



COMISIÓN
PARA EL MERCADO
FINANCIERO

INFORME NORMATIVO

Tablas de mortalidad previsionales 2020

Febrero 2023

www.cmfchile.cl



Informe Normativo

Tablas de mortalidad previsionales 2020

Febrero 2023

Contenido

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
II.	OBJETIVO DE LA PROPUESTA NORMATIVA.....	2
III.	DIAGNÓSTICO	3
IV.	ESTUDIOS, PRINCIPIOS Y RECOMENDACIONES INTERNACIONALES.....	6
V.	PROPUESTA NORMATIVA	13
VI.	EVALUACIÓN DE IMPACTO REGULATORIO	115
VII.	PROCESO DE CONSULTA PÚBLICA	119
	ANEXO A: PRINCIPIOS Y RECOMENDACIONES INTERNACIONALES	126
1.	OCDE: ORGANIZACIÓN PARA LA COOPERACIÓN Y DESARROLLO ECONÓMICO	126
2.	SOA: Society of Actuaries (EE.UU)	128
3.	IFOA: Institute and Faculty of Actuaries.....	131
4.	CIA: Canadian Institute of Actuaries	135
5.	AGA: Australian Government Actuary.....	139
6.	AIOS: Asociación Internacional de Organismos de Supervisión de Fondos de Pensiones.....	142
	ANEXO B: MARCO NORMATIVO EXTRANJERO	145
1.	AUSTRALIA, AUSTRALIAN PRUDENTIAL REGULATION AUTHORITY (APRA)	145
2.	REINO UNIDO, FINANCIAL CONDUCT AUTHORITY (FCA), PRUDENTIAL REGULATION AUTHORITY (PRA) AND THE PENSIONS REGULATOR (TPR)	147
3.	USA: NAIC (NATIONAL ASSOCIATION OF INSURANCE COMMISSIONERS)	150
4.	OSFI: OFFICE OF THE SUPERINTENDENT OF FINANCIAL INSTITUTIONS.....	152
	ANEXO C: MARCO NORMATIVO LOCAL	154

I. INTRODUCCIÓN

En el marco de lo dispuesto en los artículos 55 y 65 del D.L. N°3.500, de 1980, y en el artículo 20 del DFL N°251, de 1931, la Superintendencia de Pensiones (SP) y la Comisión para el Mercado Financiero (CMF) respectivamente, son las encargadas de actualizar y fijar las tablas de mortalidad del sistema de pensiones chileno.

El año 2005, en función de las mejores prácticas internacionales en materia de la construcción de tablas de mortalidad para los sistemas de pensiones, se hizo una primera actualización de las tablas de mortalidad RV-85, B-85 y MI-85 vigentes a esa fecha, después de 20 años de su publicación, para causantes de pensión no inválidos (tablas 2004). A partir de dicha fecha se estableció que las tablas de mortalidad previsionales fueran tablas dinámicas o generacionales y que éstas se actualizarían cada 5 años (lo que con las TM-2014 se modificó a una periodicidad de actualización cada 6 años, para que coincidiera con las vigencias de los contratos del seguro de invalidez y sobrevivencia, SIS, que se licitan cada 2 años). De acuerdo a esto, las tablas de mortalidad se han actualizado en tres ocasiones más, resultando las tablas 2006 (para beneficiarios no inválidos, causantes y beneficiarios inválidos), las tablas 2009 (para causantes no inválidos), y las tablas 2014 (donde se actualizaron todas las tablas de causantes y beneficiarios no inválidos, y de causantes y beneficiarios inválidos).

De acuerdo a lo anterior, corresponde la actualización de las tablas 2014, que entraron en vigencia en julio de 2016, y que, de acuerdo al calendario de actualización, debieran terminar su vigencia en junio de 2022. En razón de lo anterior, la SP y la CMF han trabajado desde el año 2019 en la actualización de las tablas 2014 con el objeto de ajustar sus supuestos de mortalidad sobre la base de la experiencia más reciente de la población de pensionados. En este proceso de actualización y dada la contingencia sanitaria producto del COVID 19, el 25 de febrero de 2022 la CMF, en una decisión conjunta con la SP, a través de la NCG N°465 decidió prorrogar la vigencia de las TM2014 de forma indefinida, con el objeto de dar mayor plazo a su proceso de actualización, dado que era necesario estudiar los efectos del COVID-19 en las proyecciones de mortalidad.

En este proceso, al igual que para las tablas de mortalidad 2014, se ha contado con la colaboración de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), organismo que ha asesorado al equipo de trabajo de la CMF y la SP, en orden a considerar las mejores prácticas internacionales en la materia y la aplicación de nuevas metodologías.

Como resultado de esta actualización, se ha llegado a una propuesta de nuevas tablas previsionales con base en el año 2020, las cuales proyectan una expectativa de vida de 86,5 años para un pensionado hombre de 65 años de edad y de 90,7 años para una pensionada mujer de 60 años de edad, lo que representa, con respecto a las tablas 2014, un aumento de 6 meses de vida en el caso de los hombres y una disminución de 4,8 meses de vida para las mujeres.

Los cambios registrados en las expectativas de vida promedio para hombres y mujeres obedecen principalmente al cambio metodológico que se incorpora en esta versión de las tablas de mortalidad y que permite, a diferencia de las tablas 2014, considerar dos dimensiones en los factores de mejoramiento (edad y año de aplicación), donde los mejoramientos evolucionan desde un factor observado en el corto plazo hacia un factor de largo plazo en un horizonte de 20 años. Con ello, la

metodología de la TM-2020 reconoce que los mejoramientos en las expectativas de vida no son constantes en el largo plazo, sino que convergen hacia una tasa menor que aquella que se utiliza en el corto plazo. Los cambios introducidos a la metodología responden a las mejores prácticas y recomendaciones internacionales en esta materia, con lo cual se logra una mejor aproximación de las expectativas de vida para cada grupo de pensionados considerados en este estudio.

En definitiva, esta actualización implicará un aumento de las reservas técnicas asociadas a las rentas vitalicias de 0,14%. En el caso del seguro de invalidez y sobrevivencia (SIS), se espera que las nuevas tablas de mortalidad tengan como efecto una disminución en el costo del seguro de 2,35% para los hombres y de 1,17% para las mujeres. El impacto en el costo del SIS se calculó considerando la variación del costo del SIS para un año de cobertura y el 100% de los cotizantes, utilizando las nuevas tablas propuestas y recalculando la valoración de los siniestros presentados en ese periodo.

II. OBJETIVO DE LA PROPUESTA NORMATIVA

El objetivo principal de la propuesta normativa es actualizar las tablas de mortalidad previsionales utilizadas para el cálculo del retiro programado (RP), de los aportes adicionales para pensiones de invalidez y sobrevivencia (SIS) y de las reservas técnicas que deben constituir las compañías de seguros que ofrecen rentas vitalicias (RV) y que participan del SIS, en función de los cambios registrados en la población de pensionados desde su última actualización.

La relevancia del proceso de actualización de las tablas de mortalidad radica en la necesidad de contabilizar y provisionar correctamente las reservas de los pasivos de Rentas Vitalicias (RRVV) por parte de las compañías de seguros de vida y determinar adecuadamente el desgaste de los fondos de pensiones en Retiro Programado (RP). De esta manera, al reflejar más fielmente la experiencia de la población pensionada en términos de mortalidad, se avanza hacia el objetivo del sistema de pagar pensiones a las personas de acuerdo a lo comprometido. En el caso de las compañías de seguro podrán estimar sus reservas reduciendo potenciales problemas de solvencia y en el caso de las AFPs que pagan RP, realizar los pagos de pensiones en concordancia a las estimaciones efectuadas para el periodo remanente de vida del pensionado.

III. DIAGNÓSTICO

En el marco de lo dispuesto en los artículos 55 y 65 del D.L. N°3.500, de 1980, y en el artículo 20 del DFL N°251, de 1931, la Superintendencia de Pensiones (SP) y la Comisión para el Mercado Financiero (CMF), tienen la facultad de actualizar y fijar las tablas de mortalidad utilizadas para el cálculo de la pensión de los afiliados, y sus beneficiarios, que opten por la modalidad de retiro programado; las reservas técnicas que deben constituir las compañías de seguros en el caso de rentas vitalicias para los asegurados, y sus beneficiarios; y para el cálculo del aporte adicional en el caso del seguro de invalidez y sobrevivencia y sus respectivas reservas.

En 2015, la CMF publicó la Norma de Carácter General N°398, que actualiza las tablas de mortalidad para el sistema de pensiones basadas en el periodo 2008 - 2013 (TM-2014) y que tenían una vigencia máxima de 6 años, a contar del 01 de julio de 2016. Cabe señalar que las tablas actuales, que caducaban el 30 de junio de 2022, fueron prorrogadas de manera indefinida a través de la NCG N°465 del 25 de febrero de 2022, pues era necesario estudiar los efectos del COVID-19 en las proyecciones de mortalidad.

La revisión y/o actualización periódica de las tablas de mortalidad es algo característico de la mayoría de los sistemas de pensiones en todo el mundo. Diversos reguladores internacionales en la materia establecen periodos acotados (entre 5 y 10 años) para la revisión de los supuestos de mortalidad asociados a las tablas. Estos periodos de revisión y actualización están en línea con las variaciones en la mortalidad que se observan a través de los años, debido a los cambios en la longevidad producto de avances médicos y mejoras en la calidad de vida, entre otros.

En el caso de Chile, desde el año 2014 este proceso de actualización ha contado con la colaboración de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), que ha asesorado a la SP y la CMF sobre las mejores prácticas internacionales en la materia y la aplicación de nuevas metodologías. Es así que, en el proceso anterior, dicho organismo recomendó al equipo de trabajo de la CMF y la SP avanzar en futuras actualizaciones en materias claves como la extensión de la edad máxima de la tabla y el perfeccionamiento de los factores de mejoramiento. La práctica internacional ha avanzado hacia tablas que abarcan hasta los 120 años y con factores de mejoramiento que consideran dimensiones de corto y largo plazo, es decir, un factor que cuantifica los mejoramientos recientes y otro que estima los mejoramientos en un periodo más extenso.

Considerando lo anterior, en este proceso de revisión de las TM-2014 se analizó en profundidad la experiencia de diversas jurisdicciones donde se usan este tipo de factores de mejoramiento en sus tablas de mortalidad, tales como Canadá, Estados Unidos, Reino Unido, entre otras. La revisión de la nueva tabla, utilizando una metodología similar a la de estos países, entregó como resultado un cambio significativo respecto a la estimación de los factores de mejoramiento implementados en las actuales TM 2014. El resultado obtenido es coherente con la opinión de diferentes expertos en la materia, quienes han señalado que los ritmos de mejora observados históricamente en nuestro país

no son sostenibles en el largo plazo y que un escenario mucho más plausible es uno donde las mejoras en la mortalidad convergen a una tasa única, menor a la observada en años recientes.

La edad máxima de la tabla de mortalidad fue otro de los aspectos técnicos señalados por la OCDE para ser considerado durante la actualización de las TM-2014. Las mejores prácticas internacionales indican la necesidad de contar con tablas de mortalidad que abarquen todo el universo de pensionados, de modo de cuantificar correctamente sus expectativas de vida. La mayoría de jurisdicciones que presentan expectativas de vida similares a las de Chile han utilizado edades límite cercanas a 120 años o incluso más.

El análisis de los impactos derivados de aumentar la edad límite de las tablas de mortalidad desde 110 a 120 años, permitió concluir que aún es posible mantener la edad máxima en 110 años, pues si bien los pensionados que superan esta edad han ido en aumento, aún conforman un grupo pequeño, cuya exclusión no genera impactos significativos en las expectativas de vida del total de la población pensionada. Sin embargo, aumentar la edad límite y acercarla aún más a estándares internacionales es un aspecto que deberá ser analizado nuevamente en las futuras actualizaciones de tablas de mortalidad previsionales.

Adicionalmente, en este proceso de actualización no solo se tomaron en cuenta los cambios en las mejores prácticas a nivel internacional y las recomendaciones de la OCDE, sino que también se consideraron los cambios relevantes que han ocurrido en la legislación chilena y sus impactos en el sistema de pensiones.

En relación a lo anterior, cabe destacar la ley N°21.309, publicada el 1° de febrero de 2021, que establece el beneficio de retiro anticipado de los fondos de pensiones para aquellos afiliados y pensionados calificados como enfermos terminales, cuya aplicación tiene incidencia en los criterios de construcción y utilización de las tablas. Dado el nuevo esquema de pago considerado por la ley para este grupo de afiliados, no se utilizarán las tablas de mortalidad para determinar el desgaste de sus fondos en retiro programado, y tampoco bajo la modalidad de renta vitalicia. Así, la población de pensionados que usará las tablas de mortalidad para el cálculo del RP y la reserva de RRVV, excluirá a aquellos pensionados o afiliados calificados como enfermos terminales.

En función de lo anterior, se procedió a analizar el comportamiento de los enfermos terminales y sus efectos en la mortalidad observada en el grupo de pensionados inválidos, encontrándose que existe una relación directa entre la mortalidad del grupo de pensionados calificados con invalidez total durante los primeros tres años de pensión y los enfermos terminales. Como consecuencia de la reforma al sistema de pensiones de 2008, que eliminó el periodo transitorio de aquellos pensionados calificados con invalidez total, se registra una mayor mortalidad en los primeros tres años de pensión, como resultado de la inclusión de los enfermos terminales en este grupo, situación que en las TM-2014 no fue capturada completamente debido a que el periodo de construcción de la tabla que abarcó desde 2008 a 2013, tenía muy pocas observaciones para reflejar las diferencias de mortalidad de esta población con respecto al resto de pensionados (debido a lo reciente de la reforma).

En esta nueva revisión, al analizar las causas de los fallecimientos, se observó que la mayor mortalidad durante los tres primeros años de invalidez total estaba directamente relacionada a pensionados con enfermedades terminales. Por lo anterior, y considerando los efectos de la Ley 21.309, se elimina la población de enfermos terminales como población usuaria de la tabla de mortalidad, y se concluye que, en este proceso de actualización, se debe excluir de la población a ser considerada en la construcción de la tabla al grupo de pensionados calificados con invalidez total que se encuentran en los primeros tres años de pensión. Tal como se explicó anteriormente, esta decisión se justifica en que la mortalidad de este grupo está determinada principalmente por los enfermos terminales y no corresponde al patrón que sigue la población inválida a la que finalmente le será aplicada la tabla de mortalidad.

Además de todos los análisis y cambios realizados en este proceso de actualización, tal como ya se señaló, debido a la contingencia sanitaria del COVID-19 y a los efectos de ésta sobre la mortalidad, el proceso de actualización de tablas previsionales también incluyó un análisis de la pandemia sobre las proyecciones de mortalidad en el corto y largo plazo¹. En este análisis, se concluyó que, 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. Asimismo, actualmente no existe información suficiente que indique un efecto permanente en la mortalidad por el COVID-19. En consecuencia, cualquier ajuste de este tipo a la mortalidad esperada a largo plazo parece poco razonable debido a la falta de información. 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 previsionales, de modo de corregir oportunamente cualquier desviación en ésta.

Por todo lo anterior, la CMF ha decidido emitir una norma que actualiza las tablas de mortalidad, considerando los aspectos técnicos y metodológicos en concordancia con las mejores prácticas internacionales para que las compañías de seguros constituyan las reservas técnicas de rentas vitalicias y para que se consideren en el cálculo del aporte adicional del seguro de invalidez y sobrevivencia, y sus respectivas reservas.

¹ Ver punto V del Anexo N°2 de la Nota Técnica

IV. ESTUDIOS, PRINCIPIOS Y RECOMENDACIONES INTERNACIONALES

IV.1 Definición tablas de mortalidad previsionales y frecuencia de actualización

La mayoría de los reguladores y sus asociaciones a nivel internacional, tales como APRA², EIOPA³, OSFI⁴, FCA⁵, NAIC⁶, IAIS⁷ y el AIOS⁸, imparten lineamientos y recomendaciones sobre la definición de tablas de mortalidad. No obstante lo anterior, los institutos o consultores actuariales son los actores de mayor especialización en esta materia y quienes, en última instancia, están encargados de la elaboración de las tablas de mortalidad, destacándose entre ellos la SOA⁹, IFOA¹⁰, CIA¹¹ y el AGA¹², pertenecientes a las jurisdicciones de EE.UU, Reino Unido, Canadá y Australia, respectivamente. Adicionalmente, la OCDE¹³ imparte en forma periódica lineamientos sobre mejores prácticas y estudios de mortalidad, constituyéndose también en otro referente muy relevante en lo que respecta a la construcción de tablas de mortalidad.

Todos estos institutos o consultores actuariales cuentan con tablas de mortalidad dinámicas, es decir, tablas de mortalidad que incorporan por separado una estimación de las probabilidades de fallecimiento base (en un momento específico del tiempo) y otro componente que permite cuantificar los mejoramientos en la mortalidad a través del tiempo. La importancia de contar con este tipo de

² APRA: Australian Prudential Regulation Authority
<https://www.legislation.gov.au/Details/F2019L00669>

³ EIOPA: European Insurance and Occupational Pensions Authority
<https://eiopa.europa.eu/publications/eiopa-guidelines>

⁴ OSFI: Office of the Superintendent of Financial Institutions (Canadá)
https://www.osfi-bsif.gc.ca/Eng/fi-if/rg-ro/gdn-ort/gl-ld/Pages/e21_gias.aspx

⁵ FCA: Financial Conduct Authority (Reino Unido)
<https://www.handbook.fca.org.uk/handbook/SYSC/13.pdf>

⁶ NAIC: National Association of Insurance Commissioners
<https://content.naic.org/sites/default/files/inline-files/MDL-821.pdf>

⁷ 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>

⁸ AIOS: Asociación Internacional de Organismos de Supervisión de Fondos de Pensiones
<https://www.aiosfp.org/principios-y-mejores-practicas-de-supervision/documentos-de-lineamientos-y-mejores-practicas.html>

⁹ SOA: Society of Actuaries
<https://www.soa.org/resources/experience-studies/2014/research-2014-rp/>

¹⁰ 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>

¹¹ CIA: Canadian Institute of Actuaries
<https://www.cia-ica.ca/publications/publication-details/214014>

¹² AGA: Australian Government Actuaries
http://www.aga.gov.au/publications/#life_table

¹³ OCDE: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
<https://www.oecd.org/pensions/mortalityandlifeexpectancy-longevityrisk.htm>

tablas de mortalidad se basa en la necesidad de tener buenas estimaciones de mortalidad a largo plazo, debido a que los sistemas previsionales cuentan con flujos de pagos en periodos de tiempo amplios.

Así también, a nivel internacional es común observar que las instancias mandatadas a elaborar tablas de mortalidad tengan exigencias de periodos de tiempo máximo para llevar a cabo la revisión y actualización de los supuestos de mortalidad planteados. Así, por ejemplo, el AGA de Australia define las tablas de mortalidad cada cinco años. En el caso de EE.UU., el Secretario del Tesoro debe revisar, al menos cada 10 años, las “tasas de mortalidad aplicables” para requisitos de financiamiento de varios planes de retiro. Por otra parte, la SOA actualiza frecuentemente sus factores de mejoramiento desde 2014, siendo su actualización más reciente la “Scale MP-2020”. Asimismo, el CIA, que constantemente actualiza los componentes asociados a las tablas de mortalidad del sistema de pensiones, en 2014 actualizó las tablas de mortalidad en base al Plan de Pensiones de Canadá (CPP) / Plan de Pensiones de Québec (QPP) y en 2017 publicó los nuevos factores de mejoramiento de la mortalidad (MI-2017) en reemplazo de los definidos en 2011. El IFOA, que al igual que en el caso de Canadá, actualiza sus tablas de mortalidad periódicamente, en 2020 actualizó las tablas de mortalidad base en relación a la experiencia 2015-2018, mientras que los factores de mejoramiento ya habían sido actualizados en 2017. Cabe señalar que la OCDE, en el año 2014, publicó el estudio¹⁴ **“Supuestos de mortalidad y riesgo de longevidad: Implicancias para los fondos de pensiones y los proveedores de anualidades”**, donde señala la importancia de actualizar las tablas de mortalidad periódicamente con el fin de reflejar con exactitud la experiencia más reciente y evitar aumentos significativos de las reservas.

