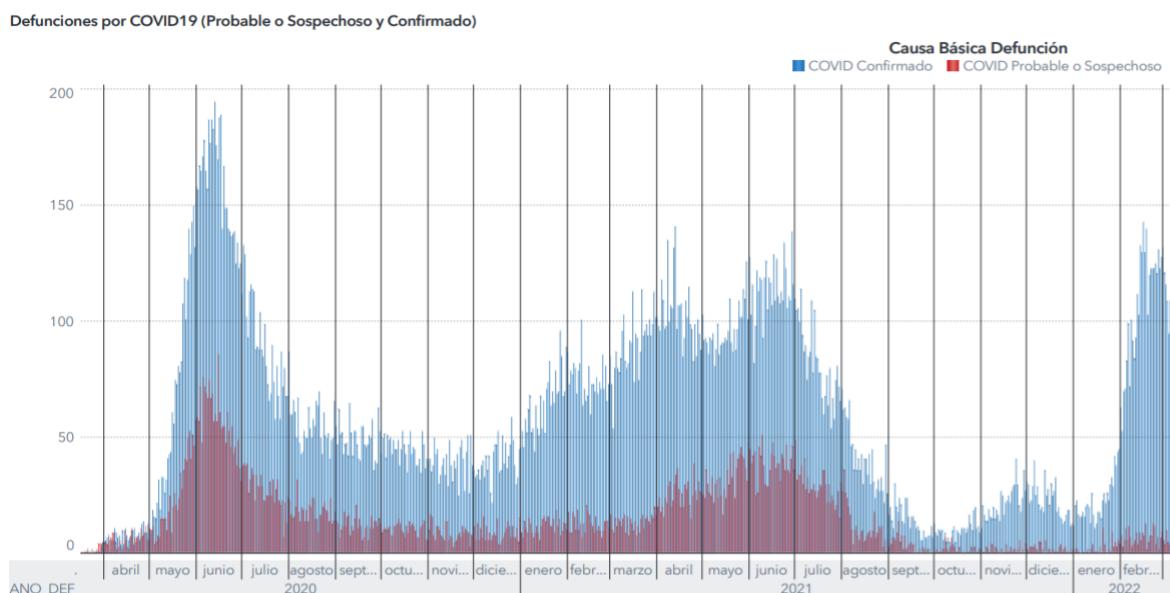


Figura 1: Informe semanal de defunciones por covid-19 N°91, Ministerio de Salud

La figura 1, muestra que recientemente se experimentó la segunda ola con más fallecidos por covid-19, lo que posiblemente se pueda atribuir a las nuevas variantes con mayor tasa de contagio del COVID-19 que han surgido y en consecuencia a la mayor cantidad de población afectada.

A pesar de lo anterior, se debe tener en consideración que la mortalidad no solo se ve afectada directamente por el virus, sino también indirectamente por las medidas impuestas para combatirlo.

Si bien el número de fallecimientos totales es mayor a la mortalidad esperada durante 2020-2022, las personas también han sufrido consecuencias inmediatas por el impacto en el acceso a la atención médica y los efectos de las medidas de confinamiento en el bienestar y salud mental, así como en el impacto en la economía del país. Debido a la poca disponibilidad de atención en el sistema de salud, es posible que no se haya podido brindar la atención necesaria a las personas con otras enfermedades o que sus tratamientos se hayan retrasado considerablemente. Asimismo, las medidas de confinamiento afectaron el bienestar personal, con consecuencias negativas que se manifestaron a través del consumo de drogas, el deterioro de la salud mental y la violencia. Sin embargo, también resultó en algunos cambios de comportamiento que fueron positivos para la mortalidad, como menos accidentes de tránsito y una mejor higiene.

Aumento de mortalidad experimentados durante la pandemia

La mortalidad ha aumentado desde el inicio de la pandemia observándose un aumento en 2020-2021 en comparación al periodo 2016-2019 (ver figura 2). El mayor cambio en la mortalidad observada respecto a la tasa de mortalidad promedio en 2016-2019 se observó en junio-20. Estas variaciones pueden ser explicadas por la mayor mortalidad del COVID-19 (tanto los fallecimientos por causas directas, como aquellos provocados por causas indirectas, como el retraso en la atención de otras enfermedades en el sistema de salud).

Comparación mortalidad promedio 2016-2019 y mortalidad 2020 y mortalidad 2021, según mes de defunción. Todas las causas

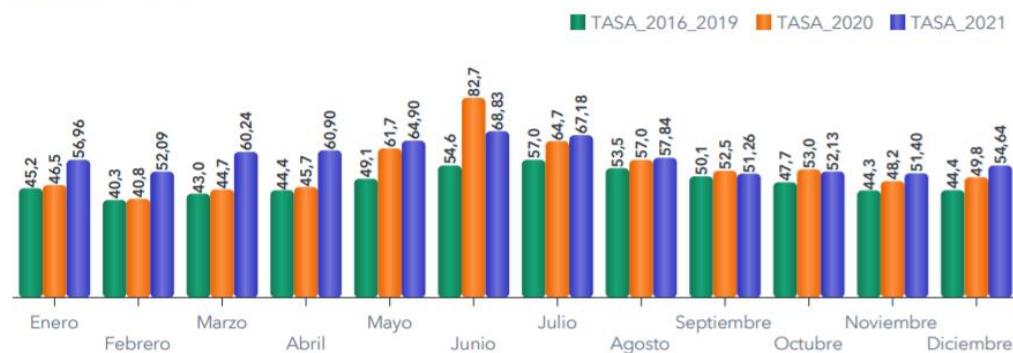


Figura 2. Tasa promedio de mortalidad (por cien mil habitantes), informe semanal de defunciones por covid-19 N°91, Ministerio de Salud