Jurisdicción/Organismo	Frecuencia Actualización	Última actualización Tabla Mortalidad
EE.UU./SOA	Al menos cada 10 años	Scale MP-2020
Australia/AGA	Cada 5 años	Life Tables 2015-2017
Reino Unido/IFOA	Revisión permanente	CMI_2017
Canadá/CIA	Revisión permanente	MI-2017

Otro aspecto importante en la definición de las tablas de mortalidad es la edad límite utilizada, esto es, la edad máxima que se asume pueda alcanzar un pensionado antes de fallecer y que, debido a los aumentos en la longevidad de la población en las últimas décadas, se ha tornado cada vez más relevante. Los organismos especializados señalan que dicho valor debiese al menos cubrir a toda la población pensionada y considerar además las futuras mejoras en la mortalidad que pudiesen provocar que dicho valor aumente aún más. La SOA, en las tablas RP-2014, utiliza una edad límite de 120 años, mientras que el IFOA, en las “proposed ‘16’ Series tables 2015-2018”, asume también una

¹⁴OCDE: Mortality Assumptions and Longevity Risk Implications for pension funds and annuity providers <https://www.oecd.org/publications/mortality-assumptions-and-longevity-risk-9789264222748-en.htm>

edad límite de 120 años. El CIA por otro lado, en sus tablas CPM-2014, define una edad máxima de 115 años, y el AGA, en sus tablas 2015-17, utiliza una edad límite de 110 años.

En el ámbito local, la CMF junto a la SP publican desde 2004 tablas de mortalidad bajo el esquema de dos componentes (probabilidades base y mejoramientos de mortalidad) y las actualiza cada 6 años para reflejar de mejor forma los cambios en la mortalidad de la población pensionada, esto de acuerdo a las mejores prácticas internacionales en materia previsional. Asimismo, la CMF y SP en las TM2020, han decidido mantener la edad límite de 110 años definida en las TM2014, pues si bien los pensionados que superan esta edad han ido en aumento, aún representan un grupo pequeño y no existen impactos relevantes en las expectativas de vida de la población total pensionada. Sin embargo, aumentar la edad límite y acercarla aún más a estándares internacionales es un aspecto que deberá ser analizado en las futuras actualizaciones de tablas de mortalidad previsionales.

IV.2 Metodología de construcción de tablas de mortalidad base

La determinación de las probabilidades de fallecimiento base incluyen 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 determinación de la población pensionada. Los expertos en la materia y las jurisdicciones internacionales más relevantes construyen tablas de mortalidad específicas para la población a la que posteriormente se les aplicará. Dichas tablas, en general, están segregadas por tipo de beneficiarios, sexo, o invalidez, entre otros. La SOA, en la RP-2014, publica tablas de mortalidad separadas, según sexo, para retirados inválidos y no inválidos, así como también para beneficiarios. El CIA, en sus tablas CPM-2014, distingue según género y sector público/privado, y el APRA publica dos tablas de mortalidad para hombre y mujer en sus tablas 2015-17. Por su parte, la OCDE en su documento publicado en 2014¹⁵, señala también la importancia que las tablas de mortalidad se basen en la experiencia de mortalidad de la población correspondiente, es decir, en la población a la que posteriormente se les aplicará.

En relación a las metodologías utilizadas para graduar las tasas de mortalidad, se distinguen tres etapas relevantes. La primera corresponde a la graduación de edades centrales (donde hay mayor información de pensionados) y las otras dos corresponden a la determinación de las probabilidades de fallecimiento en edades avanzadas y tempranas. En relación a la primera etapa, cabe destacar que actualmente hay disponibles varios métodos de graduación diferentes para suavizar los datos de mortalidad, cada uno de los cuales implica un equilibrio entre suavidad y ajuste. La SOA, después de considerar algunas de las técnicas desarrolladas más recientemente, decidió en sus tablas RP-2014 utilizar el método tradicional de Whittaker-Henderson (Tipo B), que históricamente ha sido uno de los métodos más utilizados para la construcción de tablas de mortalidad relacionadas con las pensiones en los Estados Unidos y Canadá. El CIA, igualmente utiliza el método de Whittaker-Henderson en sus tablas CPM-2014.

¹⁵OCDE: Mortality Assumptions and Longevity Risk Implications for pension funds and annuity providers
<https://www.oecd.org/publications/mortality-assumptions-and-longevity-risk-9789264222748-en.htm>

Para la determinación de las probabilidades de fallecimiento en edades avanzadas, existen variadas metodologías y supuestos plausibles, algunas basadas en tendencias históricas, modelos de mortalidad, datos poblacionales, entre otros, todas ellas con ciertas ventajas y desventajas dada la incertidumbre de estimación en edades muy extremas. La SOA, en la actualización RP-2014, analiza tres alternativas de ajuste para la población jubilada sana (Gompertz, Kannisto y polinomios cúbicos), utilizando finalmente un ajuste de Kannisto. Dicha metodología utiliza un ajuste cúbico entre los 90 y 105 años para la población discapacitada y supone luego una convergencia a la mortalidad de la población no discapacitada.

El CIA, por su parte, en sus tablas CPM-2014 utiliza el método propuesto por Bob Howard¹⁶ en el Simposio Living to 100, de 2011, que utiliza la graduación de Whittaker-Henderson de distintas formas (considera diferentes parámetros de suavizado, órdenes polinomiales y ajustes en una o dos dimensiones según sea el caso). El IFOA, para sus tablas 2015-18, amplía sus tasas a edades superiores con referencia a las tasas de mortalidad de la población general (método de ampliación de edad propuesto por el Grupo de Trabajo de Mortalidad para edades avanzadas en el Working Paper 106¹⁷ del CMI). Finalmente, el AGA en las tablas 2015-17, utiliza un ajuste de Makeham, para el segmento donde cuenta con información, para luego extender a edades superiores.

En la última etapa de graduación, sobre estimación en edades tempranas y al igual que para edades avanzadas, existe una amplia gama de metodologías disponibles, así como literatura a nivel internacional. La SOA, para la población pensionada discapacitada entre las edades de 18 y 44 años, donde no contaba con información suficiente, extendió las tablas en dicho tramo en base a la relación que existía entre la tasa de mortalidad para jubilados discapacitados de 45 años y la tasa de mortalidad de empleados de 45 años. En el caso del CIA, las tasas de mortalidad a edades tempranas se basan en las tasas de mortalidad de una tabla de referencia, en este caso, la tabla para no fumadores de seguros de vida canadienses (tablas CIA 97-04). En el caso del IFOA, se utiliza una metodología similar a la planteada para edades avanzadas, es decir se supone que las tasas de mortalidad convergen hacia las de una "referencia" más confiable, que es la poblacional.

En el ámbito local, la CMF y SP han tomado en consideración las mejores prácticas internacionales utilizando el método de Whittaker-Henderson para la graduación de edades centrales, al igual que EE.UU y Canadá. Mientras que, para la determinación de tasas en edades avanzadas, se han analizado diferentes alternativas de modelos de mortalidad tales como Gompertz, Makeham, Kannisto, entre otros, seleccionando finalmente aquel que tuviese mejor bondad de ajuste y entregue una coherencia entre las diferentes tablas de mortalidad, por ejemplo, que las tablas de hombres y mujeres no se crucen en estas edades. En el caso de la población de inválidos, también para las edades avanzadas,

¹⁶Bob Howard: Mortality Rates at Oldest Ages

<https://www.soa.org/globalassets/assets/files/resources/essays-monographs/2011-living-to-100/mono-li11-5b-howard.pdf>

¹⁷Working Paper 106: A proposed approach to closing off CMI mortality tables.

<https://www.actuaries.org.uk/learn-and-develop/continuous-mortality-investigation/cmi-working-papers/other/cmi-working-paper-106>

se tomaron en consideración modelos de mortalidad que pudiesen reflejar una convergencia entre poblaciones de discapacitados y no discapacitados similar al supuesto planteado por la SOA en sus tablas de pensionados inválidos. Finalmente, para edades tempranas en la población no inválida, se ha utilizado un polinomio de tercer orden para converger a las tasas de mortalidad poblacionales hasta los 24 años, luego del cual se asumen las tasas poblacionales; mientras que para el grupo de inválidos se tomó como referencia un factor constante específico por género, multiplicado por las tasas de mortalidad poblacionales¹⁸.

IV.3 Metodología de construcción factores de mejoramiento

Los factores de mejoramiento de las TM-2014 corresponden a valores quinquenales por edad, que son determinados luego de ajustar un modelo estocástico de Lee-Carter(LC) en función de una proyección de las tasas de mortalidad poblacionales a 60 años en base a este modelo. Esta metodología capta los patrones históricos de mortalidad y determina el mejoramiento esperado en el lapso de un año, de modo que para su aplicación se realiza un cálculo iterativo que depende de cuantos años se deba mejorar una determina edad. Diversos expertos señalan que este enfoque tiene el gran inconveniente de asumir, en función de lo observado en el horizonte de calibración del modelo estocástico, que los mejoramientos continuarán al ritmo que lo han hecho históricamente, supuesto que es cuestionable, considerando que los mejoramientos observados históricamente son difícilmente sostenibles a lo largo de un tiempo prolongado. La práctica internacional ha avanzado y planteado un enfoque de dos dimensiones, que es equivalente a decir que los factores de mejora no dependen solo de la edad, sino que también varían dependiendo del año de mejora.

Este tipo de modelo conlleva a la estimación de un factor de mejora de corto plazo, que sólo varía por edad y que se estima con información histórica, buscando reflejar los mejoramientos más recientes. Otro componente de este modelo es el factor de largo plazo, generalmente menor al de corto plazo, y que busca reflejar los mejoramientos esperados en un periodo mayor. Los últimos parámetros necesarios, en este tipo de esquema, son la determinación de un método de convergencia entre ambos factores (generalmente funciones cúbicas) y un periodo de convergencia (por ejemplo 15, 20 o 25 años). La SOA, el CIA y el IFOA son instituciones que han avanzado en este tipo de enfoque.

En Canadá, el CIA desarrolló¹⁹ factores de mejoramientos en 2017 (MI-2017) utilizando la metodología Whittaker-Henderson para suavizar las tasas históricas. La tasa de mejora de corto plazo corresponde a la tasa suavizada dos años antes del año final observado. Además, utiliza la interpolación cúbica para proyectar una tasa de mejora a largo plazo del 1% hasta los 90 años, que desciende linealmente al 0,2% hasta los 100 años y al 0% a los 105 años. El período de convergencia es de 20 años para las edades de 60 a 80 años, con un decaimiento lineal hasta 10 años para menores de 40 años.

¹⁸Excepto en la edad cero, donde se asume la tasa poblacional, debido a la alta mortalidad que produce esta metodología en esa edad.

¹⁹CIA: Task Force Report on Mortality Improvement (Final).
<https://www.cia-ica.ca/publications/publication-details/217097>

Por otro lado, la SOA²⁰ actualizó sus factores de mejoramientos de la mortalidad recientemente a través de la “Scale MP-2020”, donde también utiliza el modelo Whittaker-Henderson para suavizar las tasas históricas, de modo tal que la tasa de mejora de corto plazo es la tasa suavizada dos años antes del año final observado. Adicionalmente, se utiliza la interpolación polinomial para converger a una tasa de mejora a largo plazo del 1,35% a los 62 años, que desciende linealmente al 1,1% a los 80 años, al 0,4% a los 95 y al 0% a los 115 años. En lo que respecta a la convergencia, plantea la combinación de una convergencia horizontal (a lo largo de las edades) y una convergencia diagonal (a lo largo de cohortes de nacimiento), donde el período de convergencia horizontal es de 10 años y la convergencia diagonal es de 20 años.

Finalmente, el IFOA a través de la “Investigación Continua de la Mortalidad” (CMI, por sus siglas en inglés) desarrolló una revisión²¹ del modelo de proyección de mejora de la mortalidad en 2016, suavizando cada año las tasas históricas a través de las edades para seguir un patrón exponencial. Luego, a estas tasas históricas suavizadas ajusta un modelo estocástico de mejora de “edad-período-cohorte” (APC, por sus siglas en inglés), para determinar las tasas de corto plazo, que son las últimas tasas ajustadas del período histórico. A diferencia de los casos anteriores, el CMI no define una tasa de largo plazo, ni un periodo de convergencia específico, sino que las tasas de corto plazo se interpolan con las tasas a largo plazo mediante una función que permite a los usuarios definir el peso de los datos de entrada más recientes, la pendiente del patrón de convergencia y la tasa de mejora a largo plazo. Igualmente, el modelo supone que las mejoras a largo plazo decaen linealmente hasta cero entre las edades de 85 y 110 años.

En el ámbito local, la CMF desarrolló factores de mejora siguiendo los lineamientos de la SOA y el CIA de acuerdo a las actualizaciones más recientes de sus factores de mejoramiento. En particular, las TM2020 incorporan una estimación de corto plazo donde se utiliza la metodología Whittaker-Henderson para suavizar los logaritmos de las tasas de mortalidad históricas de la población general²², de modo que la tasa de mejora de corto plazo es la tasa suavizada en el año final observado. A diferencia de la SOA y el CIA, que cuentan con tasas de fallecimiento brutas, los datos poblacionales entregados por el INE son datos suavizados a través de las edades, por lo cual los resultados de la tasa de corto plazo no varían de forma relevante en los últimos años. Por tanto, no se consideró necesario utilizar la eliminación de los últimos dos años de suavizado. Para la interpolación con respecto al factor de largo plazo, se utiliza una ecuación cúbica similar a la utilizada por el CIA en sus factores de mejoramiento MI-2017. Además, el factor de mejoramiento a largo plazo se fija en 1% hasta los 90 años, donde luego desciende linealmente a 0% hasta los 105 años. El período de convergencia es de

²⁰SOA: Mortality Improvement Scale MP-2020.

<https://www.soa.org/resources/experience-studies/2020/mortality-improvement-scale-mp-2020/>

²¹IFOA: The CMI mortality Projections Model, CMI_2017

<https://www.actuaries.org.uk/learn-and-develop/continuous-mortality-investigation/cmi-working-papers/mortality-projections/cmi-working-paper-105>

²² Se utiliza data poblacional ya que no existe suficiente historia en el sistema de pensiones para estimar factores de mejoramiento.

20 años para todas las edades, a diferencia de lo que realizan Canadá y EE.UU., quienes fijan periodos de convergencia diferentes por rango de edad. El motivo de fijar un periodo de convergencia mayor en las edades tempranas, se basa en la relación observada entre el PIB per cápita y la expectativa de vida²³, ya que se puede observar que los países que tienen mayores expectativas de vida son aquellos que tienen un PIB per cápita mayor. En el caso de Chile, si bien se observa que éste se encuentra con niveles de expectativa de vida similares a países desarrollados, el PIB per cápita es sustancialmente menor, lo que indica que Chile aún podría continuar experimentando mejoramientos por unos años más.

²³Our World in Data: Life Expectancy vs GDP per capita,2015.

<https://ourworldindata.org/grapher/life-expectancy-vs-gdp-per-capita?tab=chart&stackMode=absolute&country=CHL~CAN~JPN~NZL~KOR~ESP~GBR~USA®ion=World>

V. PROPUESTA NORMATIVA



SUPERINTENDENCIA DE PENSIONES

NCG N°

COMISIÓN PARA EL MERCADO FINANCIERO

NCG N°

VISTOS: Lo dispuesto en los artículos 55 y 65 del D.L. N° 3.500, de 1980, en el artículo 20 del D.F.L. N° 251, de 1931; y las facultades que confiere la Ley a la Superintendencia de Pensiones, en particular el artículo 94 número 6 del D.L. N° 3.500 de 1980 y el artículo 47 N° 6 de la Ley N° 20.255; las facultades que confiere a la Comisión para el Mercado Financiero el número 1 del artículo 5, el número 3 del artículo 20 y el número 1 del artículo 21, todos del Decreto Ley N° 3.538 que crea la Comisión para el Mercado Financiero; y lo acordado por el Consejo de la Comisión en Sesión Ordinaria N° XXX de XX de febrero de 2023, se imparten las siguientes instrucciones de cumplimiento obligatorio para todas las Administradoras de Fondos de Pensiones y Compañías de Seguros del segundo grupo que mantengan obligaciones por la contratación de seguros de rentas vitalicias y por el seguro de invalidez y sobrevivencia del D.L. N° 3.500, de 1980.

REF.: FIJA TABLAS DE MORTALIDAD CB-H-2020 (HOMBRES), MI-H-2020 (HOMBRES), RV-M-2020 (MUJERES), B-M-2020 (MUJERES), Y MI-M-2020 (MUJERES).

1. Conforme a lo dispuesto en los artículos 55 y 65 del D.L. N°3.500, de 1980, y en el artículo 20 del D.F.L. N°251, de 1931, la Superintendencia de Pensiones y la Comisión para el Mercado Financiero, han estimado necesario reemplazar las actuales tablas de mortalidad CB-H-2014 (hombres), MI-H-2014 (hombres), RV-M-2014 (mujeres), B-M-2014 (mujeres) y MI-M-2014 (mujeres), para lo cual se establece el uso de las siguientes tablas de mortalidad:
 - CB-H-2020 (hombres), tratándose de pensionados por vejez y beneficiarios no inválidos de pensión de sobrevivencia, en reemplazo de la actual tabla de mortalidad CB-H-2014 (hombres).
 - MI-H-2020 (hombres), tratándose de pensionados por invalidez y beneficiarios inválidos de pensión de sobrevivencia, en reemplazo de la actual tabla de mortalidad MI-H-2014 (hombres).
 - RV-M-2020 (mujeres) tratándose de pensionadas por vejez, en reemplazo de la actual tabla de mortalidad RV-M-2014 (mujeres).
 - B-M-2020 (mujeres) tratándose de beneficiarias no inválidas de pensión de sobrevivencia, en reemplazo de la actual tabla de mortalidad B-M-2014 (mujeres).
 - MI-M-2020 (mujeres) tratándose de pensionadas por invalidez y beneficiarias inválidas de pensión de sobrevivencia, en reemplazo de la actual tabla de mortalidad MI-M-2014 (mujeres).
2. Las tablas señaladas se definen con sus correspondientes tasas de mortalidad “ q_x ” y factores de mejoramiento “ $AA_{x,t}$ ” asociados, en Anexo N°1. Asimismo, en Anexo N° 2, se entrega nota técnica que detalla los criterios técnicos de su elaboración.
3. Las tablas CB-H-2020 (hombres), MI-H-2020 (hombres), RV-M-2020 (mujeres), B-M-2020 (mujeres) y MI-M-2020 (mujeres), deberán ser utilizadas por un período máximo de 6 años a contar del 1 de julio de 2023, para el cálculo de los retiros programados y del aporte adicional con cargo al seguro de invalidez y sobrevivencia por parte de las AFP, y de las reservas técnicas por parte de aseguradoras del segundo grupo, que mantengan obligaciones por la contratación de seguros de rentas vitalicias y por el seguro de invalidez y sobrevivencia del D.L. N° 3.500, de 1980.

4. La metodología específica de aplicación de las tablas y sus factores de mejoramiento, será materia de instrucciones de la Superintendencia de Pensiones y de la Comisión para el Mercado Financiero a sus fiscalizados.

5. Incorpórese el contenido de la presente Norma de Carácter General y sus Anexos Nos. 1 y 2 en el Título X del Libro III del Compendio de Normas del Sistema de Pensiones, como “Capítulo IX. Tablas de mortalidad CB-H-2020 (hombres), MI-H-2020 (hombres), RV-M-2020 (mujeres), B-M-2020 (mujeres) y MI-M-2020 (mujeres)” y Anexos Nos. 9 y 10, respectivamente.

PRESIDENTA

COMISIÓN PARA EL MERCADO FINANCIERO

SUPERINTENDENTE

SUPERINTENDENCIA DE PENSIONES

ANEXO N°1

TABLAS DE MORTALIDAD

CB-H-2020 (HOMBRES), MI-H-2020 (HOMBRES),

RV-M-2020 (MUJERES), B-M-2020 (MUJERES) Y MI-M-2020 (MUJERES)

TASAS DE MORTALIDAD TABLA CB-H-2020 HOMBRES

Edad	qx	Edad	qx	Edad	qx
0	0,00615389	37	0,00134972	74	0,02509463
1	0,00033059	38	0,00140045	75	0,02759147
2	0,00020027	39	0,00146303	76	0,03042069
3	0,00016324	40	0,00152824	77	0,03370086
4	0,00013858	41	0,00159883	78	0,03753135
5	0,00012713	42	0,00167081	79	0,04197432
6	0,00011835	43	0,00175017	80	0,04705341
7	0,00011448	44	0,00181694	81	0,05276583
8	0,00011199	45	0,00188731	82	0,05909693
9	0,00011110	46	0,00196093	83	0,06603770
10	0,00011590	47	0,00206894	84	0,07359445
11	0,00013017	48	0,00220012	85	0,08179167
12	0,00015524	49	0,00236134	86	0,09066681
13	0,00019468	50	0,00253168	87	0,10026659
14	0,00025543	51	0,00269979	88	0,11064391
15	0,00034378	52	0,00284852	89	0,12185308
16	0,00045733	53	0,00298635	90	0,13394623
17	0,00058065	54	0,00341192	91	0,14694049
18	0,00069171	55	0,00383437	92	0,16089084
19	0,00077138	56	0,00426407	93	0,17589390
20	0,00082151	57	0,00470880	94	0,19203820
21	0,00085472	58	0,00516799	95	0,20942565

22	0,00088217	59	0,00563457	96	0,22796697
23	0,00090579	60	0,00609723	97	0,24776166
24	0,00092329	61	0,00655021	98	0,26884783
25	0,00094582	62	0,00700265	99	0,29125467
26	0,00097728	63	0,00749003	100	0,31500223
27	0,00101871	64	0,00808263	101	0,34009891
28	0,00105387	65	0,00887369	102	0,36653715
29	0,00107800	66	0,00994236	103	0,39429345
30	0,00109986	67	0,01130275	104	0,42332635
31	0,00113386	68	0,01291550	105	0,45356980
32	0,00118080	69	0,01471579	106	0,48373394
33	0,00122701	70	0,01663557	107	0,51474998
34	0,00126105	71	0,01862981	108	0,54647008
35	0,00128672	72	0,02068394	109	0,57871949
36	0,00131243	73	0,02282019	110	1

TASAS DE MORTALIDAD TABLA MI-H-2020 HOMBRES

Edad	qx	Edad	qx	Edad	qx
0	0,00615389	37	0,00888421	74	0,05300223
1	0,00129894	38	0,00945816	75	0,05576938
2	0,00078692	39	0,01000455	76	0,05883288
3	0,00064142	40	0,01053037	77	0,06222874
4	0,00054454	41	0,01104406	78	0,06599276
5	0,00049954	42	0,01155570	79	0,07016139
6	0,00046505	43	0,01207690	80	0,07477011
7	0,00044981	44	0,01262050	81	0,07985349
8	0,00044003	45	0,01319980	82	0,08544330
9	0,00043653	46	0,01382729	83	0,09156926
10	0,00045541	47	0,01451366	84	0,09825936
11	0,00051147	48	0,01526701	85	0,10554213
12	0,00060996	49	0,01609235	86	0,11344678
13	0,00076494	50	0,01699141	87	0,12200457
14	0,00100365	51	0,01796279	88	0,13125043
15	0,00135077	52	0,01900242	89	0,14122256
16	0,00179698	53	0,02010484	90	0,15196163
17	0,00228149	54	0,02126387	91	0,16466825
18	0,00271789	55	0,02247345	92	0,17865399
19	0,00303094	56	0,02372737	93	0,19405550
20	0,00322792	57	0,02501968	94	0,21102628
21	0,00335843	58	0,02634452	95	0,22744159

22	0,00346626	59	0,02769675	96	0,24501939
23	0,00355905	60	0,02907171	97	0,26380483
24	0,00362782	61	0,03046543	98	0,28383839
25	0,00371804	62	0,03187440	99	0,30515244
26	0,00384671	63	0,03329659	100	0,32777121
27	0,00401964	64	0,03473262	101	0,35170844
28	0,00417469	65	0,03618686	102	0,37696289
29	0,00429485	66	0,03766834	103	0,40351871
30	0,00441634	67	0,03919136	104	0,43134325
31	0,00459743	68	0,04077525	105	0,46038050
32	0,00543086	69	0,04244323	106	0,48933787
33	0,00621216	70	0,04422136	107	0,51917853
34	0,00694472	71	0,04613707	108	0,54976740
35	0,00763182	72	0,04821882	109	0,58094291
36	0,00827700	73	0,05049662	110	1

TASAS DE MORTALIDAD TABLA RV-M-2020 MUJERES

Edad	qx	Edad	qx	Edad	qx
20	0,00029952	51	0,00115009	82	0,03413511
21	0,00030583	52	0,00119069	83	0,03903435
22	0,00031556	53	0,00121898	84	0,04464604
23	0,00032258	54	0,00127871	85	0,05097209
24	0,00032455	55	0,00138922	86	0,05797832
25	0,00031921	56	0,00154321	87	0,06560245
26	0,00031828	57	0,00170081	88	0,07377135
27	0,00032673	58	0,00183917	89	0,08241111
28	0,00034572	59	0,00198981	90	0,09150302
29	0,00036353	60	0,00219050	91	0,10200996
30	0,00037948	61	0,00247535	92	0,11442132
31	0,00039501	62	0,00280955	93	0,12945944
32	0,00041768	63	0,00329686	94	0,14444079
33	0,00044228	64	0,00377853	95	0,16064069
34	0,00046314	65	0,00428922	96	0,17803895
35	0,00048457	66	0,00483241	97	0,19658735
36	0,00051105	67	0,00545658	98	0,21620824
37	0,00054740	68	0,00619168	99	0,23679390
38	0,00057798	69	0,00706489	100	0,25820660
39	0,00060346	70	0,00805878	101	0,28028095
40	0,00062620	71	0,00909613	102	0,30283087
41	0,00065615	72	0,01011759	103	0,32565308

42	0,00069218	73	0,01116790	104	0,34853795
43	0,00072911	74	0,01237253	105	0,37127256
44	0,00077308	75	0,01384778	106	0,39228009
45	0,00082333	76	0,01566806	107	0,41260273
46	0,00087828	77	0,01783194	108	0,43208425
47	0,00092576	78	0,02030533	109	0,45059694
48	0,00097078	79	0,02309420	110	1
49	0,00102412	80	0,02625989		
50	0,00109064	81	0,02990436		

TASAS DE MORTALIDAD TABLA B-M 2020 MUJERES

Edad	qx	Edad	qx	Edad	qx
0	0,00520685	37	0,00064720	74	0,01618717
1	0,00026788	38	0,00070072	75	0,01801218
2	0,00018250	39	0,00075235	76	0,02012138
3	0,00014444	40	0,00080460	77	0,02256430
4	0,00012300	41	0,00086762	78	0,02538563
5	0,00011121	42	0,00094045	79	0,02861516
6	0,00010204	43	0,00101809	80	0,03226591
7	0,00009588	44	0,00110685	81	0,03633878
8	0,00009156	45	0,00120618	82	0,04083783
9	0,00009045	46	0,00131463	83	0,04579190
10	0,00009324	47	0,00142024	84	0,05126211
11	0,00010416	48	0,00152820	85	0,05733618
12	0,00012032	49	0,00164944	86	0,06411941
13	0,00014597	50	0,00178898	87	0,07172129
14	0,00018358	51	0,00192678	88	0,08024303
15	0,00022275	52	0,00213999	89	0,08976822
16	0,00025113	53	0,00229886	90	0,10035782
17	0,00026774	54	0,00245822	91	0,11218766
18	0,00028251	55	0,00264406	92	0,12516723
19	0,00029124	56	0,00285933	93	0,13930244
20	0,00029952	57	0,00309018	94	0,15458956
21	0,00030583	58	0,00332674	95	0,17102063

22	0,00031556	59	0,00358077	96	0,18859873
23	0,00032258	60	0,00388328	97	0,20736731
24	0,00032455	61	0,00426249	98	0,22725912
25	0,00031943	62	0,00473281	99	0,24810084
26	0,00031916	63	0,00529520	100	0,26965189
27	0,00032892	64	0,00593922	101	0,29180218
28	0,00035010	65	0,00664727	102	0,31435996
29	0,00037120	66	0,00739730	103	0,33711869
30	0,00039177	67	0,00818749	104	0,35986825
31	0,00041344	68	0,00903078	105	0,38239797
32	0,00044401	69	0,00994140	106	0,40309818
33	0,00047848	70	0,01092809	107	0,42305874
34	0,00051142	71	0,01200910	108	0,44213301
35	0,00054734	72	0,01322081	109	0,46020387
36	0,00059092	73	0,01460199	110	1

TASAS DE MORTALIDAD TABLA MI-M 2020 MUJERES

Edad	qx	Edad	qx	Edad	qx
0	0,00520685	37	0,00640596	74	0,03173082
1	0,00297972	38	0,00666234	75	0,03389410
2	0,00202994	39	0,00691595	76	0,03631794
3	0,00160661	40	0,00716907	77	0,03902207
4	0,00136809	41	0,00742494	78	0,04202594
5	0,00123699	42	0,00768750	79	0,04534801
6	0,00113508	43	0,00796108	80	0,04900583
7	0,00106643	44	0,00825007	81	0,05301575
8	0,00101843	45	0,00855865	82	0,05739254
9	0,00100611	46	0,00889043	83	0,06214977
10	0,00103708	47	0,00924853	84	0,06729943
11	0,00115852	48	0,00963574	85	0,07285294
12	0,00133834	49	0,01005472	86	0,07882259
13	0,00162363	50	0,01050802	87	0,08522198
14	0,00204199	51	0,01099794	88	0,09233582
15	0,00247770	52	0,01152633	89	0,10059760
16	0,00279328	53	0,01209411	90	0,11039188
17	0,00297810	54	0,01270083	91	0,12230132
18	0,00314234	55	0,01334418	92	0,13425695
19	0,00323947	56	0,01401963	93	0,14738206
20	0,00333161	57	0,01472064	94	0,16170942
21	0,00340178	58	0,01543935	95	0,17725328

22	0,00350992	59	0,01616775	96	0,19400400
23	0,00358799	60	0,01689870	97	0,21192453
24	0,00360994	61	0,01762726	98	0,23094842
25	0,00355409	62	0,01835148	99	0,25097856
26	0,00355442	63	0,01907373	100	0,27188653
27	0,00366965	64	0,01980141	101	0,29351431
28	0,00391627	65	0,02054718	102	0,31568087
29	0,00416744	66	0,02132889	103	0,33818518
30	0,00446650	67	0,02216850	104	0,36081707
31	0,00476028	68	0,02309064	105	0,38336030
32	0,00504863	69	0,02412095	106	0,40419081
33	0,00533134	70	0,02528467	107	0,42438612
34	0,00560829	71	0,02660582	108	0,44378124
35	0,00587955	72	0,02810666	109	0,46223956
36	0,00614532	73	0,02980829	110	1

Factores de Mejoramiento $AA_{x,t}$ Tablas CB-H-2020 MI-H-2020

Edad	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036*
0	0,039574	0,037487	0,035188	0,032730	0,030164	0,027545	0,024924	0,022355	0,019891	0,017584	0,015486	0,013652	0,012134	0,010983	0,010255	0,010000
1	0,039170	0,037113	0,034846	0,032422	0,029892	0,027308	0,024724	0,022189	0,019758	0,017482	0,015413	0,013603	0,012105	0,010970	0,010251	0,010000
2	0,038647	0,036627	0,034401	0,032021	0,029536	0,026999	0,024460	0,021971	0,019584	0,017348	0,015316	0,013539	0,012067	0,010953	0,010247	0,010000
3	0,037985	0,036012	0,033837	0,031511	0,029084	0,026605	0,024125	0,021694	0,019362	0,017178	0,015193	0,013457	0,012020	0,010931	0,010241	0,010000
4	0,037176	0,035260	0,033147	0,030889	0,028531	0,026124	0,023716	0,021355	0,019091	0,016970	0,015043	0,013357	0,011961	0,010904	0,010234	0,010000
5	0,036227	0,034377	0,032339	0,030159	0,027884	0,025561	0,023237	0,020958	0,018772	0,016726	0,014866	0,013239	0,011892	0,010872	0,010226	0,010000
6	0,035151	0,033376	0,031421	0,029330	0,027149	0,024921	0,022692	0,020508	0,018412	0,016449	0,014666	0,013106	0,011814	0,010836	0,010217	0,010000
7	0,033964	0,032273	0,030410	0,028418	0,026339	0,024216	0,022093	0,020011	0,018014	0,016145	0,014446	0,012959	0,011729	0,010797	0,010206	0,010000
8	0,032686	0,031085	0,029321	0,027435	0,025467	0,023458	0,021448	0,019477	0,017587	0,015817	0,014208	0,012801	0,011636	0,010754	0,010195	0,010000
9	0,031327	0,029822	0,028164	0,026390	0,024540	0,022651	0,020761	0,018909	0,017132	0,015468	0,013956	0,012633	0,011538	0,010709	0,010184	0,010000
10	0,029894	0,028490	0,026943	0,025289	0,023563	0,021801	0,020038	0,018310	0,016652	0,015101	0,013690	0,012456	0,011435	0,010661	0,010171	0,010000
11	0,028402	0,027103	0,025671	0,024141	0,022545	0,020915	0,019284	0,017686	0,016153	0,014717	0,013413	0,012272	0,011327	0,010612	0,010158	0,010000
12	0,026874	0,025682	0,024370	0,022966	0,021502	0,020008	0,018512	0,017047	0,015641	0,014325	0,013129	0,012083	0,011217	0,010561	0,010145	0,010000
13	0,025349	0,024264	0,023070	0,021793	0,020461	0,019102	0,017742	0,016409	0,015130	0,013933	0,012845	0,011894	0,011106	0,010510	0,010132	0,010000
14	0,023871	0,022890	0,021810	0,020656	0,019453	0,018224	0,016995	0,015790	0,014635	0,013554	0,012571	0,011711	0,011000	0,010461	0,010119	0,010000
15	0,022491	0,021608	0,020635	0,019595	0,018511	0,017405	0,016298	0,015213	0,014173	0,013199	0,012315	0,011541	0,010900	0,010415	0,010107	0,010000
16	0,021262	0,020465	0,019588	0,018650	0,017673	0,016675	0,015677	0,014700	0,013762	0,012884	0,012086	0,011389	0,010811	0,010374	0,010097	0,010000
17	0,020226	0,019502	0,018706	0,017854	0,016967	0,016061	0,015155	0,014267	0,013415	0,012618	0,011894	0,011261	0,010736	0,010339	0,010088	0,010000
18	0,019409	0,018743	0,018100	0,017226	0,016410	0,015576	0,014742	0,013926	0,013142	0,012409	0,011743	0,011160	0,010678	0,010312	0,010081	0,010000
19	0,018810	0,018186	0,017500	0,016766	0,016001	0,015221	0,014440	0,013676	0,012942	0,012255	0,011632	0,011086	0,010634	0,010292	0,010076	0,010000
20	0,018403	0,017808	0,017154	0,016454	0,015725	0,014980	0,014236	0,013506	0,012806	0,012152	0,011556	0,011036	0,010605	0,010279	0,010072	0,010000
21	0,018148	0,017572	0,016937	0,016259	0,015551	0,014830	0,014108	0,013400	0,012722	0,012087	0,011509	0,011005	0,010587	0,010271	0,010070	0,010000
22	0,017999	0,017433	0,016810	0,016144	0,015450	0,014741	0,014033	0,013338	0,012672	0,012049	0,011482	0,010986	0,010576	0,010266	0,010069	0,010000
23	0,017910	0,017350	0,016734	0,016076	0,015390	0,014689	0,013988	0,013301	0,012643	0,012026	0,011466	0,010976	0,010570	0,010263	0,010068	0,010000
24	0,017843	0,017288	0,016678	0,016025	0,015345	0,014650	0,013955	0,013274	0,012621	0,012009	0,011453	0,010967	0,010565	0,010260	0,010067	0,010000
25	0,017768	0,017219	0,016614	0,015968	0,015294	0,014606	0,013917	0,013243	0,012596	0,011990	0,011440	0,010958	0,010560	0,010258	0,010067	0,010000
26	0,017667	0,017124	0,016528	0,015890	0,015224	0,014545	0,013866	0,013200	0,012562	0,011964	0,011421	0,010946	0,010552	0,010255	0,010066	0,010000
27	0,017531	0,016999	0,016412	0,015786	0,015132	0,014465	0,013798	0,013144	0,012516	0,011929	0,011396	0,010929	0,010543	0,010250	0,010065	0,010000
28	0,017363	0,016842	0,016269	0,015656	0,015017	0,014365	0,013712	0,013073	0,012460	0,011886	0,011364	0,010908	0,010530	0,010244	0,010063	0,010000
29	0,017160	0,016654	0,016096	0,015500	0,014878	0,014244	0,013610	0,012988	0,012392	0,011834	0,011326	0,010883	0,010516	0,010238	0,010062	0,010000
30	0,016922	0,016432	0,015892	0,015316	0,014715	0,014102	0,013489	0,012888	0,012312	0,011772	0,011282	0,010853	0,010498	0,010230	0,010059	0,010000
31	0,016647	0,016176	0,015658	0,015104	0,014527	0,013938	0,013350	0,012773	0,012219	0,011701	0,011231	0,010819	0,010478	0,010221	0,010057	0,010000
32	0,016341	0,015891	0,015397	0,014869	0,014318	0,013756	0,013195	0,012644	0,012116	0,011622	0,011174	0,010781	0,010456	0,010210	0,010054	0,010000
33	0,016016	0,015589	0,015119	0,014618	0,014095	0,013562	0,013030	0,012507	0,012007	0,011538	0,011113	0,010741	0,010433	0,010199	0,010052	0,010000
34	0,015683	0,015279	0,014835	0,014362	0,013868	0,013364	0,012861	0,012368	0,011895	0,011453	0,011051	0,010699	0,010408	0,010188	0,010049	0,010000
35	0,015354	0,014973	0,014555	0,014108	0,013643	0,013168	0,012694	0,012230	0,011784	0,011368	0,010989	0,010658	0,010385	0,010177	0,010046	0,010000
36	0,015039	0,014680	0,014286	0,013865	0,013427	0,012981	0,012534	0,012097	0,011678	0,011287	0,010930	0,010619	0,010362	0,010167	0,010043	0,010000
37	0,014748	0,014410	0,014038	0,013641	0,013228	0,012807	0,012387	0,011975	0,011580	0,011211	0,010876	0,010583	0,010340	0,010157	0,010041	0,010000
38	0,014492	0,014171	0,013819	0,013443	0,013053	0,012654	0,012257	0,011867	0,011494	0,011145	0,010828	0,010551	0,010322	0,010148	0,010038	0,010000