Por otro lado, el aumento en mortalidad ha variado también por rango etario, de acuerdo a la información disponible por el MINSAL, los rangos etarios menos afectados corresponden a 0-29 años, donde se observó en su mayoría variaciones negativas de la mortalidad (es decir, hubo una menor mortalidad en 2020 y 2021 respecto a las tasas de mortalidad promedio de 2016-2019). Por otro lado, los rangos etarios 50-59 y 60-69 son los que mayores variaciones experimentaron, alcanzando un 64% de mayor mortalidad en abril-21 y 70% en jun-20, respectivamente.

Grupo_etario ▲		0 a 29		30 a 49		50 a 59					
Mes	▲	Variación 2020	Variación 2021	Mes	▲	Variación 2020	Variación 2021	Mes	▲	Variación 2020	Variación 2021
Enero		-4%	-14%	Enero		-9%	6%	Enero		-2%	24%
Febrero		-5%	-5%	Febrero		-8%	14%	Febrero		2%	24%
Marzo		-9%	1%	Marzo		0%	32%	Marzo		-1%	38%
Abri		-15%	-12%	Abri		-2%	29%	Abri		7%	64%
Mayo		-4%	-7%	Mayo		24%	44%	Mayo		28%	60%
Junio		-5%	-11%	Junio		37%	37%	Junio		58%	40%
Julio		-16%	-14%	Julio		15%	29%	Julio		18%	28%
Agosto		-24%	-22%	Agosto		1%	5%	Agosto		16%	19%
Septiembre		-13%	-7%	Septiembre		2%	1%	Septiembre		7%	6%
Octubre		-9%	-4%	Octubre		15%	7%	Octubre		20%	18%
Noviembre		-15%	2%	Noviembre		-0%	9%	Noviembre		7%	18%
Diciembre				Diciembre		-1%	4%	Diciembre		9%	22%

60 a 69		70 a 79		80 +							
Grupo_etario	Mes	Variación 2020	Variación 2021	Grupo_etario	Mes	Variación 2020	Variación 2021	Grupo_etario	Mes	Variación 2020	Variación 2021
Enero		0%	25%	Enero		-3%	23%	Enero		-5%	10%
Febrero		-3%	27%	Febrero		-3%	21%	Febrero		-9%	15%
Marzo		5%	44%	Marzo		-4%	31%	Marzo		-5%	21%
Abril		-3%	43%	Abril		-1%	30%	Abril		-7%	12%
Mayo		27%	33%	Mayo		27%	20%	Mayo		7%	8%
Junio		70%	26%	Junio		57%	19%	Junio		24%	3%
Julio		22%	20%	Julio		14%	14%	Julio		-5%	-4%
Agosto		7%	5%	Agosto		6%	3%	Agosto		-8%	-9%
Septiembre		3%	-0%	Septiembre		3%	-7%	Septiembre		-8%	-12%
Octubre		13%	4%	Octubre		7%	-1%	Octubre		-4%	-5%
Noviembre		9%	7%	Noviembre		8%	7%	Noviembre		-4%	3%
Diciembre		13%	26%	Diciembre		12%	11%	Diciembre		0%	10%

Figura 3. Variación porcentual en base a mortalidad promedio 2016-2019, informe semanal de defunciones por covid-19 N°91, Ministerio de Salud

Efectos de enfermedades subyacentes en la mortalidad por COVID-19

El impacto del COVID-19 en la mortalidad varía significativamente según las enfermedades de salud subyacentes. La OCDE en el Working Party de diciembre de 2021, observó que tener una comorbilidad subyacente aumenta significativamente el riesgo de mortalidad por COVID-19, siendo la enfermedad renal la que se encuentra entre las más mortales y aumenta el riesgo de muerte casi cinco veces. Otras comorbilidades señaladas en el documento como factores de riesgo relevantes incluyen, en orden descendente, enfermedad cardiovascular (~3x), enfermedad respiratoria (2-3x), diabetes (~2x), hipertensión (~2x), demencia (~2x), cáncer (~2x) y enfermedad hepática (1,5x).

De acuerdo a los análisis señalados por la OCDE, la gran mayoría de las personas que mueren a causa de la COVID-19 tienen al menos una comorbilidad y son comunes las comorbilidades múltiples. De acuerdo al documento, entre los que murieron de COVID-19 en Canadá, por ejemplo, el 90 % tenía al menos otra afección subyacente, casi dos tercios tenían al menos dos comorbilidades y casi la mitad tenía tres o más. El hecho de que las poblaciones más frágiles estén en mayor riesgo respalda la hipótesis de que muchas de las muertes por COVID-19 son muertes aceleradas que podrían haber ocurrido igualmente en el corto plazo. Este fenómeno también se ha observado en pandemias pasadas. Después de la gripe española de 1918-1919, la brecha en la esperanza de vida entre hombres y mujeres se redujo significativamente. Es probable que esto se deba a que muchos de los que murieron durante esa pandemia también tenían tuberculosis.