Edad	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036*
39	0,014281	0,013974	0,013639	0,013281	0,012908	0,012529	0,012150	0,011778	0,011423	0,011091	0,010789	0,010525	0,010306	0,010141	0,010037	0,010000
40	0,014126	0,013830	0,013506	0,013161	0,012802	0,012436	0,012071	0,011713	0,011371	0,011050	0,010760	0,010505	0,010295	0,010136	0,010035	0,010000
41	0,014036	0,013746	0,013429	0,013091	0,012740	0,012382	0,012025	0,011675	0,011340	0,011027	0,010743	0,010494	0,010289	0,010133	0,010034	0,010000
42	0,014019	0,013730	0,013414	0,013078	0,012728	0,012371	0,012016	0,011668	0,011334	0,011022	0,010739	0,010492	0,010287	0,010132	0,010034	0,010000
43	0,014075	0,013782	0,013462	0,013121	0,012766	0,012405	0,012044	0,011691	0,011353	0,011037	0,010750	0,010499	0,010291	0,010134	0,010035	0,010000
44	0,014198	0,013897	0,013567	0,013215	0,012850	0,012478	0,012106	0,011742	0,011394	0,011068	0,010772	0,010514	0,010300	0,010138	0,010036	0,010000
45	0,014377	0,014063	0,013719	0,013353	0,012972	0,012584	0,012197	0,011817	0,011454	0,011114	0,010806	0,010536	0,010313	0,010144	0,010037	0,010000
46	0,014604	0,014274	0,013912	0,013527	0,013127	0,012719	0,012311	0,011912	0,011530	0,011172	0,010848	0,010564	0,010329	0,010152	0,010039	0,010000
47	0,014874	0,014525	0,014143	0,013735	0,013311	0,012879	0,012448	0,012025	0,011621	0,011242	0,010898	0,010598	0,010349	0,010161	0,010042	0,010000
48	0,015189	0,014818	0,014412	0,013978	0,013527	0,013067	0,012607	0,012158	0,011726	0,011323	0,010957	0,010637	0,010372	0,010171	0,010044	0,010000
49	0,015551	0,015155	0,014720	0,014257	0,013774	0,013282	0,012791	0,012309	0,011848	0,011416	0,011024	0,010682	0,010398	0,010183	0,010047	0,010000
50	0,015960	0,015535	0,015069	0,014572	0,014054	0,013526	0,012998	0,012481	0,011985	0,011522	0,011101	0,010732	0,010428	0,010197	0,010051	0,010000
51	0,016415	0,015959	0,015458	0,014923	0,014365	0,013797	0,013228	0,012672	0,012138	0,011639	0,011185	0,010789	0,010461	0,010212	0,010055	0,010000
52	0,016913	0,016422	0,015882	0,015305	0,014705	0,014092	0,013480	0,012880	0,012305	0,011767	0,011278	0,010851	0,010497	0,010229	0,010059	0,010000
53	0,017439	0,016911	0,016331	0,015711	0,015065	0,014406	0,013747	0,013101	0,012482	0,011903	0,011376	0,010916	0,010535	0,010247	0,010064	0,010000
54	0,017973	0,017408	0,016786	0,016122	0,015430	0,014723	0,014017	0,013325	0,012661	0,012040	0,011476	0,010982	0,010574	0,010264	0,010068	0,010000
55	0,018488	0,017887	0,017225	0,016518	0,015781	0,015030	0,014278	0,013541	0,012834	0,012173	0,011572	0,011046	0,010611	0,010282	0,010073	0,010000
56	0,018958	0,018324	0,017626	0,016880	0,016103	0,015309	0,014516	0,013738	0,012992	0,012294	0,011659	0,011104	0,010645	0,010297	0,010077	0,010000
57	0,019364	0,018702	0,017973	0,017193	0,016380	0,015551	0,014721	0,013908	0,013128	0,012398	0,011735	0,011155	0,010675	0,010311	0,010081	0,010000
58	0,019694	0,019008	0,018253	0,017447	0,016606	0,015747	0,014888	0,014046	0,013239	0,012483	0,011796	0,011196	0,010698	0,010322	0,010083	0,010000
59	0,019938	0,019236	0,018462	0,017635	0,016773	0,015892	0,015012	0,014149	0,013321	0,012546	0,011842	0,011226	0,010716	0,010330	0,010085	0,010000
60	0,020098	0,019384	0,018598	0,017758	0,016881	0,015987	0,015092	0,014215	0,013374	0,012587	0,011872	0,011246	0,010728	0,010335	0,010087	0,010000
61	0,020181	0,019461	0,018669	0,017822	0,016938	0,016036	0,015134	0,014250	0,013402	0,012608	0,011887	0,011256	0,010734	0,010338	0,010088	0,010000
62	0,020206	0,019484	0,018690	0,017840	0,016955	0,016051	0,015146	0,014260	0,013410	0,012615	0,011891	0,011259	0,010735	0,010339	0,010088	0,010000
63	0,020195	0,019474	0,018680	0,017832	0,016947	0,016044	0,015141	0,014255	0,013406	0,012612	0,011889	0,011257	0,010735	0,010339	0,010088	0,010000
64	0,020169	0,019450	0,018658	0,017812	0,016929	0,016028	0,015127	0,014244	0,013398	0,012605	0,011884	0,011254	0,010733	0,010338	0,010087	0,010000
65	0,020144	0,019426	0,018636	0,017792	0,016912	0,016013	0,015114	0,014234	0,013389	0,012598	0,011879	0,011251	0,010731	0,010337	0,010087	0,010000
66	0,020123	0,019407	0,018618	0,017776	0,016897	0,016001	0,015104	0,014225	0,013382	0,012593	0,011876	0,011248	0,010729	0,010336	0,010087	0,010000
67	0,020102	0,019387	0,018600	0,017760	0,016883	0,015988	0,015093	0,014216	0,013375	0,012587	0,011872	0,011246	0,010728	0,010335	0,010087	0,010000
68	0,020067	0,019355	0,018571	0,017733	0,016859	0,015967	0,015075	0,014201	0,013363	0,012578	0,011865	0,011241	0,010725	0,010334	0,010087	0,010000
69	0,020003	0,019295	0,018516	0,017684	0,016815	0,015929	0,015043	0,014174	0,013341	0,012562	0,011853	0,011233	0,010721	0,010332	0,010086	0,010000
70	0,019898	0,019197	0,018426	0,017602	0,016743	0,015866	0,014989	0,014130	0,013306	0,012534	0,011833	0,011220	0,010713	0,010329	0,010085	0,010000
71	0,019745	0,019055	0,018296	0,017484	0,016639	0,015775	0,014912	0,014066	0,013255	0,012495	0,011805	0,011201	0,010702	0,010323	0,010084	0,010000
72	0,019544	0,018868	0,018125	0,017330	0,016502	0,015656	0,014811	0,013982	0,013187	0,012444	0,011768	0,011177	0,010687	0,010317	0,010082	0,010000
73	0,019297	0,018638	0,017914	0,017140	0,016333	0,015509	0,014685	0,013878	0,013104	0,012380	0,011722	0,011146	0,010669	0,010309	0,010080	0,010000
74	0,019001	0,018364	0,017662	0,016913	0,016131	0,015334	0,014536	0,013755	0,013005	0,012304	0,011667	0,011109	0,010648	0,010299	0,010077	0,010000
75	0,018654	0,018041	0,017366	0,016646	0,015894	0,015128	0,014361	0,013610	0,012889	0,012215	0,011602	0,011066	0,010623	0,010287	0,010074	0,010000
76	0,018250	0,017666	0,017022	0,016335	0,015619	0,014888	0,014157	0,013441	0,012754	0,012111	0,011527	0,011017	0,010594	0,010274	0,010071	0,010000
77	0,017788	0,017236	0,016628	0,015980	0,015303	0,014613	0,013923	0,013248	0,012599	0,011993	0,011441	0,010959	0,010560	0,010258	0,010067	0,010000
78	0,017265	0,016749	0,016183	0,015577	0,014947	0,014303	0,013659	0,013029	0,012424	0,011858	0,011344	0,010895	0,010523	0,010241	0,010062	0,010000
79	0,016682	0,016208	0,015687	0,015130	0,014550	0,013957	0,013366	0,012786	0,012229	0,011709	0,011236	0,010823	0,010481	0,010222	0,010057	0,010000
80	0,016045	0,015616	0,015144	0,014640	0,014115	0,013580	0,013044	0,012519	0,012016	0,011546	0,011118	0,010744	0,010435	0,010200	0,010052	0,010000
81	0,015363	0,014982	0,014563	0,014116	0,013650	0,013175	0,012700	0,012235	0,011788	0,011371	0,010992	0,010660	0,010385	0,010178	0,010046	0,010000

Edad	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036*
82	0,014651	0,014320	0,013957	0,013569	0,013165	0,012753	0,012341	0,011937	0,011550	0,011188	0,010860	0,010572	0,010334	0,010154	0,010040	0,010000
83	0,013927	0,013648	0,013341	0,013013	0,012672	0,012324	0,011976	0,011635	0,011309	0,011003	0,010725	0,010483	0,010282	0,010130	0,010034	0,010000
84	0,013209	0,012981	0,012729	0,012462	0,012182	0,011898	0,011614	0,011335	0,011069	0,010819	0,010592	0,010394	0,010230	0,010106	0,010027	0,010000
85	0,012511	0,012332	0,012135	0,011925	0,011707	0,011484	0,011262	0,011044	0,010835	0,010640	0,010463	0,010308	0,010180	0,010083	0,010021	0,010000
86	0,011840	0,011708	0,011564	0,011410	0,011250	0,011087	0,010924	0,010764	0,010611	0,010469	0,010339	0,010225	0,010132	0,010061	0,010016	0,010000
87	0,011199	0,011112	0,011018	0,010917	0,010813	0,010707	0,010600	0,010494	0,010397	0,010304	0,010220	0,010146	0,010085	0,010039	0,010010	0,010000
88	0,010582	0,010539	0,010493	0,010444	0,010393	0,010341	0,010290	0,010240	0,010191	0,010147	0,010106	0,010070	0,010041	0,010019	0,010005	0,010000
89	0,009981	0,009981	0,009981	0,009982	0,009984	0,009985	0,009987	0,009989	0,009991	0,009993	0,009995	0,009996	0,009998	0,009999	0,010000	0,010000
90	0,009386	0,009428	0,009475	0,009526	0,009578	0,009633	0,009687	0,009741	0,009792	0,009841	0,009885	0,009923	0,009955	0,009979	0,009995	0,010000
91	0,008760	0,008800	0,008843	0,008890	0,008940	0,008991	0,009041	0,009091	0,009140	0,009185	0,009226	0,009262	0,009291	0,009314	0,009328	0,009333
92	0,008134	0,008171	0,008212	0,008255	0,008301	0,008348	0,008396	0,008442	0,008487	0,008529	0,008567	0,008600	0,008628	0,008649	0,008662	0,008667
93	0,007509	0,007542	0,007580	0,007620	0,007663	0,007706	0,007750	0,007793	0,007834	0,007873	0,007908	0,007939	0,007964	0,007983	0,007996	0,008000
94	0,006883	0,006914	0,006948	0,006985	0,007024	0,007064	0,007104	0,007143	0,007181	0,007216	0,007249	0,007277	0,007300	0,007318	0,007329	0,007333
95	0,006257	0,006285	0,006317	0,006350	0,006386	0,006422	0,006458	0,006494	0,006528	0,006560	0,006590	0,006615	0,006637	0,006653	0,006663	0,006667
96	0,005632	0,005657	0,005685	0,005715	0,005747	0,005780	0,005812	0,005845	0,005875	0,005904	0,005931	0,005954	0,005973	0,005988	0,005997	0,006000
97	0,005006	0,005028	0,005053	0,005080	0,005109	0,005137	0,005167	0,005195	0,005223	0,005248	0,005272	0,005292	0,005309	0,005322	0,005330	0,005333
98	0,004380	0,004400	0,004422	0,004445	0,004470	0,004495	0,004521	0,004546	0,004570	0,004592	0,004613	0,004631	0,004646	0,004657	0,004664	0,004667
99	0,003754	0,003771	0,003790	0,003810	0,003831	0,003853	0,003875	0,003896	0,003917	0,003936	0,003954	0,003969	0,003982	0,003992	0,003998	0,004000
100	0,003129	0,003143	0,003158	0,003175	0,003193	0,003211	0,003229	0,003247	0,003264	0,003280	0,003295	0,003308	0,003318	0,003326	0,003332	0,003333
101	0,002503	0,002514	0,002527	0,002540	0,002554	0,002569	0,002583	0,002598	0,002611	0,002624	0,002636	0,002646	0,002655	0,002661	0,002665	0,002667
102	0,001877	0,001886	0,001895	0,001905	0,001916	0,001927	0,001937	0,001948	0,001958	0,001968	0,001977	0,001985	0,001991	0,001996	0,001999	0,002000
103	0,001251	0,001257	0,001263	0,001270	0,001277	0,001284	0,001292	0,001299	0,001306	0,001312	0,001318	0,001323	0,001327	0,001331	0,001333	0,001333
104	0,000626	0,000629	0,000632	0,000635	0,000639	0,000642	0,000646	0,000649	0,000653	0,000656	0,000659	0,000662	0,000664	0,000665	0,000666	0,000667
105	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
106	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
107	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
108	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
109	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
110	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000

* A partir del año 2036, los factores de mejoramiento se mantienen constantes.

Factores de Mejoramiento $AA_{x,t}$ Tablas RV-M-2020 B-M-2020 MI-M-2020

Edad	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036*
0	0,039118	0,037066	0,034805	0,032385	0,029860	0,027281	0,024701	0,022171	0,019744	0,017471	0,015405	0,013598	0,012102	0,010969	0,010251	0,010000
1	0,037961	0,035991	0,033819	0,031496	0,029072	0,026595	0,024118	0,021688	0,019357	0,017175	0,015191	0,013456	0,012019	0,010931	0,010241	0,010000
2	0,036682	0,034802	0,032730	0,030513	0,028199	0,025836	0,023472	0,021153	0,018929	0,016846	0,014953	0,013297	0,011926	0,010888	0,010230	0,010000
3	0,035237	0,033458	0,031497	0,029400	0,027211	0,024976	0,022740	0,020547	0,018444	0,016474	0,014684	0,013118	0,011822	0,010840	0,010217	0,010000
4	0,033621	0,031955	0,030119	0,028155	0,026106	0,024014	0,021921	0,019869	0,017901	0,016058	0,014382	0,012917	0,011704	0,010786	0,010203	0,010000
5	0,031865	0,030321	0,028621	0,026802	0,024906	0,022969	0,021031	0,019132	0,017311	0,015605	0,014055	0,012699	0,011577	0,010727	0,010188	0,010000
6	0,030009	0,028595	0,027038	0,025373	0,023637	0,021865	0,020092	0,018354	0,016688	0,015127	0,013709	0,012469	0,011442	0,010665	0,010172	0,010000
7	0,028091	0,026811	0,025403	0,023897	0,022327	0,020725	0,019122	0,017551	0,016044	0,014634	0,013352	0,012231	0,011303	0,010601	0,010156	0,010000
8	0,026140	0,024998	0,023740	0,022397	0,020996	0,019566	0,018136	0,016734	0,015391	0,014133	0,012990	0,011990	0,011162	0,010536	0,010139	0,010000
9	0,024177	0,023173	0,022068	0,020887	0,019656	0,018400	0,017144	0,015913	0,014733	0,013629	0,012625	0,011747	0,011020	0,010470	0,010122	0,010000
10	0,022218	0,021352	0,020398	0,019380	0,018319	0,017237	0,016154	0,015094	0,014077	0,013125	0,012261	0,011505	0,010879	0,010405	0,010105	0,010000
11	0,020279	0,019549	0,018746	0,017889	0,016996	0,016085	0,015175	0,014283	0,013428	0,012627	0,011900	0,011265	0,010739	0,010340	0,010088	0,010000
12	0,018386	0,017789	0,017133	0,016433	0,015704	0,014961	0,014218	0,013491	0,012794	0,012141	0,011549	0,011031	0,010602	0,010277	0,010072	0,010000
13	0,016576	0,016106	0,015591	0,015041	0,014469	0,013887	0,013304	0,012734	0,012188	0,011677	0,011213	0,010807	0,010471	0,010217	0,010056	0,010000
14	0,014893	0,014542	0,014157	0,013748	0,013322	0,012888	0,012455	0,012031	0,011625	0,011245	0,010900	0,010599	0,010350	0,010161	0,010042	0,010000
15	0,013381	0,013136	0,012869	0,012585	0,012291	0,011991	0,011692	0,011399	0,011119	0,010857	0,010620	0,010412	0,010241	0,010111	0,010029	0,010000
16	0,012078	0,011925	0,011759	0,011584	0,011402	0,011218	0,011034	0,010855	0,010683	0,010523	0,010378	0,010251	0,010147	0,010068	0,010017	0,010000
17	0,011008	0,010931	0,010849	0,010762	0,010673	0,010584	0,010495	0,010408	0,010326	0,010249	0,010180	0,010119	0,010070	0,010032	0,010008	0,010000
18	0,010181	0,010163	0,010145	0,010127	0,010110	0,010093	0,010078	0,010063	0,010050	0,010037	0,010027	0,010017	0,010010	0,010005	0,010001	0,010000
19	0,009592	0,009615	0,009643	0,009674	0,009708	0,009744	0,009781	0,009817	0,009853	0,009886	0,009917	0,009945	0,009968	0,009985	0,009996	0,010000
20	0,009223	0,009273	0,009329	0,009391	0,009457	0,009526	0,009595	0,009663	0,009730	0,009792	0,009849	0,009899	0,009941	0,009973	0,009993	0,010000
21	0,009049	0,009111	0,009181	0,009258	0,009339	0,009423	0,009507	0,009591	0,009672	0,009748	0,009817	0,009878	0,009929	0,009967	0,009991	0,010000
22	0,009039	0,009101	0,009172	0,009249	0,009331	0,009416	0,009502	0,009586	0,009668	0,009745	0,009815	0,009877	0,009928	0,009967	0,009991	0,010000
23	0,009154	0,009208	0,009270	0,009338	0,009410	0,009484	0,009560	0,009634	0,009706	0,009774	0,009836	0,009891	0,009936	0,009970	0,009992	0,010000
24	0,009352	0,009392	0,009439	0,009490	0,009545	0,009602	0,009660	0,009717	0,009773	0,009825	0,009873	0,009915	0,009950	0,009977	0,009994	0,010000
25	0,009589	0,009612	0,009640	0,009672	0,009706	0,009742	0,009779	0,009816	0,009852	0,009886	0,009917	0,009944	0,009967	0,009985	0,009996	0,010000
26	0,009821	0,009828	0,009838	0,009850	0,009864	0,009879	0,009896	0,009912	0,009929	0,009945	0,009960	0,009973	0,009984	0,009993	0,009998	0,010000
27	0,010014	0,010007	0,010002	0,009998	0,009995	0,009994	0,009993	0,009993	0,009993	0,009994	0,009995	0,009997	0,009998	0,009999	0,010000	0,010000
28	0,010150	0,010133	0,010117	0,010102	0,010087	0,010074	0,010061	0,010049	0,010038	0,010028	0,010020	0,010013	0,010007	0,010003	0,010001	0,010000
29	0,010227	0,010205	0,010182	0,010160	0,010139	0,010118	0,010099	0,010080	0,010063	0,010048	0,010034	0,010022	0,010013	0,010006	0,010001	0,010000
30	0,010252	0,010228	0,010203	0,010179	0,010155	0,010132	0,010110	0,010090	0,010071	0,010053	0,010038	0,010025	0,010014	0,010007	0,010002	0,010000
31	0,010238	0,010214	0,010190	0,010167	0,010145	0,010123	0,010102	0,010083	0,010065	0,010049	0,010035	0,010023	0,010013	0,010006	0,010002	0,010000
32	0,010203	0,010181	0,010159	0,010139	0,010119	0,010101	0,010083	0,010067	0,010052	0,010039	0,010028	0,010018	0,010010	0,010005	0,010001	0,010000
33	0,010164	0,010144	0,010125	0,010108	0,010092	0,010076	0,010062	0,010050	0,010039	0,010029	0,010020	0,010013	0,010007	0,010003	0,010001	0,010000
34	0,010135	0,010117	0,010100	0,010085	0,010071	0,010058	0,010047	0,010037	0,010028	0,010020	0,010014	0,010009	0,010005	0,010002	0,010001	0,010000
35	0,010127	0,010110	0,010093	0,010078	0,010065	0,010053	0,010042	0,010033	0,010025	0,010018	0,010012	0,010008	0,010004	0,010002	0,010000	0,010000

Edad	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036*
36	0,010157	0,010137	0,010118	0,010100	0,010084	0,010069	0,010056	0,010044	0,010034	0,010025	0,010017	0,010011	0,010006	0,010003	0,010001	0,010000
37	0,010242	0,010215	0,010189	0,010165	0,010141	0,010119	0,010098	0,010079	0,010062	0,010046	0,010033	0,010021	0,010012	0,010005	0,010001	0,010000
38	0,010396	0,010358	0,010320	0,010283	0,010246	0,010210	0,010175	0,010143	0,010113	0,010085	0,010061	0,010040	0,010023	0,010011	0,010003	0,010000
39	0,010632	0,010577	0,010521	0,010463	0,010406	0,010349	0,010294	0,010241	0,010191	0,010145	0,010104	0,010069	0,010040	0,010018	0,010005	0,010000
40	0,010951	0,010873	0,010792	0,010708	0,010623	0,010538	0,010454	0,010374	0,010297	0,010227	0,010163	0,010108	0,010063	0,010029	0,010007	0,010000
41	0,011347	0,011242	0,011129	0,011012	0,010893	0,010773	0,010654	0,010539	0,010430	0,010328	0,010237	0,010157	0,010091	0,010042	0,010011	0,010000
42	0,011808	0,011670	0,011522	0,011367	0,011208	0,011046	0,010887	0,010732	0,010584	0,010447	0,010322	0,010214	0,010125	0,010057	0,010015	0,010000
43	0,012321	0,012147	0,011959	0,011761	0,011557	0,011351	0,011146	0,010946	0,010756	0,010578	0,010418	0,010277	0,010162	0,010074	0,010019	0,010000
44	0,012870	0,012657	0,012427	0,012184	0,011932	0,011677	0,011424	0,011176	0,010940	0,010720	0,010520	0,010346	0,010202	0,010093	0,010024	0,010000
45	0,013443	0,013191	0,012916	0,012625	0,012324	0,012018	0,011714	0,011417	0,011132	0,010867	0,010627	0,010417	0,010243	0,010112	0,010029	0,010000
46	0,014034	0,013740	0,013420	0,013080	0,012728	0,012370	0,012013	0,011664	0,011331	0,011019	0,010737	0,010490	0,010286	0,010132	0,010034	0,010000
47	0,014638	0,014303	0,013936	0,013546	0,013142	0,012730	0,012320	0,011918	0,011534	0,011175	0,010850	0,010565	0,010330	0,010152	0,010039	0,010000
48	0,015255	0,014877	0,014463	0,014022	0,013564	0,013098	0,012633	0,012178	0,011742	0,011335	0,010965	0,010642	0,010375	0,010173	0,010045	0,010000
49	0,015882	0,015459	0,014997	0,014505	0,013993	0,013471	0,012950	0,012441	0,011953	0,011496	0,011082	0,010720	0,010420	0,010194	0,010050	0,010000
50	0,016512	0,016046	0,015535	0,014991	0,014424	0,013847	0,013270	0,012706	0,012165	0,011659	0,011200	0,010798	0,010466	0,010215	0,010056	0,010000
51	0,017140	0,016631	0,016072	0,015475	0,014855	0,014222	0,013589	0,012970	0,012377	0,011822	0,011317	0,010877	0,010512	0,010236	0,010061	0,010000
52	0,017755	0,017203	0,016597	0,015950	0,015276	0,014588	0,013901	0,013229	0,012584	0,011981	0,011432	0,010953	0,010557	0,010257	0,010066	0,010000
53	0,018339	0,017747	0,017095	0,016400	0,015676	0,014937	0,014198	0,013474	0,012781	0,012131	0,011542	0,011026	0,010599	0,010276	0,010072	0,010000
54	0,018871	0,018242	0,017549	0,016810	0,016040	0,015254	0,014468	0,013698	0,012960	0,012269	0,011641	0,011092	0,010638	0,010294	0,010076	0,010000
55	0,019330	0,018669	0,017941	0,017164	0,016354	0,015527	0,014701	0,013891	0,013114	0,012387	0,011727	0,011149	0,010671	0,010309	0,010080	0,010000
56	0,019702	0,019014	0,018258	0,017451	0,016608	0,015749	0,014889	0,014047	0,013239	0,012483	0,011796	0,011196	0,010698	0,010322	0,010083	0,010000
57	0,019979	0,019272	0,018495	0,017664	0,016798	0,015914	0,015030	0,014164	0,013333	0,012555	0,011848	0,011230	0,010719	0,010331	0,010086	0,010000
58	0,020160	0,019441	0,018649	0,017804	0,016922	0,016022	0,015122	0,014240	0,013394	0,012602	0,011882	0,011253	0,010732	0,010337	0,010087	0,010000
59	0,020245	0,019520	0,018722	0,017870	0,016981	0,016073	0,015165	0,014276	0,013422	0,012624	0,011898	0,011263	0,010738	0,010340	0,010088	0,010000
60	0,020241	0,019517	0,018719	0,017867	0,016978	0,016071	0,015163	0,014274	0,013421	0,012623	0,011897	0,011263	0,010738	0,010340	0,010088	0,010000
61	0,020159	0,019441	0,018649	0,017804	0,016922	0,016022	0,015122	0,014240	0,013394	0,012602	0,011882	0,011253	0,010732	0,010337	0,010087	0,010000
62	0,020021	0,019312	0,018531	0,017697	0,016827	0,015939	0,015051	0,014181	0,013347	0,012566	0,011856	0,011235	0,010722	0,010333	0,010086	0,010000
63	0,019853	0,019155	0,018387	0,017567	0,016711	0,015838	0,014965	0,014110	0,013290	0,012522	0,011824	0,011214	0,010709	0,010327	0,010085	0,010000
64	0,019683	0,018996	0,018242	0,017435	0,016594	0,015737	0,014879	0,014038	0,013232	0,012478	0,011792	0,011193	0,010697	0,010321	0,010083	0,010000
65	0,019534	0,018858	0,018115	0,017320	0,016492	0,015648	0,014803	0,013976	0,013182	0,012439	0,011764	0,011174	0,010686	0,010316	0,010082	0,010000
66	0,019422	0,018753	0,018018	0,017233	0,016415	0,015580	0,014745	0,013928	0,013144	0,012410	0,011743	0,011160	0,010678	0,010312	0,010081	0,010000
67	0,019348	0,018684	0,017955	0,017176	0,016364	0,015535	0,014707	0,013896	0,013118	0,012390	0,011729	0,011151	0,010672	0,010310	0,010080	0,010000
68	0,019308	0,018647	0,017920	0,017144	0,016336	0,015511	0,014686	0,013879	0,013104	0,012380	0,011721	0,011146	0,010669	0,010308	0,010080	0,010000
69	0,019292	0,018632	0,017907	0,017132	0,016325	0,015501	0,014678	0,013872	0,013099	0,012375	0,011718	0,011143	0,010668	0,010308	0,010080	0,010000
70	0,019294	0,018633	0,017907	0,017132	0,016325	0,015501	0,014678	0,013872	0,013099	0,012375	0,011718	0,011143	0,010668	0,010308	0,010080	0,010000
71	0,019305	0,018644	0,017917	0,017141	0,016332	0,015508	0,014684	0,013876	0,013102	0,012378	0,011720	0,011145	0,010669	0,010308	0,010080	0,010000
72	0,019320	0,018658	0,017929	0,017152	0,016342	0,015516	0,014691	0,013882	0,013107	0,012382	0,011723	0,011146	0,010670	0,010309	0,010080	0,010000
73	0,019331	0,018667	0,017938	0,017160	0,016350	0,015523	0,014696	0,013887	0,013111	0,012384	0,011725	0,011147	0,010670	0,010309	0,010080	0,010000
74	0,019325	0,018662	0,017934	0,017156	0,016346	0,015519	0,014693	0,013884	0,013109	0,012383	0,011724	0,011148	0,010670	0,010309	0,010080	0,010000
75	0,019286	0,018626	0,017901	0,017126	0,016319	0,015496	0,014674	0,013868	0,013096	0,012373	0,011716	0,011142	0,010667	0,010307	0,010080	0,010000
76	0,019196	0,018542	0,017824	0,017057	0,016258	0,015443	0,014629	0,013831	0,013066	0,012350	0,011700	0,011131	0,010661	0,010305	0,010079	0,010000
77	0,019037	0,018395	0,017689	0,016935	0,016150	0,015349	0,014549	0,013765	0,013013	0,012310	0,011671	0,011112	0,010649	0,010299	0,010077	0,010000
78	0,018799	0,018174	0,017486	0,016753	0,015988	0,015208	0,014429	0,013666	0,012934	0,012249	0,011626	0,011082	0,010632	0,010291	0,010075	0,010000

Edad	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036*
79	0,018478	0,017875	0,017213	0,016506	0,015769	0,015018	0,014267	0,013532	0,012826	0,012167	0,011567	0,011043	0,010609	0,010281	0,010073	0,010000
80	0,018078	0,017504	0,016872	0,016199	0,015497	0,014781	0,014065	0,013365	0,012693	0,012064	0,011493	0,010994	0,010580	0,010267	0,010069	0,010000
81	0,017609	0,017068	0,016473	0,015839	0,015177	0,014503	0,013829	0,013169	0,012536	0,011944	0,011406	0,010936	0,010547	0,010252	0,010065	0,010000
82	0,017088	0,016583	0,016029	0,015438	0,014822	0,014194	0,013566	0,012951	0,012362	0,011811	0,011310	0,010872	0,010509	0,010235	0,010061	0,010000
83	0,016532	0,016067	0,015557	0,015012	0,014444	0,013865	0,013286	0,012720	0,012177	0,011668	0,011207	0,010803	0,010469	0,010216	0,010056	0,010000
84	0,015963	0,015539	0,015072	0,014575	0,014056	0,013528	0,013000	0,012482	0,011987	0,011523	0,011101	0,010733	0,010428	0,010197	0,010051	0,010000
85	0,015397	0,015012	0,014590	0,014140	0,013670	0,013192	0,012714	0,012246	0,011797	0,011378	0,010996	0,010663	0,010387	0,010178	0,010046	0,010000
86	0,014844	0,014499	0,014120	0,013716	0,013294	0,012865	0,012436	0,012016	0,011613	0,011236	0,010894	0,010595	0,010348	0,010160	0,010041	0,010000
87	0,014310	0,014003	0,013665	0,013305	0,012930	0,012548	0,012167	0,011793	0,011435	0,011100	0,010795	0,010529	0,010309	0,010142	0,010037	0,010000
88	0,013791	0,013520	0,013223	0,012907	0,012577	0,012241	0,011905	0,011577	0,011262	0,010967	0,010699	0,010465	0,010272	0,010125	0,010032	0,010000
89	0,013281	0,013047	0,012789	0,012515	0,012230	0,011939	0,011649	0,011364	0,011092	0,010837	0,010605	0,010403	0,010235	0,010108	0,010028	0,010000
90	0,012775	0,012576	0,012359	0,012127	0,011885	0,011639	0,011394	0,011153	0,010923	0,010707	0,010511	0,010340	0,010199	0,010092	0,010024	0,010000
91	0,011923	0,011738	0,011535	0,011318	0,011093	0,010863	0,010634	0,010410	0,010194	0,009993	0,009811	0,009651	0,009519	0,009419	0,009355	0,009333
92	0,011071	0,010899	0,010711	0,010510	0,010301	0,010087	0,009874	0,009666	0,009466	0,009279	0,009110	0,008962	0,008839	0,008746	0,008687	0,008667
93	0,010220	0,010061	0,009887	0,009701	0,009508	0,009311	0,009115	0,008922	0,008738	0,008566	0,008409	0,008272	0,008159	0,008073	0,008019	0,008000
94	0,009368	0,009223	0,009063	0,008893	0,008716	0,008535	0,008355	0,008179	0,008010	0,007852	0,007708	0,007583	0,007479	0,007400	0,007351	0,007333
95	0,008516	0,008384	0,008239	0,008084	0,007923	0,007759	0,007596	0,007435	0,007282	0,007138	0,007008	0,006893	0,006799	0,006728	0,006682	0,006667
96	0,007665	0,007546	0,007415	0,007276	0,007131	0,006984	0,006836	0,006692	0,006554	0,006424	0,006307	0,006204	0,006119	0,006055	0,006014	0,006000
97	0,006813	0,006707	0,006591	0,006468	0,006339	0,006208	0,006077	0,005948	0,005825	0,005710	0,005606	0,005515	0,005439	0,005382	0,005346	0,005333
98	0,005962	0,005869	0,005767	0,005659	0,005546	0,005432	0,005317	0,005205	0,005097	0,004997	0,004905	0,004825	0,004759	0,004709	0,004678	0,004667
99	0,005110	0,005030	0,004943	0,004851	0,004754	0,004656	0,004557	0,004461	0,004369	0,004283	0,004205	0,004136	0,004079	0,004037	0,004009	0,004000
100	0,004258	0,004192	0,004120	0,004042	0,003962	0,003880	0,003798	0,003718	0,003641	0,003569	0,003504	0,003447	0,003400	0,003364	0,003341	0,003333
101	0,003407	0,003354	0,003296	0,003234	0,003169	0,003104	0,003038	0,002974	0,002913	0,002855	0,002803	0,002757	0,002720	0,002691	0,002673	0,002667
102	0,002555	0,002515	0,002472	0,002425	0,002377	0,002328	0,002279	0,002231	0,002185	0,002141	0,002102	0,002068	0,002040	0,002018	0,002005	0,002000
103	0,001703	0,001677	0,001648	0,001617	0,001585	0,001552	0,001519	0,001487	0,001456	0,001428	0,001402	0,001379	0,001360	0,001346	0,001336	0,001333
104	0,000852	0,000838	0,000824	0,000808	0,000792	0,000776	0,000760	0,000744	0,000728	0,000714	0,000701	0,000689	0,000680	0,000673	0,000668	0,000667
105	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
106	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
107	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
108	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
109	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
110	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000

* A partir del año 2036, los factores de mejoramiento se mantienen constantes.

Aplicación de los factores de mejoramiento bidimensionales

Las tablas de mortalidad 2020 se conforman de dos componentes, las tasas de mortalidad por edad (q_x) y los factores de mejoramiento por edad y año de proyección ($AA_{x,t}$), por lo que para obtener la probabilidad de fallecimiento de una persona de edad x en el año $año_calculo$, se deberá considerar la siguiente fórmula, la cual es válida para cualquiera de las tablas de mortalidad a utilizar:

$$q_{x,año_calculo} = q_{x,2020} \cdot \prod_{t=2021}^{año_calculo} (1 - AA_{x,t})$$

Donde,

$q_{x,año_calculo}$: probabilidad de fallecimiento mejorada del individuo que tiene x años en el $año_calculo$.

$q_{x,2020}$: probabilidad de fallecimiento para la edad x , la que se obtiene directamente de la tabla de mortalidad 2020 utilizada. Es la probabilidad de que un individuo de x años el año 2020 fallezca antes de llegar a la edad $x + 1$.

$AA_{x,t}$: factor de mejoramiento para la edad x , en cada año t según la tabla de mortalidad 2020 utilizada. Vale destacar que:

- a partir del año 2036, los factores de mejoramiento por edad se mantienen constantes (igual al factor de mejoramiento de 2036) para los años siguientes.
- los factores de mejoramiento se definen en función del sexo del pensionado o beneficiario de pensión, por lo que los factores de mejoramiento de hombres son válidos para las tablas CB-H-2020 y MI-H-2020, mientras que los factores de mejoramiento de mujeres son válidos para las tablas RV-M-2020, B-M-2020 y MI-M-2020.

Por ejemplo, para un pensionado de vejez de 65 años la probabilidad de fallecimiento para el año 2022, considerando las tablas CB-H-2020, se debe calcular de la siguiente forma:

$$\begin{aligned} q_{65,2022} &= q_{65,2020} \cdot \prod_{t=2021}^{2022} (1 - AA_{65,t}) \\ &= q_{65,2020} \cdot (1 - AA_{65,2021}) \cdot (1 - AA_{65,2022}) \\ &= 0,00887369 \cdot (1 - 0,020144) \cdot (1 - 0,019426) = 0,008526031 \end{aligned}$$

ANEXO N°2

TABLAS DE MORTALIDAD

CB-H-2020 (HOMBRES), MI-H-2020 (HOMBRES),

RV-M-2020 (MUJERES), B-M-2020 (MUJERES) Y MI-M-2020 (MUJERES)

NOTA TÉCNICA

TABLAS DE MORTALIDAD

CB-H-2020 (HOMBRES), MI-H-2020 (HOMBRES), RV-M-2020 (MUJERES), B-M-2020 (MUJERES) Y MI-M-2020 (MUJERES)

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN.....	37
II.	DATOS PARA TASAS DE MORTALIDAD.....	39
	II.1. Fuentes de información	39
	II.2. Filtros y limpieza de datos	39
	II.3. Consolidación de datos CMF - SP	41
	II.4. Composición de los datos.....	43
III.	TASAS DE MORTALIDAD	45
	III.1. Metodología de cálculo de las tasas brutas de mortalidad y expuestos	45
	III.2. Criterios utilizados para cada tabla de mortalidad	46
	III.3. Graduación de tasas de mortalidad en edades centrales	50
	III.4. Extrapolación a edades finales.....	55
	III.5. Extrapolación a edades tempranas.....	59
	III.6. Empalmes	63
IV.	FACTORES DE MEJORAMIENTO	65
	IV.1. Datos utilizados	65
	IV.2. Factores de mejoramiento de corto plazo	69
	IV.3. Factores de largo plazo	73
	IV.4. Convergencia al largo plazo	77
V.	EFFECTOS DEL COVID-19 EN LOS SUPUESTOS DE MORTALIDAD	80
	V.1. Aumento de mortalidad experimentados durante la pandemia	81
	V.2. Efectos de enfermedades subyacentes en la mortalidad por COVID-19 y población sobreviviente.....	86
	V.3. Efectos a largo plazo del COVID-19 en la mortalidad.....	86
	V.4. Conclusiones respecto a los efectos del COVID-19 en la construcción de tablas de mortalidad.....	87
	APÉNDICE N° 1. MÉTODOS DE EXTRAPOLACIÓN	89

APÉNDICE N° 2. DETALLES METODOLÓGICOS.....	90
APÉNDICE N° 3. RESULTADOS TEST ESTADÍSTICOS	94
APÉNDICE N° 4. FILTROS UTILIZADOS EN LAS BASES DE DATOS	99

I. INTRODUCCIÓN

Según lo dispuesto en los artículos 55 y 65 del D.L. N° 3.500 de 1980 y en el artículo 20 del DFL N°251, de 1931, las tablas de mortalidad para efectos de (a) calcular el capital necesario de las pensiones de retiro programado, (b) computar los aportes adicionales con cargo al seguro de invalidez y sobrevivencia (SIS) y (c) determinar las reservas técnicas que deben constituir las aseguradoras por los contratos de seguro de rentas vitalicias y SIS, son fijadas conjuntamente por la Superintendencia de Pensiones (SP) y la Comisión para el Mercado Financiero (CMF).

Por otra parte, las tablas de mortalidad CB-H-2014 (hombres), MI-H-2014 (hombres), RV-M-2014 (mujeres), B-M-2014 (mujeres) y MI-M-2014 (mujeres) han estado en vigencia desde el 1 de julio de 2016.

En virtud de lo anterior, la SP y CMF han desarrollado 5 nuevas tablas de mortalidad, las que reemplazarán a las tablas señaladas en el párrafo precedente a partir del 1 de julio de 2023:

- CB-H-2020 (hombres) para pensionados por vejez y beneficiarios no inválidos de pensión de sobrevivencia.
- MI-H-2020 (hombres) para pensionados por invalidez y beneficiarios inválidos de pensión de sobrevivencia.
- RV-M-2020 (mujeres) para pensionadas por vejez.
- B-M-2020 (mujeres) para beneficiarias no inválidas de pensión de sobrevivencia.
- MI-M-2020 (mujeres) para pensionadas por invalidez y beneficiarias inválidas de pensión de sobrevivencia.

Para la construcción de las tablas de mortalidad 2020 se contó con el apoyo técnico de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos²⁴ (OCDE), que brindó recomendaciones basadas en las mejores prácticas internacionales.

El proceso de construcción de las tablas se dividió en tres etapas:

- a. Obtención y depuración de datos
- b. Cálculo de tasas de mortalidad

²⁴ Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) agrupa a 38 países miembros. Chile es miembro desde el 2010. Su misión es promover políticas que mejoren el bienestar económico y social de las personas alrededor del mundo.

c. Cálculo de los factores de mejoramiento

En el presente informe técnico se detalla el trabajo realizado y los principales criterios técnicos que se tuvieron en consideración para la construcción de las tablas 2020. Asimismo, se discuten los efectos de la pandemia de COVID-19 en la mortalidad actual y futura.

II. DATOS PARA TASAS DE MORTALIDAD

II.1. Fuentes de información

La base de datos utilizada²⁵ para la construcción de las tablas se obtuvo de dos fuentes de información que involucran al sistema previsional chileno:

Base de pólizas de renta vitalicia (CMF)

Se utilizó la información de la Circular N° 1.194 a diciembre de 2019, que incluye pólizas de renta vitalicia previsionales (RV) —ya sea como venta directa, o de traspaso o cesión de cartera— y siniestros de invalidez y sobrevivencia según la Circular N° 528. La información incluye tanto causantes de pensión como beneficiarios de pensión a pago (pensiones de sobrevivencia) y potenciales (declarados en renta vitalicia del causante).

Se incluyeron todas las pólizas de RV inmediata y RV diferida; respecto a estas últimas tanto aquellas en que se hubiera iniciado el pago de la renta vitalicia, como aquellas en que aún no comenzaran a devengarse las rentas.

Base de pensionados del actual sistema de pensiones del DL. 3.500, de 1980, (SP)

Se ocupó la información de pensionados bajo las modalidades de retiro programado (RP) y renta vitalicia proporcionada mensualmente por las Administradoras de Fondos de Pensiones, mediante la Base de Datos de Afiliados, Cotizantes, Beneficiarios, Pensionados y Fallecidos, conforme a lo establecido en el Compendio de Normas del Sistema de Pensiones, Libro V, Título XI. Se consideró la información de pensionados y sus beneficiarios, tanto efectivos como potenciales (es decir, cuando el titular de la pensión está vivo).

Adicionalmente, se obtuvo información de las calificaciones de invalidez proporcionada por las Comisiones Médicas del D.L. 3500, de 1980, y del Sistema de Consultas y Ofertas de Montos de Pensión (SCOMP), para fines de validación y completitud de datos en caso de ser necesario.

II.2. Filtros y limpieza de datos²⁶

Este proceso considera una amplia revisión de inconsistencias a nivel de registro y grupo familiar (pensionado y sus beneficiarios) de los datos de ambas fuentes (SP y CMF). Los principales análisis fueron:

²⁵ La base de datos se encuentra disponible tanto en el sitio web de la CMF como el de la SP.

²⁶ Para un mayor detalle de los filtros aplicados a la base de datos del sistema previsional, véase el APÉNDICE N° 4.

- Verificación de datos tales como sexo, fecha de nacimiento y fecha de fallecimiento a través de los convenios de prestación de servicios de verificación de datos fuera de línea del Servicio de Registro Civil e Identificación (SRCEI) con la CMF y la SP.
- Revisión de inconsistencias de variables tales como el RUN, sexo y fecha de pensión; relaciones de beneficiarios de pensión de sobrevivencia, fechas inválidas y otras.
- Revisión de inconsistencias entre variables, tales como fecha de nacimiento e inicio de pensión; fecha de fallecimiento e inicio de pensión; fecha de fallecimiento y fecha de nacimiento, entre otras.
- Revisión de inconsistencias a nivel de grupo familiar, tales como sexo y edad de cónyuges; edad de pensionados e hijos; edad de pensionados y padres beneficiarios, entre otras.
- Eliminación de observaciones con fechas de pensión o nacimiento posteriores al período de construcción (31/12/2018).