Efectos a largo plazo del COVID-19 en la mortalidad

Si bien los impactos de la pandemia en la mortalidad aún persisten, es razonable esperar que estos solo tengan un efecto en la mortalidad de corto plazo y que la mayoría de estos impactos sean temporales en la medida que disminuyan los impulsores del exceso de mortalidad. Sin embargo, los impactos a más largo plazo son menos seguros debido a los impactos que podría tener la pandemia en la salud, lo que se suma a las tendencias políticas y sociales que podrían tener implicaciones a largo plazo en la esperanza de vida. Lo anterior, aumenta el riesgo de que la experiencia de mortalidad se desvíe de los supuestos de la mejor estimación, por lo que se requiere un seguimiento continuo de la suficiencia de las tablas de mortalidad.

En cualquier caso, una vez que los efectos de la pandemia disminuyan, lo más razonable es que las tasas de mortalidad deberían volver a sus niveles de referencia. Este fue el caso después de la pandemia de gripe española de 1918-1919. El gráfico 4, muestra que la esperanza de vida volvió a su tendencia anterior en 1920, superando incluso el nivel observado antes de la pandemia.

Life expectancy, 1900 to 1938



Source: Riley (2005), Clio Infra (2015), and UN Population Division (2019)

OurWorldInData.org/life-expectancy • CC BY

Note: Shown is period life expectancy at birth, the average number of years a newborn would live if the pattern of mortality in the given year were to stay the same throughout its life.

Source: (Roser, Ortiz-Ospina and Ritchie, 2019^[129])

Figura 4. Evolución de la esperanza de vida, WP OCDE 2021.

Asimismo, es probable que los más frágiles de la población hayan fallecido durante la pandemia de COVID-19, por lo tanto, es esperable que los sobrevivientes sean relativamente más longevos, lo que resultará en una menor mortalidad en los años posteriores a la pandemia. Esto está respaldado por la evidencia de que los grupos específicos que experimentaron una mayor mortalidad también fueron los que tenían tasas más altas de comorbilidades. Sin embargo, es probable que este efecto de selección sea de corta duración, ya que los niveles de mortalidad volverán a su trayectoria anterior en unos pocos años, como ocurrió después de la pandemia de gripe española de 1918-1919.

Inclusión de los efectos del COVID-19 en la construcción de tablas de mortalidad

Para determinar el tratamiento más adecuado del COVID-19 en la construcción de las tablas no previsionales, es necesario recordar que el objetivo de estas tablas es garantizar que habrá un adecuado nivel de reservas para el pago de todos los seguros comprometidos en caso de fallecimiento del asegurado. La tabla de mortalidad debiese basarse en el supuesto de mejor estimación de la mortalidad, por lo tanto, es relevante que esta refleje las tasas de mortalidad actuales y futuras que se esperan de la población sobreviviente de la pandemia.

Al considerar el periodo de calibración de las tasas de mortalidad, es importante considerar si la experiencia de mortalidad observada en este periodo es adecuada para reflejar la mortalidad actual y futura de la población a la cual se le aplicarán posteriormente. En el caso del COVID-19, la mayor mortalidad experimentada durante 2020-2022 corresponde a un periodo anómalo que ha cambiado la tendencia observada hasta antes de 2020, por lo cual debiese excluirse de cualquier calibración en los supuestos de construcción de las tablas de mortalidad, debido a que su inclusión aumentaría significativamente el nivel de mortalidad base, lo que no sería consistente con los efectos temporales que se espera tenga la pandemia en la mortalidad. Sin embargo, y debido a la incertidumbre en la mortalidad de largo plazo, es fundamental realizar una revisión continua de la suficiencia de las tablas no previsionales, de modo de corregir oportunamente cualquier desviación en la mortalidad.

ANEXO C: PRINCIPIOS Y RECOMENDACIONES INTERNACIONALES

1. Australia - IAA: Institute of Actuaries of Australia

El IAA tiene el propósito de promover y mantener un alto estándar en la práctica Actuarial y representa y apoya a sus miembros a través de:

- Educar a la próxima generación de actuarios y garantizar que las habilidades y los conocimientos se desarrollen constantemente a través del desarrollo profesional continuo.
- Establecer y mantener estándares profesionales y éticos estrictos.
- Fomentar una sólida red profesional, promover y avanzar el conocimiento en áreas especializadas de la ciencia actuarial a través de la investigación, eventos y seminarios.
- Contribuir a las políticas públicas a través de presentaciones de políticas, liderazgo intelectual y análisis experto.