Además, se aplicaron algunos filtros particulares a los datos de la SP y la CMF para obtener la población objetivo en cada base de datos. Los filtros más relevantes se resumen a continuación:

SP

- Fecha de pensión por invalidez: se consideran las fechas reportadas por las Comisiones Médicas para expedientes con fecha de solicitud posterior a 2011, asignándose la fecha de la primera resolución por invalidez total y la segunda resolución por invalidez parcial. De esta forma, no se considera el período transitorio de invalidez.
- Filtro de registros en rentas vitalicias (RRVV): se eliminan de las bases de datos de la SP los registros de pensionados y beneficiarios que corresponden a rentas vitalicias ya que están disponibles en las bases de datos de la CMF.

CMF

- Filtro de reaseguro: estos registros se eliminan porque están duplicados en las bases de datos.
- Filtro beneficiarios designados: se excluyeron los beneficiarios designados, por tratarse de registros cuya única función dentro de la póliza es asignar la reserva

por la pensión no percibida por un rentista fallecido, cuando no existen beneficiarios con derecho a pensión.

Adicionalmente, se realizó un análisis de registros duplicados en cada base, donde después de detectar y corregir inconsistencias entre sexo, fecha de nacimiento, fecha de fallecimiento y fecha de invalidez, se eliminan los registros duplicados. A continuación, se muestra un resumen de los registros eliminados por los filtros para cada base de datos:

Tabla 1. Resumen de registros eliminados según fuente y filtro

	SP	CMF	TOTAL
Registros iniciales	3.952.854	1.750.486	5.703.340
Filtros de inconsistencia	110.330	21.932	132.262
Filtros de población objetivo ²⁷	1.354.814	156.379	1.511.193
Eliminación de duplicados	35.072	21.563	56.635
Total de registros después de filtros	2.452.638	1.550.612	4.003.250

II.3. Consolidación de datos CMF - SP

El proceso de consolidación entre ambas bases de datos también incluyó una serie de filtros para eliminar inconsistencias como:

- Inconsistencias en la edad de pensión con respecto a la fecha de primera pensión²⁸.
- Inconsistencias en las variables sexo, fecha de nacimiento y fecha de fallecimiento.
- Inconsistencias en el estado de invalidez informado.

Luego, se eliminan los registros duplicados entre ambas bases de datos, estableciendo la fecha de inicio de la exposición como la fecha más antigua para estos casos.

²⁷ Filtros relacionados a fecha de corte, eliminación de registros de RV en base de la SP y eliminación de sobrevivencias puras y reaseguro en base de la CMF.

²⁸ Corresponde al mínimo de las fechas de inicio de vigencia de pensión de cada causante de pensión para cada una de las bases de datos (SP, CMF).

Tabla 2. Resumen de registros antes y después de la consolidación de datos

	SP	CMF	TOTAL
Registros iniciales	2.452.638	1.550.612	4.003.250
Limpieza y duplicados	25.241	3.344	28.585
Registros totales	2.427.397	1.547.268	3.974.665

Posteriormente, se aplican los siguientes filtros solo a la base de datos de la SP:

- Filtro de Pensión Mínima o Pensión Básica Solidaria (PBS):** se eliminan los registros de causantes y su grupo familiar, cuando no son potenciales usuarios de las tablas de mortalidad. Esto se verificó comparando la pensión del causante con el valor mínimo requerido, a la fecha de solicitud, para contratar una renta vitalicia. Dicho valor se consideró equivalente a la Pensión Mínima con Garantía Estatal vigente a la fecha de solicitud, para solicitudes anteriores a julio de 2008 y equivalente a la Pensión Básica Solidaria para solicitudes posteriores. Se excluyen de esta eliminación los causantes inválidos y su grupo familiar, y los beneficiarios de sobrevivencias de causantes fallecidos no pensionados, pues algunos de estos pensionados, a pesar de no cumplir con el requisito para optar a renta vitalicia, pueden haber recibido aporte adicional del seguro de invalidez y sobrevivencia y con esto sí ser usuarios de las tablas de mortalidad.
- Filtro inconsistencia saldo-pensión:** se eliminan aquellos registros en los que existe inconsistencia entre los ahorros para la jubilación y el monto de pensión (valores atípicos²⁹).

Tabla 3. Resumen de registros luego de consolidación según fuente de información

	SP	CMF	TOTAL
Registros iniciales	2.427.397	1.547.268	3.974.665
Registros <PBS	1.390.772	-	1.390.772
Valores atípicos	29.490	-	29.490
Total registros	1.007.135	1.547.268	2.554.403

A continuación, se muestran el número de registros por tipo de tabla:

²⁹ Para mayor detalle ver APÉNDICE N° 4.

Tabla 4. Resumen final de registros por tipo de tabla

Tipo tabla	Mujer	Hombre	TOTAL
Causantes (RV/CB), CMF-SP	204.430	520.435	724.865
Beneficiarios (B/CB), CMF-SP	1.070.591	472.258	1.542.849
Inválidos (MI), CMF-SP	108.602	178.087	286.689
Total registros	1.383.623	1.170.780	2.554.403

Finalmente, después de aplicar los filtros de consolidación, se juntaron las tablas de causantes y beneficiarios no inválidos para los hombres. De este modo, la base de datos consolidada se compone de los siguientes registros:

Tabla 5. Resumen final de registros por tipo de tabla luego de agrupación de causante/beneficiarios hombres

Tipo tabla	Mujer	Hombre	TOTAL
Causantes (RV/CB), CMF-SP	204.430	962.516	2.237.537
Beneficiarios (B/CB), CMF-SP	1.070.591		
Inválidos (MI), CMF-SP	108.602	178.087	286.689
Total registros	1.383.623	1.140.603	2.524.226

II.4. Composición de los datos

La base de datos resultante representa a los siguientes usuarios de las tablas de mortalidad:

Pensionados

- Pensionados no inválidos que pudieron seleccionar entre retiro programado y renta vitalicia.
- Pensionado con invalidez parcial, una vez que su condición de discapacidad haya sido considerada permanente³⁰.
- Pensionados con invalidez total³¹.

³⁰ Tres años después de la calificación de invalidez parcial, se realiza una segunda calificación, que puede confirmar la pensión de invalidez o revocarla.

³¹ Después de la reforma de pensiones del año 2008, todas las pensiones por invalidez total se consideran permanentes, sin necesidad de reevaluación.

Beneficiarios

- Los familiares de los pensionados, que tienen derecho a pensiones de sobrevivencia. Es posible que ellos mismos sean calificados como inválidos.

Estos usuarios se clasifican inicialmente en seis grupos, según el sexo, tipo de prestación (pensión o sobrevivencia) y el estado de invalidez:

Tabla 6. Grupos de población

Sexo	Grupo
Mujeres	RV-M: Pensionadas no inválidas
	MI-M: Pensionadas y beneficiarias inválidas
	B-M: Beneficiarias no inválidas
Hombres	RV-H: Pensionados no inválidos
	MI-H: Pensionados y beneficiarios inválidos
	B-H: Beneficiarios no inválidos

III. TASAS DE MORTALIDAD

En esta sección se explica la metodología y las principales decisiones tomadas para calcular las tasas brutas de mortalidad y graduarlas.

III.1. Metodología de cálculo de las tasas brutas de mortalidad y expuestos

III.1.1. Cálculo de expuestos al riesgo

Se realizó un estudio de aniversario a aniversario para cada grupo enumerado en la Tabla 6, utilizando un período de observación desde los aniversarios de 2014 hasta los de 2019, como se muestra a continuación.

Tabla 7. Variables para el cálculo de expuestos y fallecidos

Variable	Descripción	Cálculo
CYI_i	Año calendario de la fecha de pensión (f.bautizo) para la persona i	Año (fecha pensión) En el caso de los inválidos totales, se considera como inicio de fecha de pensión 3 años después del inicio de pensión.
IA_i	Edad a la fecha de pensión para la persona i	Redondear (edad_decimal;0) Edad_decimal= [año(f.bautizo)-año(f.nacimiento)]+[(mes(f.bautizo)-mes(f.nacimiento))/12+[dia(f.bautizo)-dia(f.nacimiento)]/365,25
VYB_i	Recálculo año nacimiento para la persona i	$CYI_i - IA_i$
y_i	Edad en que la persona i comienza a ser observada	Máximo(2014, CYI_i) - VYB_i
z_i	Edad en que la persona i sale del período de observación	2019 - VYB_i
θ_i	Edad exacta de fallecimiento de la persona i	IA_i + fecha exacta de fallecimiento - fecha exacta de pensión $\theta_i = 0$ si la persona i no fallece en el período de observación
ϕ_i	Edad de renuncia para la persona i	Año de renuncia - VYB_i $\phi_i = 0$ si la persona i no renuncia a la pensión en el período de observación

Para el cálculo de la edad asegurada “IA”, el redondeo aproxima al número entero más cercano (edad actuarial). Las fechas exactas de pensión, nacimiento y fallecimiento son expresadas en términos de años decimales, donde el año es la parte entera y el mes y día son la parte decimal.

Las exposiciones y fallecimientos se calculan contando el número de personas que cumplen con los siguientes criterios, para cada edad x :

Tabla 8. Criterios para calcular expuestos y fallecidos

Variable	Criterio
Expuestos (E_x)	$(y_i < x + 1) \wedge (z_i \geq x + 1) \wedge (\theta_i = 0 \mid x < \theta_i) \wedge (\phi_i = 0 \vee x < \phi_i)$
Expuestos hijos no inválidos (E_x^{hij})	El subgrupo de expuestos a la edad x donde $x < 24$
Fallecidos (θ_x)	El subgrupo de expuestos a la edad x donde $x < \theta_i \leq x+1$

III.1.2. Cálculo de las tasas brutas de mortalidad

Las tasas brutas (q_x°) se calculan como el número de fallecidos sobre los expuestos, para cada edad y grupo:

$$q_x^\circ = \frac{\theta_x}{E_x}$$

Dado que el período de observación es entre 2014 y 2019, el año central de las tasas brutas de mortalidad es el año 2016. Vale destacar que al ser el año central con que se ajustan las tasas de mortalidad el año 2016, una vez ajustadas las tasas de mortalidad suavizadas y los factores de mejoramiento, al momento de publicar las tablas de mortalidad 2020, se actualizan los q_x con los factores de mejoramiento obtenidos, para que el año base sea el año 2020.

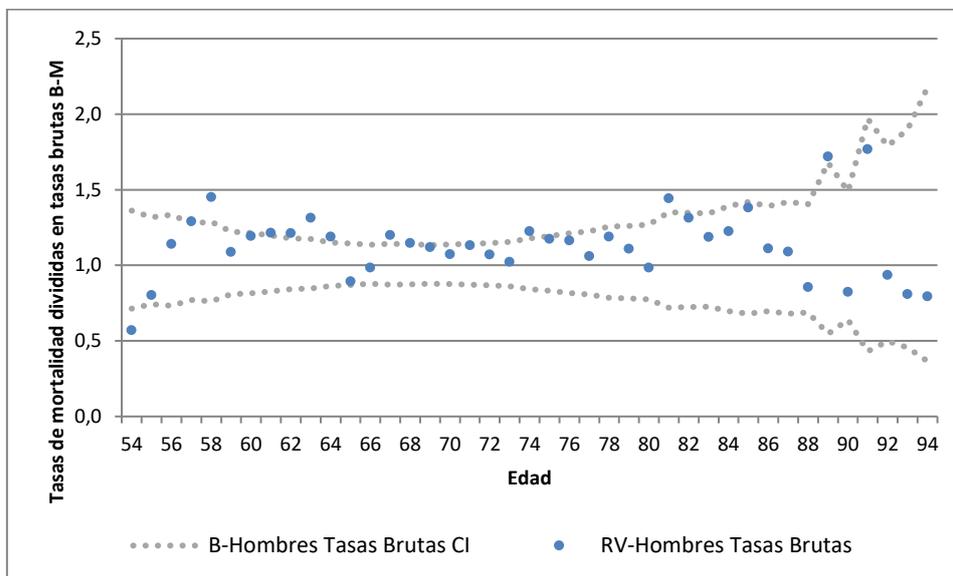
III.2. Criterios utilizados para cada tabla de mortalidad

III.2.1. Pensionados y beneficiarios no inválidos (hombres)

La tabla de mortalidad de pensionados y beneficiarios no inválidos se compone por los hombres pensionados de vejez (no inválidos) y beneficiarios no inválidos. Se decidió agrupar ambas poblaciones debido, principalmente, a que los hombres no inválidos mayores a 24 años tienen derecho a pensión de sobrevivencia solamente desde el año 2008, por lo que no se cuenta con suficiente información histórica para construir una tabla de mortalidad exclusiva para esta población. Por lo tanto, al igual que en las tablas de mortalidad 2014, se combinaron las poblaciones de pensionados no inválidos (tabla RV) y beneficiarios no inválidos (tabla B) para crear la tabla CB para hombres, dado tanto la falta de datos como los niveles similares de mortalidad observados.

El Gráfico 1 compara la mortalidad bruta de las poblaciones RV-H y B-H, a través de un intervalo de confianza (IC) del 95% para las tasas brutas B-H. El ancho del IC da cuenta de la alta variabilidad de las tasas dada la escasez de datos. La mayoría de las tasas brutas de RV-H se encuentran dentro del IC, lo que sugiere que, dada la información disponible, no se puede sostener que existen diferencias significativas en la mortalidad de ambas poblaciones en esas edades. Sin embargo, se observa mayor cercanía de las tasas brutas de RV-H al borde superior del intervalo, excediéndolo en algunos casos. Por lo tanto, en una próxima actualización de las tablas de mortalidad, cuando existan más datos disponibles, se debe reevaluar la pertinencia y factibilidad de contar con tablas individuales para ambas poblaciones.

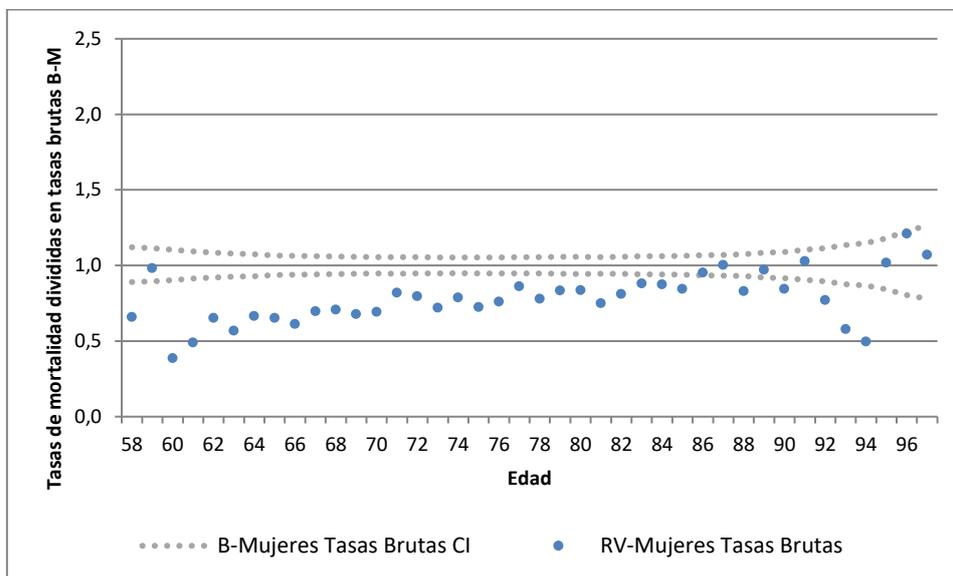
Gráfico 1. Intervalo de confianza para tasas de hombres beneficiarios vs. pensionados



III.2.2. Pensionados y beneficiarios no inválidas (mujeres)

La tabla de pensionadas no inválidas incluye a todas las mujeres pensionadas de vejez. En este caso, se decidió mantener a las pensionadas no inválidas separadas de las beneficiarias no inválidas, ya que el análisis de las tablas de mujeres (RV-M y B-M) arroja resultados diferentes al de los hombres: el IC es más estrecho para las tasas brutas B-M y la mayoría de RV-M queda fuera del intervalo (ver Gráfico 2). Dado el alto volumen de datos de beneficiarias, fue factible y necesario construir una tabla para esa población, dado que su mortalidad difiere claramente de la mortalidad de las pensionadas.

Gráfico 2. Intervalo de confianza para tasas de mujeres beneficiarias vs. pensionadas



III.2.3. Pensionados y beneficiarios de invalidez (hombres y mujeres)

Las tablas de mortalidad de invalidez, que se componen de los pensionados y beneficiarios de pensión con dictamen de invalidez, consideran tanto las invalideces parciales como totales.

En el caso de los inválidos parciales, empiezan a exponer como pensionados una vez que tienen dictaminada de forma definitiva su condición de invalidez, a través de un segundo dictamen, después del cual pueden acceder a elegir la modalidad de su pensión (retiro programado o renta vitalicia). Esto sucede típicamente tres años después de que se dictamina por primera vez su condición de inválido parcial y tiene relación con que en ese período de tres años se espera la persona evolucione de tres formas posibles: que mejore tras realizar tratamientos, que empeore su grado de invalidez o que se confirme la invalidez parcial de forma permanente, lo que es evaluado tras transcurrir dicho período.

Por otro lado, en el caso de los inválidos totales, a partir de la reforma de pensiones del año 2008, la condición de invalidez es dictaminada de forma definitiva en la primera evaluación por parte de las Comisiones Médicas. En este caso, se observa que para los pensionados de invalidez total los niveles de mortalidad son significativamente mayores durante los primeros años (ver Gráfico 3 y Gráfico 4), esto debido a que la reforma al sistema de pensiones de 2008 eliminó el período transitorio de aquellos pensionados calificados con invalidez total, lo que provocó indirectamente registrar una mayor

mortalidad en los primeros tres años de pensión, situación que en las TM2014 no fue capturada completamente debido al período de construcción entre 2008-2013.

Gráfico 3. Tasas brutas de mortalidad para hombres inválidos.