En su reporte de la construcción de la tabla IA 95-97¹⁴, la IAA detalla la metodología usada para la creación de dicha tabla, dentro de lo que se destaca:

- El periodo de la data de construcción utilizado: 1995-1997.
- El cálculo de las tasas brutas: fallecidos observados sobre exposición exacta¹⁵ a la edad "x"
- Las edades utilizadas en la graduación y construcción del cuerpo de las tablas: 15-99 años.
- El rango de edades de la tabla: 0-99 años.
- Los métodos de graduación: Whittaker-Henderson
- Tratamiento de las edades tempranas y avanzadas: para las edades tempranas se utilizaron las tasas de la tabla poblacional australiana (0 a 14 años), en cambio para las edades avanzadas se usó W-H iterando y ajustando para converger a la mortalidad de la población australiana a los 99 años.

¹⁴ INSTITUTE OF ACTUARIES OF AUSTRALIA MORTALITY INVESTIGATION IA 95-97 M AND F

<https://actuaries.asn.au/Library/Reports/2001/MortalityTables9597.pdf>

¹⁵ Se calcula la exposición de los individuos en el estudio midiendo exactamente la fracción de tiempo que estuvieron dentro del año(s) estudiado(s); por ejemplo, para un estudio que abarque un año completo desde el 01 de enero al 31 de diciembre, se considera un valor de exposición igual a 1 si el individuo expuso el año completo; por otro lado, si expuso desde el 01 de diciembre hasta el 31 de diciembre, su exposición durante el año correspondería a 31/365,25 = 0,084873. (Se usan años de 365,25 días para considerar el caso en que los estudios incluyan años bisiestos).

2. Canadá - CIA: Canadian Institute Of Actuaries

Gran parte de la metodología actuarial canadiense proviene directamente de los lineamientos del Instituto de Actuarios Canadiense (CIA en inglés) el cual es una entidad separada de la OSFI. El Instituto Canadiense de Actuarios (CIA) es la organización nacional voz de la profesión actuarial en Canadá, establecido por ley del parlamento federal el 18 de marzo de 1965.

Entre sus principales objetivos están:

- Promover el avance de la ciencia actuarial a través de la investigación;
- Proporcionar educación y calificación de sus miembros y miembros potenciales;
- Asegurar que los servicios actuariales que brindan sus miembros cumplan con estándares profesionales extremadamente altos;
- Autorregulase y hacer cumplir las reglas de conducta profesional; y
- Defender la profesión en el desarrollo de políticas públicas, ante los gobiernos y el público.

Es esta organización la que provee de técnicas y recomendaciones para el cálculo de todo tipo de parámetros actuariales. En particular, el Comité de Reporte Financiero de Compañías de Vida (CLIFR), es el que da recomendaciones específicas sobre temas de mortalidad.

Respecto a tablas de mortalidad, éstas son construidas por el CIA, usando técnicas de graduación como Whittaker-Henderson, utilizando información proporcionada por el MIB Group (Buró de Información Médica, agencia norteamericana que recopila información de compañías aseguradoras tanto de Estados Unidos, como Canadá).

Las últimas tablas de mortalidad del CIA disponibles para seguros no previsionales son las tablas CIA9704¹⁶. En el reporte de dichas tablas se detalla extensivamente su metodología de construcción y los principales supuestos considerados. Entre ellos destacan:

- El periodo de la data de construcción utilizado: 1997-2004.
- El cálculo de las tasas brutas: basados en los montos asegurados de expuestos y fallecidos.
- Las edades utilizadas en la graduación y construcción del cuerpo de las tablas: 15-80 años.
- El rango de edades de la tabla: 0-120 años.
- Los métodos de graduación: Whittaker-Henderson
- Tratamiento de las edades tempranas y avanzadas: Makeham con convergencia a tablas poblacionales.

3. Estados Unidos - SOA: Society of Actuaries

Con raíces que se remontan a 1889, la Society of Actuaries (SOA) es la organización profesional actuarial más grande del mundo con más de 30.000 actuarios como miembros.

A través de la educación y la investigación, la SOA promueve a los actuarios como líderes en la medición y gestión de riesgos para mejorar los resultados financieros de las personas, las organizaciones y el público.

La misión de la organización es "promover el conocimiento actuarial y mejorar la capacidad de los actuarios para brindar asesoramiento experto y soluciones relevantes para los desafíos financieros, comerciales y sociales".

La SOA en conjunto con la Academia Americana de Actuarios, fueron los responsables de la construcción de la tabla VBT 2015¹⁷ (Valuation Basic Table), así como también sus versiones anteriores.

La VBT 2015 nace como resultado del estudio realizado por estas instituciones las cuales tenían dos objetivos:

1. Desarrollar tablas de experiencia de la industria que reflejaran completamente negocios de Vida de Suscripción ordinaria incluyendo riesgos de mortalidad estándares y preferenciales. Estas tablas serán consideradas como tablas de la industria respecto a los nuevos estándares

¹⁶ Report: Construction of CIA9704 Mortality Tables for Canadian Individual Insurance based on data from 1997 to 2004: <https://www.cia-ica.ca/publications/publication-details/210028>

¹⁷ 2015 Valuation Basic Table Report <https://www.soa.org/resources/experience-studies/2015/2015-valuation-basic-tables/>

de reportes basados en principios de la NAIC para la valoración de seguros de vida, específicamente bajo la sección 20 de su *Valuation Manual*.¹⁸

2. Desarrollar una (o varias) tablas para ser usadas como base para la aplicación de cargas y desarrollo de una nueva tabla CSO (Commissioners' Standard Only Mortality table) para ser usada en la determinación de reservas bajo CRVM (Método de Valoración de reservas de los Comisionados por sus siglas en inglés) y para el cumplimiento de las normas de no-caducidad y de impuestos.

Gracias a la posibilidad de contar con una gran cantidad de profesionales, la construcción de la tabla VBT 2015 se realizó de manera conjunta por varios equipos dedicados a temas específicos de la misma como por ejemplo Modelamiento, graduación, edades tempranas y finales, etc.

Respecto a la metodología de construcción y sus principales supuestos destacan:

- El periodo de la data de construcción utilizado: 2002-2009.
- El cálculo de las tasas brutas: fallecidos observados sobre exposición exacta¹⁹ a la edad "x"
- Las edades utilizadas en la graduación y construcción del cuerpo de las tablas: 30-95 años.
- El rango de edades de la tabla: 0-120 años.
- Los métodos de graduación: GAM (Modelos aditivos Generalizados)²⁰
- Tratamiento de las edades tempranas y avanzadas: GAM.

¹⁸ NAIC Valuation manual 2021 https://content.naic.org/sites/default/files/pbr_data_valuation_manual_current_edition.pdf

¹⁹ Se calcula la exposición de los individuos en el estudio midiendo exactamente la fracción de tiempo que estuvieron dentro del año(s) estudiado(s); por ejemplo, para un estudio que abarque un año completo desde el 01 de enero al 31 de diciembre, se considera un valor de exposición igual a 1 si el individuo expuso el año completo; por otro lado, si expuso desde el 01 de diciembre hasta el 31 de diciembre, su exposición durante el año correspondería a $31/365,25 = 0,084873$. (Se usan años de 365,25 días para considerar el caso en que los estudios incluyan años bisiestos).

²⁰ Los modelos aditivos generalizados (GAM) son una extensión de los modelos lineales generalizados (GLM por sus siglas en inglés, los que a su vez son modelos que extienden el modelo de regresión lineal para variables respuesta "Y" que no necesariamente sigan distribuciones normales). En los modelos GAM las variables independientes o predictoras no están restringidas a ser lineales en las covariables, sino que son una suma de "funciones de suavizado". Los modelos generalizados tienen entre otras ventajas, que pueden ser usados con fines de predicción, ajuste de curvas y como modelos explicativos de distintos efectos que pueden tener un grupo de variables independientes o "predictoras" sobre una variable "respuesta".

4. Reino Unido - IFOA: Institute and Faculty of Actuaries

El Instituto y Facultad de Actuarios (IFOA) es el único organismo profesional autorizado del Reino Unido dedicado a educar, desarrollar y regular actuarios con sede tanto en el Reino Unido como a nivel internacional.

El IFOA regula y representa a más de 30.000 miembros en todo el mundo, supervisando su educación actuarial en todas las etapas de calificación y desarrollo a lo largo de sus carreras.

La misión del IFOA establece que "Los objetivos del Instituto y de la Facultad de Actuarios serán, en función del interés público, promover todos los asuntos relevantes para la ciencia actuarial y su aplicación, así como regular y promover la profesión actuarial".

Sus valores son:

- **Comunidad:** construir relaciones siendo inclusivo, accesible y colaborativo.
- **Integridad:** hacer lo correcto para el Instituto y la Facultad de Actuarios (IFOA), sus miembros y en función del interés público, deben ser honestos, responsables y profesionales.
- **Progreso:** desarrollar el futuro de la profesión siendo relevantes, solidarios y decididos.

De acuerdo con la Carta Real, tienen el deber de regular la profesión actuarial en función del interés público. Esto significa que, en el desempeño de su función reguladora, su principal consideración es la que se requiere para proteger al público y asegurarse de que el público tenga confianza en el trabajo de los actuarios. Esto se aplica a todos sus roles regulatorios, por ejemplo, estableciendo los criterios de calificación y admisión, administrando estándares profesionales, desarrollando materiales para apoyar y educar sobre el profesionalismo y el cumplimiento de los estándares, administrando un esquema de Certificados de Práctica, investigando quejas sobre la conducta de sus miembros, y operando un proceso disciplinario.

El trabajo de política y asuntos públicos de la IFOA busca informar e influir en las políticas públicas, la legislación y la regulación para promover decisiones y sistemas que sirven al interés público.

En relación a tablas de mortalidad, se espera que las firmas realicen sus propios análisis sobre apropiados supuestos biométricos para utilizar en la valorización de sus provisiones técnicas, y cada firma usaría tablas de mortalidad levemente distintas.

El Instituto y Facultad de Actuarios -Institute and Faculty of Actuaries- provee algunas facilidades respecto a esto: el *Continuous Mortality Investigation* o CMI publica tablas de mortalidad basadas en las características a nivel agregado de las estadísticas de las compañías de seguros de vida y pensiones del Reino Unido. La mayoría de las compañías usan las tablas del CMI como tablas bases, y las ajustan basados en los análisis de su propia experiencia. La Prudential Regulation Authority (PRA, ver anexo 4 punto D) ha realizado diversas revisiones para evaluar si los supuestos materiales de las compañías se encuentran dentro de un rango razonable.