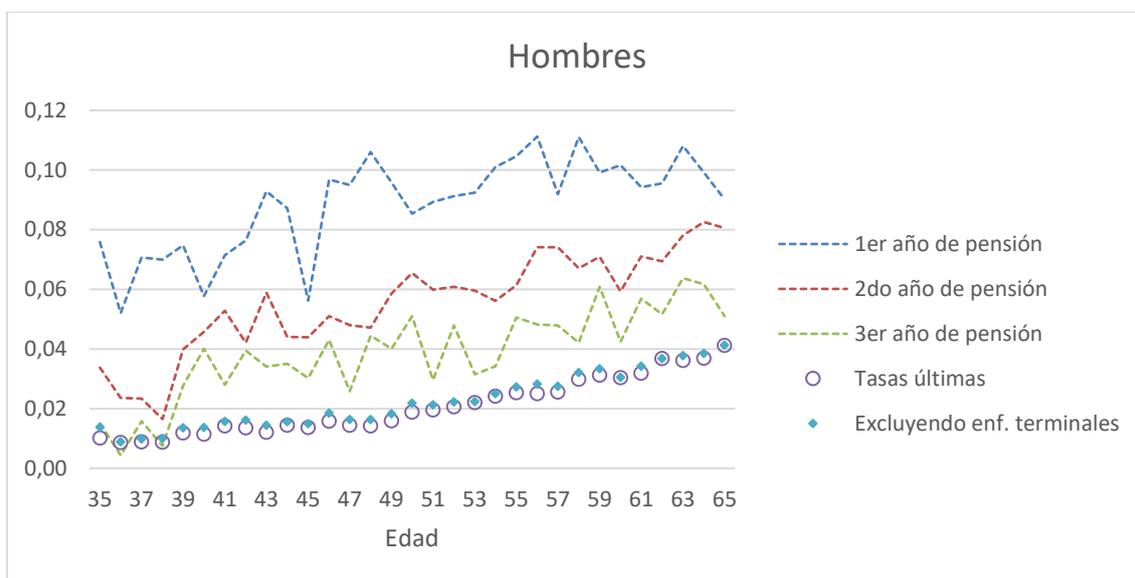
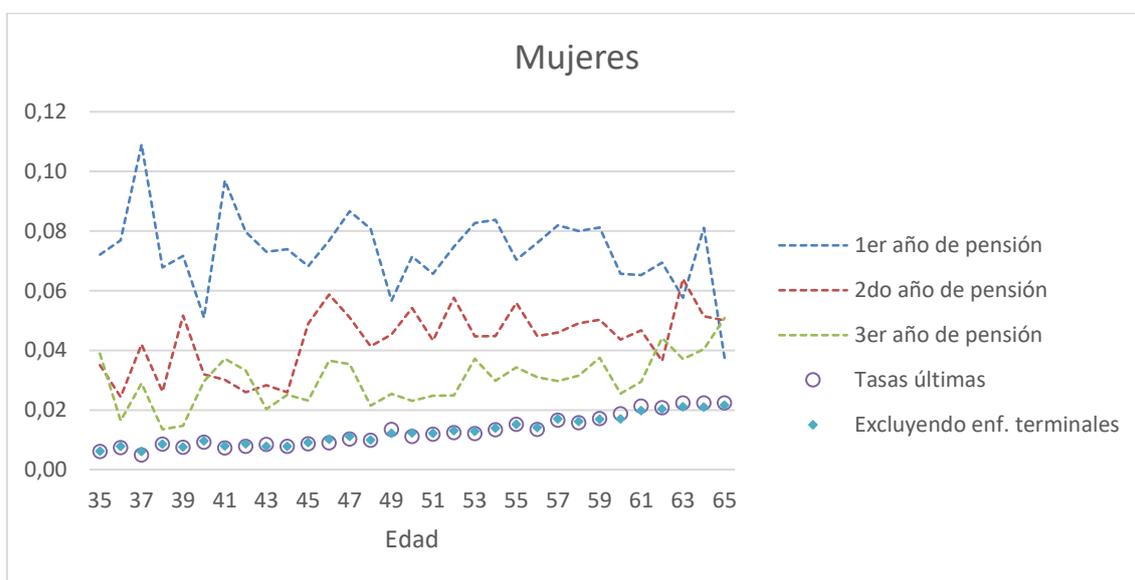


Gráfico 4. Tasas brutas de mortalidad para mujeres inválidas



En el Gráfico 3 y el Gráfico 4, las líneas discontinuas representan la mortalidad bruta de los pensionados por invalidez total durante el primer, segundo y tercer año desde su dictamen de invalidez. Los puntos morados representan la mortalidad bruta de los pensionados por invalidez a partir del cuarto año, es decir, las tasas últimas de

mortalidad. Se observa que los primeros tres años la mortalidad es significativamente mayor y se estabiliza en un nivel más bajo a partir del cuarto año de invalidez. Con el fin de entender la causa de la mayor mortalidad inicial, se calcularon tasas brutas de mortalidad de invalidez considerando todos los años de pensión definitiva, pero excluyendo a las personas cuya invalidez fue dictaminada en base a un diagnóstico potencialmente terminal³², lo que se grafica con puntos celestes. Se observa que la mortalidad última es muy similar a la mortalidad excluyendo a los enfermos terminales, lo que indica que la mayor mortalidad en los primeros tres años se debe a las personas con diagnósticos potencialmente terminales.

Producto de lo anterior y considerando los efectos de la ley N° 21.309, que establece el beneficio de retiro anticipado de los fondos de pensión en el caso de afiliados y pensionados calificados como enfermos terminales, se utilizan tasas últimas en invalidez, que son las que mejor representan la mortalidad estable de esta población. Es decir, se eliminaron los tres primeros años de pensión de los inválidos totales³³. Quienes se acojan a la nueva ley no utilizarán las tablas de mortalidad para determinar el desgaste de sus fondos en RP, ni tampoco tendrán derecho a contratar una pensión bajo la modalidad de renta vitalicia (es decir, la población de pensionados que usarán las tablas de mortalidad de invalidez para el cálculo del RP y la reserva de RRVV excluirá a aquellos pensionados o afiliados calificados como enfermos terminales). Cabe mencionar que se puede acceder a los beneficios de la ley siendo afiliado activo (personas que antes se hubieran pensionado por invalidez ahora se acogerán a esta ley) o pensionado (por ejemplo, personas cuya enfermedad no había entrado todavía en la etapa terminal al momento de la pensión).

III.3. Graduación de tasas de mortalidad en edades centrales

III.3.1. Whittaker Henderson tipo B

Se utilizó el modelo de Whittaker-Henderson (WH) con diferencias de cuarto orden para graduar las tasas brutas en edades centrales. Este modelo calcula un conjunto de tasas

³² Los diagnósticos potencialmente terminales fueron identificados por la División de Comisiones Médicas de la Superintendencia de Pensiones.

³³ Esto se implementó sumándole 3 años a la fecha de pensión de las personas con invalidez total, al momento de realizar el cálculo de las tasas brutas de mortalidad de invalidez.

de mortalidad graduadas³⁴ minimizando la suma de dos términos, uno que expresa el error en la estimación y otro que expresa la suavidad de las tasas graduadas:

$$\sum W_x \times (tasas_{grad} - tasas_{brutas})^2 + h \times \sum (\Delta^z tasas_{grad})^2$$

Este método solo se puede utilizar para las edades centrales, donde hay suficientes datos disponibles. Se utilizó un intervalo de edad continuo con al menos 5 fallecidos en cada edad como entrada inicial para el modelo WH (tasas brutas de mortalidad). La siguiente tabla muestra el volumen de datos disponibles para el proceso de graduación.

Tabla 9. Datos disponibles para la graduación

Sexo	Tabla	Rango de edades centrales	Expuestos	Fallecidos
Mujeres	RV-M: Pensionadas no inválidas	[58, 97]	826.087	8.571
	MI-M: Pensionadas y beneficiarias inválidas	[25, 90]	421.704	5.989
	B-M: Beneficiarias no inválidas	[36, 102]	2.909.279	35.976
Hombres	CB-H: Pensionados y beneficiarios no inválidos	[42, 100]	2.146.071	48.451
	MI-H: Pensionados y beneficiarios inválidos	[22, 94]	596.327	15.910

Para graduar las tasas brutas de mortalidad utilizando WH, se debe tomar una serie de decisiones: intervalo de edad, pesos y parámetros h y z . El rango de edad inicial se redujo cuando fue necesario para obtener un mejor resultado. Los pesos h se establecieron como el recíproco de la varianza de las tasas brutas (q_x°).

El modelo WH permite al usuario establecer el equilibrio deseado entre bondad de ajuste y suavidad. Se probaron diferentes combinaciones, concluyendo que las diferencias de cuarto orden ($z = 4$) se ajustaban mejor a los datos observados. El coeficiente h se modificó iterativamente hasta obtener una función creciente monótona, con una forma similar a una función exponencial.

³⁴ La descripción de esta metodología se detalla en el punto I. del APÉNDICE N° 2.

La siguiente tabla muestra los parámetros utilizados en el proceso de graduación.

Tabla 10. Parámetros usados en la graduación de las edades centrales

Parámetros	RV-Mujeres	MI-Mujeres	B-Mujeres	CB-Hombres	MI-Hombres
Edades	62-92	29-90	51-98	53-94	31-93
h	1.00E+07	7.00E+09	1.00E+08	1.00E+08	1.00E+10
z	Grado 4	Grado 4	Grado 4	Grado 4	Grado 4

Los siguientes gráficos muestran las tasas de mortalidad graduadas resultantes para las edades centrales:

Gráfico 5. Mortalidad bruta y graduada – CB-Hombres

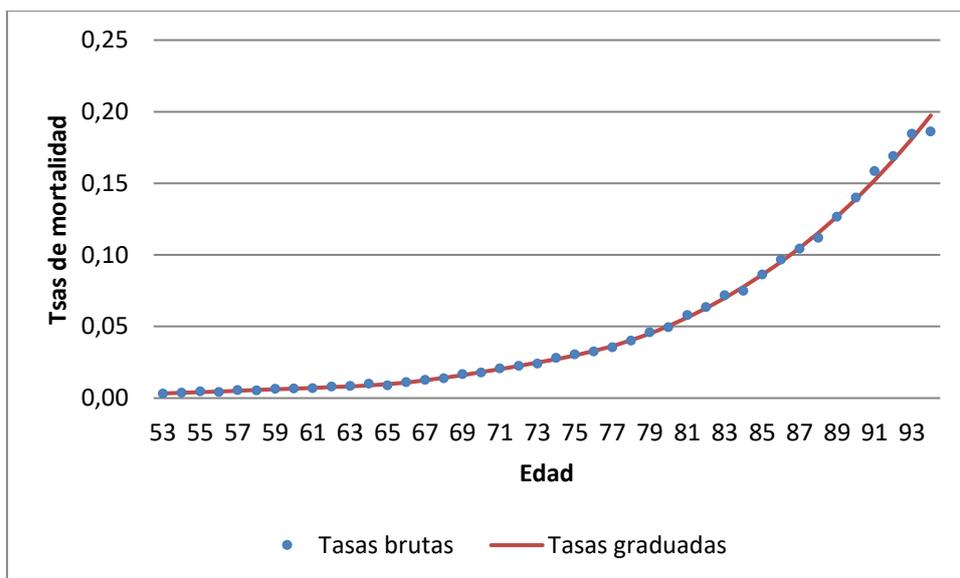


Gráfico 6. Mortalidad bruta y graduada – MI-Hombres

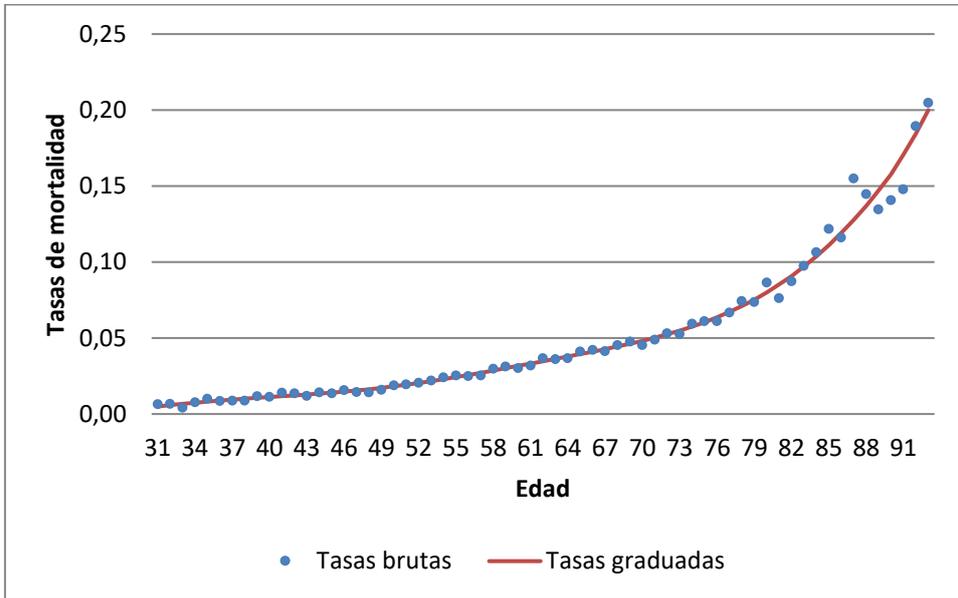


Gráfico 7. Mortalidad bruta y graduada – RV-Mujeres

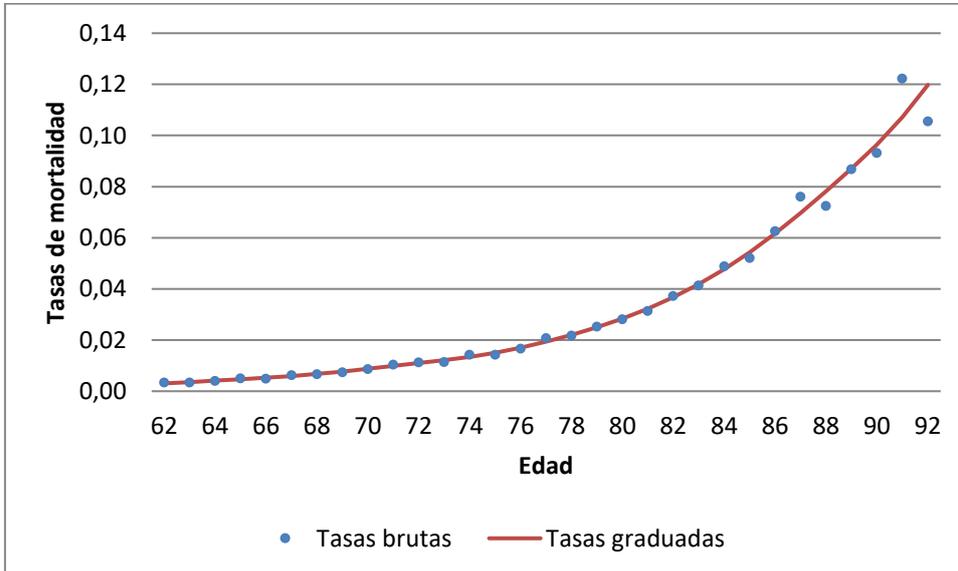


Gráfico 8. Mortalidad bruta y graduada – B-Mujeres

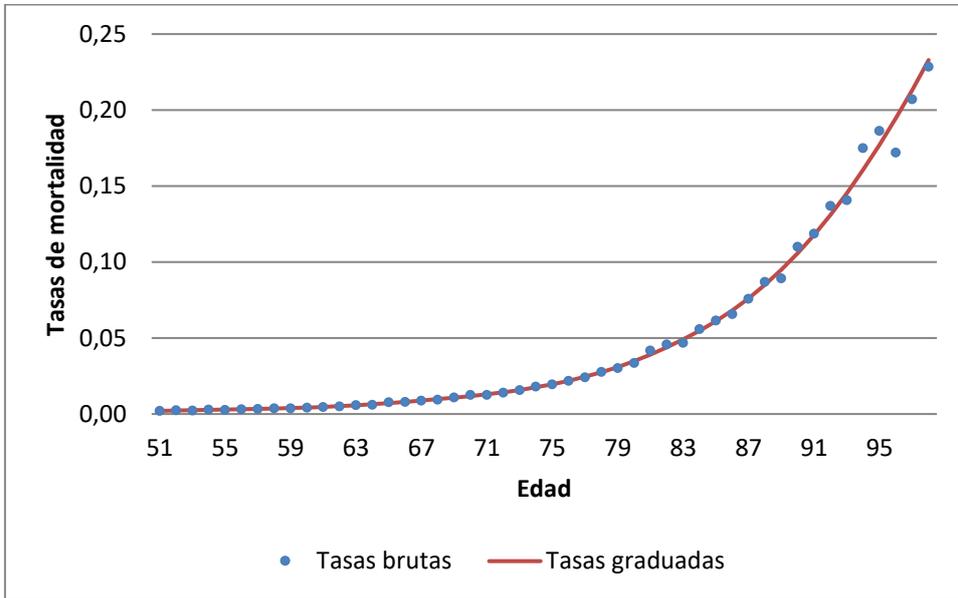
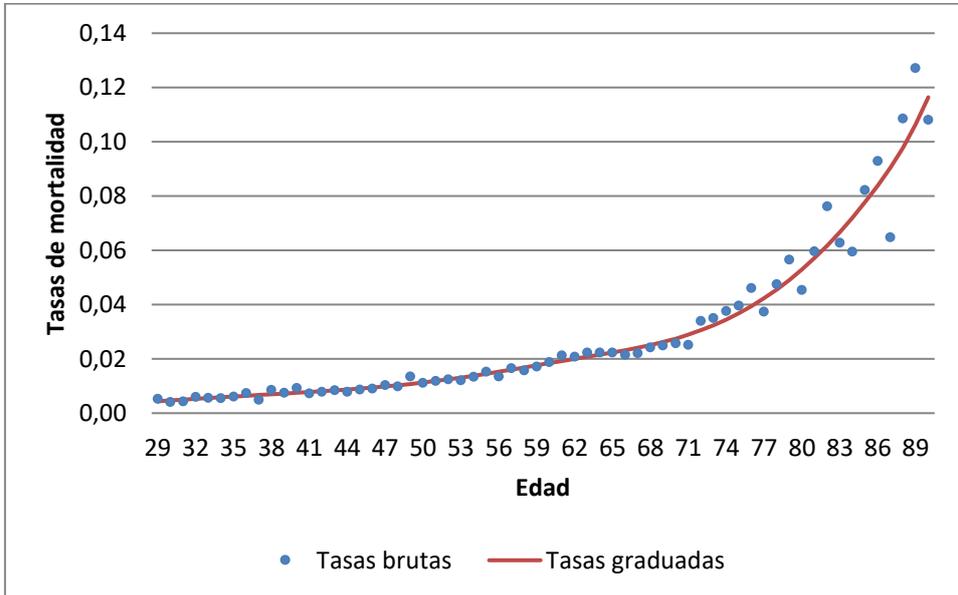


Gráfico 9. Mortalidad bruta y graduada – MI-Mujeres



III.3.2. Test estadísticos

Luego de ajustar las tasas brutas de mortalidad, se verificó que los resultados representan adecuadamente a la población objetivo. Para ello, se utilizaron pruebas estadísticas para mostrar la fiabilidad del ajuste en comparación con los datos

observados (la descripción de los tests utilizados está en el APÉNDICE N° 2 y el detalle de sus resultados en el APÉNDICE N° 3).

Tabla 11. Resultado de test estadísticos

Test (alfa = 5%)	RV	MI	B	CB	MI
	Mujeres	Mujeres	Mujeres	Hombres	Hombres
Chi cuadrado	<input checked="" type="checkbox"/>				
Desviaciones estandarizadas	<input checked="" type="checkbox"/>				
Desviaciones absolutas	<input checked="" type="checkbox"/>				
Desviaciones acumuladas	<input checked="" type="checkbox"/>				
Test de signos	<input checked="" type="checkbox"/>				
Test de Stevens	<input checked="" type="checkbox"/>				
Test de cambio de signos	<input checked="" type="checkbox"/>				

Como se muestra en la tabla anterior, las tasas de mortalidad graduadas pasaron todas las pruebas para todas las tablas.

III.4. Extrapolación a edades finales

Dado que no existen datos suficientes en edades avanzadas para calibrar las tasas de mortalidad utilizando el modelo WH, se utilizaron modelos paramétricos de mortalidad para extrapolar las tasas de mortalidad a esas edades. Se evaluaron varios modelos y se seleccionó uno para cada tabla, considerando la bondad del ajuste y la consistencia con otras tablas.

Los modelos considerados fueron Gompertz, Makeham, Quadratic, Heligman y Pollard (1ª y 3ª Ley) y Kannisto (ver fórmulas en APÉNDICE N° 1).

Se utilizó un subconjunto de tasas de mortalidad graduadas en las edades centrales para encontrar los parámetros de cada modelo, buscando minimizar el error de estimación. Se probaron diferentes subconjuntos de edades centrales superiores, de entre 10 y 30 edades cada uno, eligiendo el que arrojó mejores resultados para cada tabla. La selección del modelo para cada tabla se basó principalmente en el ajuste (error cuadrático medio mínimo, $[(q_x - q_x^{\circ})/q_x^{\circ}]^2$), pero también se tuvo en cuenta la coherencia con otras tablas (actuales y nuevas).