En lo que respecta a la investigación y estudios de Mortalidad, el IFOA radica esta responsabilidad en el CMI (*Continuous Mortality Investigation*), empresa privada del Reino Unido, CMI Limited, que es propiedad total del Instituto y Facultad de Actuarios (IFOA), cuyo trabajo es supervisado por el por el Comité Ejecutivo del IFOA.

Continuous Mortality Investigation (CMI)

El CMI, apoyado por el IFOA, tiene una larga trayectoria en la elaboración de tablas de mortalidad y morbilidad para compañías de seguros de vida y fondos de pensiones del Reino Unido.

Su misión es producir análisis imparciales de alta calidad, tablas estándar y modelos de mortalidad y morbilidad para productos de seguros a largo plazo y pasivos de planes de pensiones y, al hacerlo, mejorar la comprensión actuarial.

El CMI lleva a cabo investigaciones sobre la experiencia de mortalidad y morbilidad y produce herramientas prácticas que son ampliamente utilizadas por los actuarios.

El trabajo del CMI se centra en cinco investigaciones, cuatro de ellos consideran áreas de mortalidad y morbilidad base, analizando datos proporcionados por compañías de seguros de vida y consultoras actuariales del Reino Unido; estas investigaciones cubren:

- Mortalidad de los rentistas.
- Garantías (enfermedad crítica y mortalidad).
- Protección de ingresos.
- Mortalidad del régimen de pensiones autoadministrado (SAPS).
- Investigación sobre las proyecciones y cambios futuros en la mortalidad.

Cada investigación analiza la experiencia observada en subconjuntos de los datos agregados y

periódicamente produce tablas de mortalidad y morbilidad.

Respecto a las tablas de mortalidad de seguros no previsionales, el CMI a través de los *Working Papers 89, 92 y 94*²¹ entrega los detalles de la construcción de las tablas "Series 08" compuestas por las tablas:

- "08" Series accelerates critical illness tables (wp 89) y
- "08" Series term mortality tables (wp 92)

El WP 94 resume la metodología utilizada en estas tablas, y el feedback obtenido por el Mercado respecto a su construcción.

Dentro de los aspectos más relevantes a destacar se incluyen:

- El periodo de la data de construcción utilizado: 2007-2010.
- El cálculo de las tasas brutas: fallecidos observados sobre exposición exacta²² a la edad "x".
- Las edades utilizadas en la graduación y construcción del cuerpo de las tablas: 30-75 años.
- El rango de edades de la tabla: 0-110 años (accelerated critical illness) y 0-90 años (term mortality).
- Los métodos de graduación: Gompertz y Gompertz-Makeham.
- Tratamiento de las edades tempranas y avanzadas: Gompertz con ajustes adicionales bajo criterio experto.

²¹ CMI Working paper 89: <https://www.actuaries.org.uk/learn-and-develop/continuous-mortality-investigation/cmi-working-papers/assurances/cmi-working-paper-89>

CMI Working paper 92: <https://www.actuaries.org.uk/learn-and-develop/continuous-mortality-investigation/cmi-working-papers/assurances/cmi-working-paper-92>

CMI Working paper 94: <https://www.actuaries.org.uk/learn-and-develop/continuous-mortality-investigation/cmi-working-papers/assurances/cmi-working-paper-94>

²² Se calcula la exposición de los individuos en el estudio midiendo exactamente la fracción de tiempo que estuvieron dentro del año(s) estudiado(s); por ejemplo, para un estudio que abarque un año completo desde el 01 de enero al 31 de diciembre, se considera un valor de exposición igual a 1 si el individuo expuso el año completo; por otro lado, si expuso desde el 01 de diciembre hasta el 31 de diciembre, su exposición durante el año correspondería a 31/365,25 = 0,084873. (Se usan años de 365,25 días para considerar el caso en que los estudios incluyan años bisiestos).

ANEXO D: MARCO NORMATIVO EXTRANJERO

1. Australia - APRA: Australian Prudential Regulation Authority

El APRA es una autoridad estatutaria independiente que supervisa las instituciones de banca, seguros y pensiones, promoviendo la estabilidad del sistema financiero en Australia. Opera bajo las leyes determinadas por el Parlamento Australiano, que la faculta con poderes para el establecimiento de Estándares y Guías de Prácticas Prudenciales que tienen como objetivo mantener la seguridad y solidez de las instituciones que regula APRA.

APRA supervisa:

- Instituciones de depósito autorizadas (como bancos, sociedades de crédito hipotecario y cooperativas de crédito)
- Compañías de seguros generales
- Compañías de seguros de vida
- Mutualidades
- Aseguradoras de salud privadas
- Compañías de reaseguros, y
- Fondos de jubilación (distintos de los fondos autogestionados).

APRA promueve la estabilidad del sistema financiero al trabajar en estrecha colaboración con el Tesoro de Australia, el Banco de la Reserva de Australia y la Comisión de Inversiones y Valores de Australia.

APRA también actúa como una agencia nacional de estadísticas para el sector financiero, recopilando datos tanto para sus propios usos como en nombre del Banco de la Reserva de Australia y la Oficina de Estadísticas de Australia. Proporcionando estos datos en sus publicaciones estadísticas.

En su trabajo e interacciones con los demás, buscan demostrar:

- Integridad: actuar sin prejuicios, siendo equilibrados en el uso de los poderes y cumplir con los compromisos.
- Colaboración: buscar y fomentar activamente diversos puntos de vista para producir decisiones bien fundamentadas.
- Responsabilidad: estar abiertos al desafío y al escrutinio, y asumir la responsabilidad de sus acciones.
- Respeto: siempre ser respetuosos con los demás y con sus opiniones e ideas.
- Excelencia: mantener altos estándares de calidad y profesionalismo en todo lo que hacen.

Según la legislación que administra APRA, este organismo tiene la tarea de proteger los intereses de los depositantes, titulares de pólizas y miembros de fondos de jubilación.

En el caso de los seguros de vida, regula y supervisa el mercado de estos seguros²³, supervisa sus provisiones de los seguros de vida no previsionales, e instruye los lineamientos y estándares prudenciales a través de los LPS²⁴ (*Life Prudential Standards*). Sin embargo, no es el organismo encargado de la elaboración de las tablas de mortalidad para seguros no previsionales,

²³ Life Insurance Act 1995 <https://www.legislation.gov.au/Details/C2021C00294>

Life Insurance Supervisory Levy Imposition Act 1998 <https://www.legislation.gov.au/Details/C2020C00186>

²⁴ Prudential and Reporting Standards for Life insurance and friendly societies:

<https://www.apra.gov.au/industries/30/standards#category-1>

sino que estas son desarrolladas por el Institute of Actuaries of Australia (IAA).

2. Canada: OSFI- Office of The Superintendent of Financial Institutions

La Oficina del Superintendente de Instituciones Financieras (OSFI) es una agencia gubernamental federal independiente que regula y supervisa más de 400 instituciones financieras reguladas por el gobierno federal de Canadá y 1.200 planes de pensiones cuyo objetivo es evaluar y determinar su posición financiera y el cumplimiento de los requerimientos regulatorios.

Regula el mercado a través del desarrollo de normativa, interpretando leyes y regulaciones, proporcionando autorizaciones regulatorias para ciertos tipos de transacciones. Asimismo, contribuye en los nuevos estándares en temas contables, de auditoría y actuariales. Lo anterior, debe equilibrar los objetivos de seguridad y solidez con la necesidad de que las instituciones operen en un mercado competitivo.

Supervisa el mercado analizando las tendencias financieras y económicas para identificar problemas emergentes que podrían afectar negativamente a las instituciones. Evalúa la condición financiera de una institución, los riesgos materiales y la calidad de su gobierno, gestión de riesgos y nivel de cumplimiento. Una vez identificadas las debilidades, interviene de manera oportuna, trabajando con el directorio y la plana ejecutiva para corregir los problemas.

Estas funciones las realiza bajo lo establecido en la *Insurance Companies Act*²⁵ la cual establece los lineamientos que deben seguir las compañías para su adecuado funcionamiento.

Por otro lado la OSFI no cuenta con información relacionada a desarrollo o modificaciones de tablas de mortalidad, sin embargo delega este rol al Instituto Canadiense de Actuarios (CIA).

²⁵ Insurance Companies Act (S.C. 1991, c. 47)
<https://laws-lois.justice.gc.ca/eng/acts/I-11.8/>

3. Estados Unidos - NAIC: National Association of Insurance Commissioners

La Asociación Nacional de Comisionados de Seguros (NAIC, por sus siglas en inglés) es la organización de apoyo normativo y regulatorio de los EEUU. Creada y gobernada por los principales reguladores de seguros de los 50 estados, el Distrito de Columbia y cinco territorios de los EEUU. A través de la NAIC, los reguladores estatales de seguros establecen estándares y mejores prácticas, llevan a cabo una revisión por pares y coordinan su supervisión reguladora. El personal de NAIC apoya estos esfuerzos y representa las opiniones colectivas de los reguladores estatales a nivel nacional e internacional. Los miembros de NAIC, junto con los recursos centrales de NAIC, forman el sistema nacional de regulación de seguros estatal en los EEUU.

NAIC en 2009 modificó la ley de Valoración Estándar²⁶ (Nº820), donde se establece que todas compañías de seguros de vida que operen, deberán presentar anualmente la opinión de un actuario calificado, en cuanto a si las reservas y los elementos actuariales se basan en supuestos que satisfacen las disposiciones contractuales, y son coherentes con lo informado históricamente.

Por otro lado, el Manual de Valuación²⁷ (VM) publicado recientemente por NAIC en enero de 2021, establece la reserva mínima y los requisitos relacionados para las jurisdicciones donde ha sido promulgada la Ley de Valoración Estándar (Nº820) o donde la legislación incluya términos y disposiciones sustancialmente similares.

Según señala NAIC, a medida que los productos de seguros han aumentado en su complejidad y las empresas han desarrollado diseños de productos nuevos e innovadores que cambian su perfil de riesgo, la necesidad de desarrollar nuevas metodologías de valoración o revisiones de los requisitos existentes para abordar estos cambios, ha llevado al desarrollo del Manual de Valoración. Además, el Manual de valoración aborda la necesidad de desarrollar un estándar de valoración que mejore la uniformidad entre los requisitos de valoración basados en principios en todos los estados y departamentos de seguros.

La sección sobre "Orientación y requisitos para establecer supuestos prudentes de estimación de mortalidad" en el Manual de Valoración, establece la necesidad de una estimación prudente de mortalidad al momento de determinar la reserva estocástica o la reserva para cualquier contrato determinado utilizando metodologías alternativas. La intención es que los supuestos de mortalidad de estimaciones prudentes, se basen en hechos, circunstancias y prácticas actuariales apropiadas, y no sólo se limiten al uso del juicio actuarial sin fundamento.

Las suposiciones de mortalidad estimadas prudentes se determinarán desarrollando primero curvas de mortalidad esperada basadas en la experiencia disponible o en tablas publicadas. Donde sea necesario, se aplicarán márgenes a la experiencia para reflejar la incertidumbre de los datos. Luego las curvas de mortalidad esperada se ajustarán en función de la credibilidad de la información histórica utilizada en su construcción.

Respecto al trabajo de construcción o modificación de tablas de mortalidad, la NAIC delega estas funciones a los distintos grupos de trabajo de la SOA.

²⁶NAIC: Standard Valuation Law

<https://content.naic.org/sites/default/files/inline-files/MDL-820.pdf>

²⁷NAIC: Valuation Manual

https://content.naic.org/sites/default/files/pbr_data_valuation_manual_current_edition.pdf

4. Reino Unido – FCA & PRA: Financial Conduct Authority, Prudential Regulation Authority.

La **Financial Conduct Authority (FCA)** es la entidad que regula la conducta de 58.000 empresas de servicios financieros y de los mercados financieros en el Reino Unido y el regulador prudencial de más de 18.000 de esas empresas. Entre las entidades reguladas se encuentran aseguradoras generales, aseguradoras de vida, proveedores de pensiones e intermediarios de seguros. A su vez la **Prudential Regulation Authority (PRA)** es el regulador prudencial de los bancos, entidades y cajas de ahorros, cooperativas de crédito, compañías de seguros y determinadas empresas de inversión. Ambos reguladores están bajo el alero del **Bank of England (BOE)** quien es el regulador máximo del mercado financiero.

Mientras el **FCA** es el responsable de proteger a los consumidores, mediante la promoción de una competencia efectiva y la regulación de todas las empresas de servicios financieros, el **PRA** es responsable de que los bancos y las aseguradoras cuenten con el suficiente capital y liquidez, siendo este último, para el caso del mercado asegurador, el responsable del cumplimiento y supervisión de la solvencia y requerimiento de capital del mercado (Solvencia II).

En este contexto el FCA a través del FCA Handbook²⁸ establece que los métodos y supuestos que las firmas deben usar se basan en la valoración actuarial bajo el PRA rulebook²⁹ y deben ser:

1. Apropiados respectos a los negocios de la compañía.
2. Consistente año a año sin cambios arbitrarios.
3. Consistentes con el método de valoración de activos (del PRA).
4. Incluir márgenes apropiados para desviaciones adversas de factores relevantes.
5. Reconocer la distribución de los ingresos de manera apropiada sobre la duración de cada contrato de seguro.
6. Tomar en cuenta los deberes regulatorios para tratar justamente a sus clientes.
7. Y estar en concordancia con los principios actuariales generalmente aceptados.

Respecto a los supuestos de mortalidad y morbilidad establece que las compañías deben tener supuestos prudentes sobre estas tasas y que sean apropiados al país o territorio de residencia de las personas cuyas vidas o salud se asegura. Además, las tasas de mortalidad deben contener márgenes prudentes para desviaciones adversas.

Al igual que en otras jurisdicciones, la construcción de las tablas de mortalidad no recae directamente en el regulador, sino que este delega dichas funciones a los institutos especializados como el IFOA.

²⁸ FCA HANDBOOK INSPRU 1.2 Mathematical reserves

<https://www.handbook.fca.org.uk/handbook/INSPRU/1/2.html>

²⁹ Insurance Company – Mathematical Reserves

<https://www.prarulebook.co.uk/rulebook/Content/Part/318827/30-08-2021>

ANEXO E: MARCO NORMATIVO LOCAL

El marco regulatorio actual chileno, específicamente los artículos 3º letra b) y 20 del D.F.L. Nº 251 de 1931 y los números 1 y 6 del artículo 5º del Decreto Ley Nº 3.538 de 1980, permiten a la Comisión para el Mercado Financiero modificar normativas, como ya se ha hecho con anterioridad.

Actualmente la NCG Nº306, en el apartado de la constitución de reservas matemáticas, da instrucciones para la constitución de reservas matemáticas, especificando las probabilidades de fallecimiento agrupadas en las tablas de mortalidad M-95.