La Tabla 12 muestra los resultados del ajuste según el tipo de tabla y tipo de modelo de mortalidad señalados anteriormente:

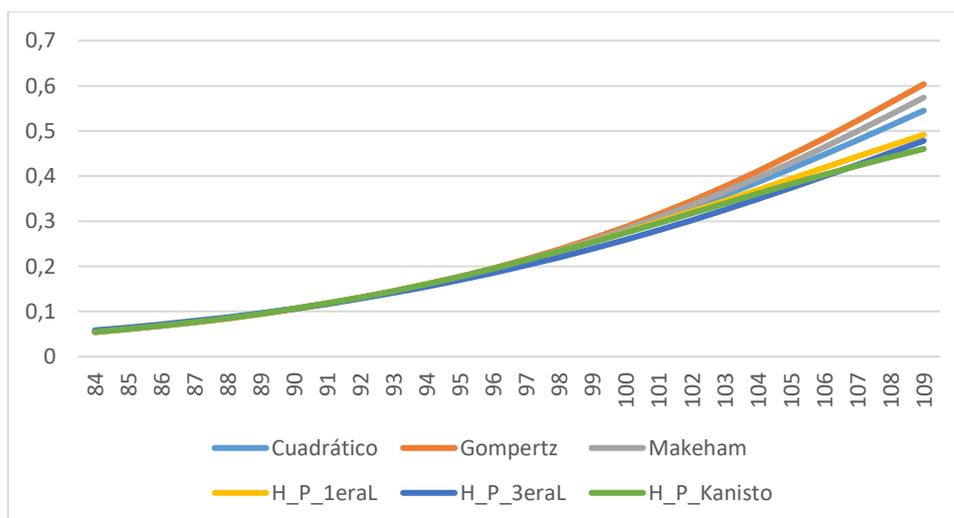
Tabla 12. Error cuadrático medio según tipo de tabla y modelo de extrapolación

Modelo	CB-Hombres	MI-Hombres	B-Mujeres	RV-Mujeres	MI-Mujeres
Gompertz	0,00247995	0,00290429	0,00112655	0,01178020	0,00001011
Makeham	0,00001039	0,00819499	0,00036493	0,01179223	0,00053650
Cuadrático	0,00002195	0,00010658	0,00022156	0,01122758	0,00000853
Heligman y Pollard (1ra ley)	0,00185759	0,00300819	0,00001330	0,00950531	0,00004728
Heligman y Pollard (3ra ley)	0,00081383	0,27674084	0,02404181	0,01089503	0,03050470
Kannisto	0,00005404	0,00000353	0,00001291	0,00757068	0,00541676
Edades ajustadas (años)	15	17	15	21	12

De esta forma, los criterios de selección para cada modelo de extrapolación fueron los siguientes:

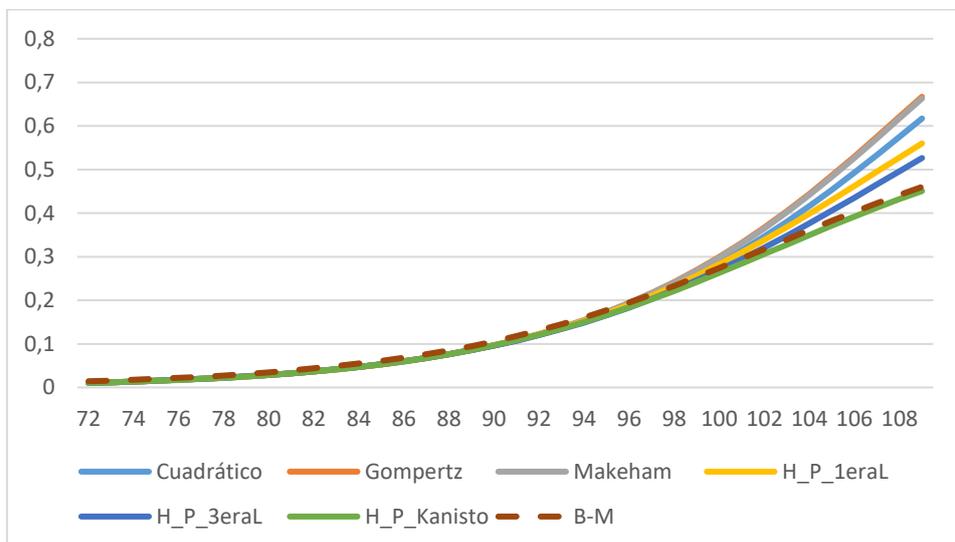
B-M: Esta tabla tiene la edad central más alta graduada usando WH (98 años). Se eligió el modelo con mejor ajuste (Kannisto) y se tomaron en consideración estas tasas extrapoladas para definir el ajuste final de las demás tablas.

Gráfico 10 Ajuste y proyección de los modelos de extrapolación de mortalidad de tabla B-M



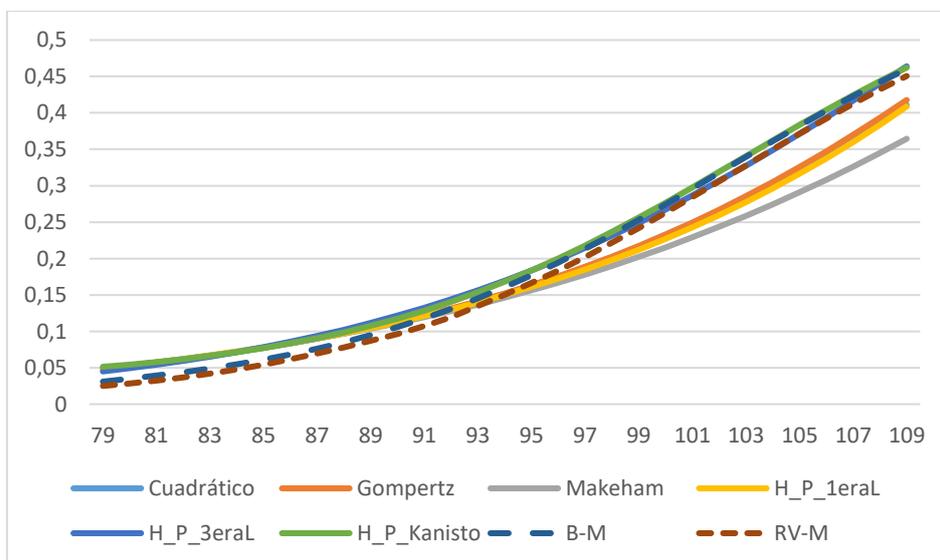
RV-M: Se eligió el modelo con mejor ajuste (Kannisto) y, además, el único que no se cruza con la tabla B-M. El subconjunto de tasas graduadas utilizado se eligió para mantener la brecha entre esta tabla y la tabla B-M.

Gráfico 11 Ajuste y proyección de los modelos de extrapolación de mortalidad de tabla RV-M



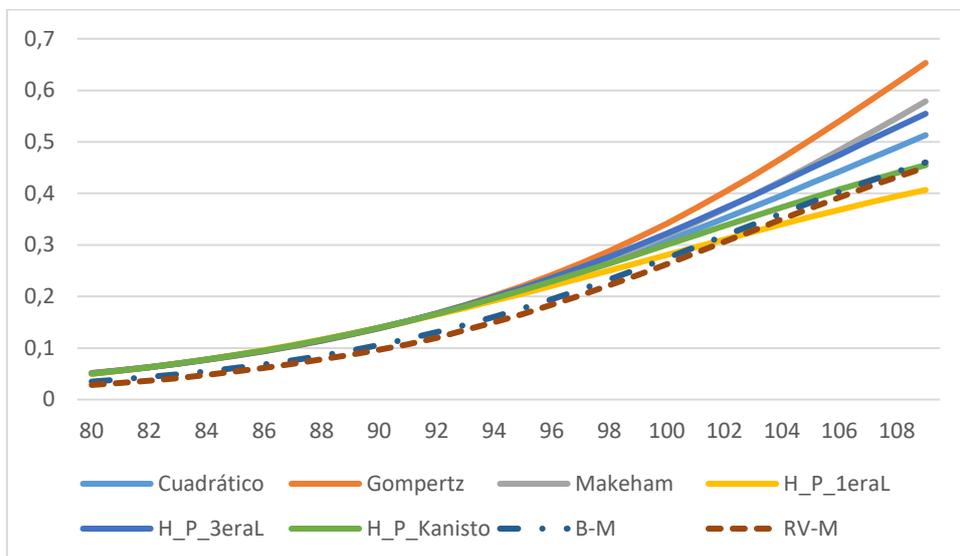
MI-M: Se eligió el modelo (Kannisto) pues es el único modelo que evita un cruce con las tablas B-M y RV-M (el modelo de H&P 3ra ley si bien no cruza a la tabla RV-M, si cruza la tabla B-M en las edades 98-108 y tiene peor ajuste que Kannisto). Asimismo, el modelo de Kannisto permite que la tabla cierre la brecha con la tabla B-M en las edades más altas, sin caer por debajo de ella.

Gráfico 12 Ajuste y proyección de los modelos de extrapolación de mortalidad de tabla MI-M



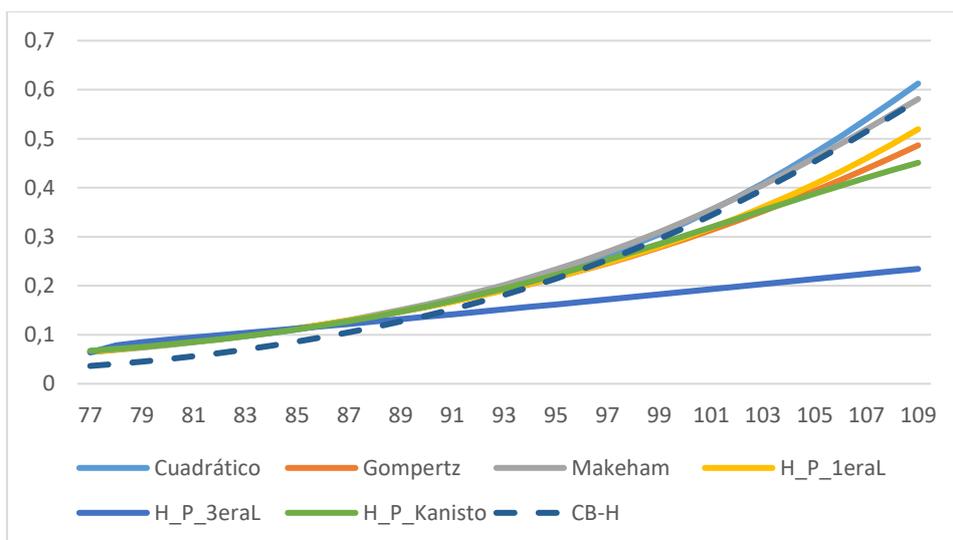
CB-H: Se eligió el modelo con mejor ajuste (Makeham), el cual fue consistente con los modelos ya seleccionados (modelos para las tablas B-M y RV-M).

Gráfico 13 Ajuste y proyección de los modelos de extrapolación de mortalidad de tabla CB-H



MI-H: Si bien el modelo de Kannisto es el de mejor ajuste, este resulta en qx 's que se cruzan con la tabla de CB-H para edades avanzadas (al igual que los modelos Gompertz y H&P 1ra ley) y, por otro lado, el modelo de H&P 3ra ley, además de cruzar la tabla CB-H, también es el de peor ajuste de los seis modelos. De esta forma, de los dos modelos restantes, se escogió el 2do con mejor ajuste (Makeham) pues este es el único que permite cerrar la brecha con la tabla CB-H en las edades más altas, sin caer por debajo de ella.

Gráfico 14 Ajuste y proyección de los modelos de extrapolación de mortalidad de tabla MI-H



Finalmente, la siguiente tabla resume el modelo utilizado para cada tabla, sus parámetros y el número de años de edades centrales utilizadas para ajustarlas:

Tabla 13. Modelos y parámetros usados en la extrapolación de las edades finales

Parámetros	RV-Mujeres	MI- Mujeres	B- Mujeres	CB- Hombres	MI- Hombres
Edades usadas	21 años	12 años	15 años	15 años	17 años
Modelo	Kannisto	Kannisto	Kannisto	Makeham	Makeham
Parámetros	a = 0,0000005298664	a = 0,0000004220276	a = 0,0000005407112	g = 0,9992777	g = 0,9993431
	b = 0,1362084872379	b = 0,1380004046813	b = 0,1364587619521	c = 1,0911105	c = 1,0916681
	c = 0,0011764749642	c = 0,0303702516986	c = 0,007441403097	s = 1,0190779	s = 0,9849173

III.5. Extrapolación a edades tempranas

Dada la naturaleza del sistema de pensiones, los datos son insuficientes o inexistentes en edades tempranas. Hay algunos datos para el grupo de beneficiarios (tablas B-M y CB-H) hasta los 23 años, ya que los hijos pueden solicitar prestaciones de sobrevivientes hasta esa edad, pero su mortalidad es baja, por lo que no se observan suficientes muertes a esas edades. Después de esa edad, las exposiciones caen abruptamente y luego comienzan a aumentar lentamente, a medida que se alcanzan edades más frecuentes para los cónyuges con derecho a beneficios de sobrevivencia, como se muestra en los siguientes gráficos.

Gráfico 15. Expuestos en la tabla B-Mujeres

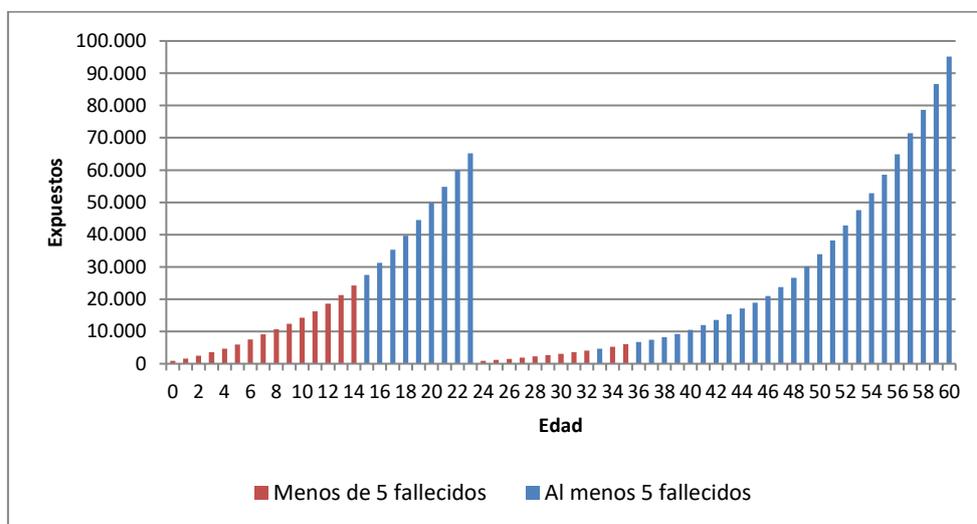
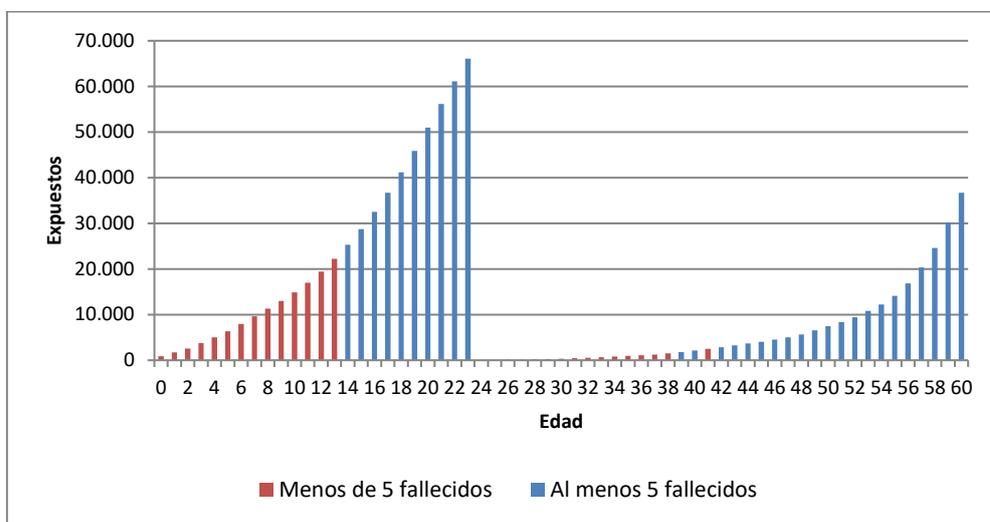


Gráfico 16. Expuestos en la tabla CB-Hombres



Para seleccionar un método de extrapolación desde las tasas centrales a edades tempranas, se utilizaron las tasas de mortalidad de la población en Chile del año 2016 (el año central para las tasas brutas), proporcionadas por el Instituto Nacional de Estadística (INE), las tasas brutas disponibles (de pensionados y beneficiarios de pensión usuarios de las tablas de mortalidad con al menos 5 muertes) y las tasas graduadas en las edades centrales.

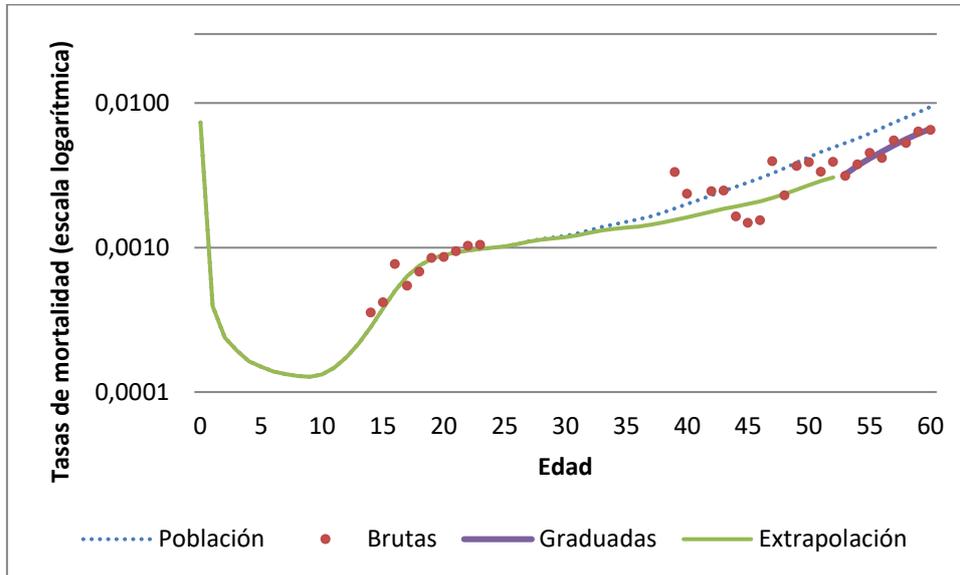
III.5.1. Pensionados y beneficiarios no inválidos

Las tasas brutas para el caso de los hombres pensionados y beneficiarios no inválidos siguen de cerca la mortalidad de la población en el primer rango de datos disponibles (de 14 a 23 años). En cambio, las tasas graduadas, que empiezan a los 53 años, muestran una mortalidad menor que la de la población general. Siguiendo los datos observados, se decidió utilizar la mortalidad poblacional hasta los 23 años y luego una interpolación cúbica ad hoc entre los 24 y 52 años cuya fórmula se encuentra detallada en la Tabla 14.

El

Gráfico 17 muestra los resultados.

Gráfico 17. Tasas de mortalidad para edades tempranas en la tabla CB-Hombres



III.5.2. Pensionadas no inválidas

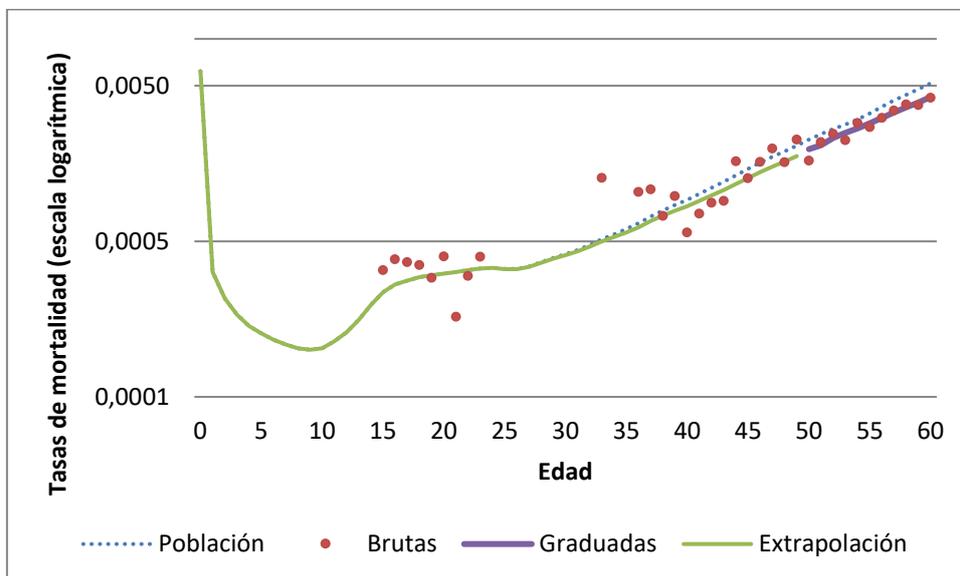
Para las pensionadas no inválidas no hay datos para edades muy jóvenes (con al menos 5 muertes). En el caso de RV-Mujeres se decidió utilizar el mismo supuesto que para los hombres pensionados: nivel de mortalidad poblacional hasta los 23 años e interpolación cúbica ad hoc entre 24 y 61 años detallada en la Tabla 14, llegando con esto al nivel de mortalidad graduado.

III.5.3. Beneficiarias no inválidas

En el caso de las beneficiarias, los datos brutos muestran más variabilidad que en el caso de los hombres. En el primer rango de datos disponibles (de 15 a 23 años), las exposiciones son similares a las de los hombres, pero se observan muchas menos muertes (casi un tercio de las de los hombres), lo que conduce a una mayor variabilidad. Aunque la mortalidad bruta parece más alta que la de la población a edades menores, no se puede confiar en ella debido a su alta variabilidad, por lo que la mortalidad de la población se asumió para edades más jóvenes. Por otro lado, las tasas graduadas, que empiezan a los 51 años, son más bajas que las de la población (aunque la brecha es menor que para beneficiarios hombres), por lo que se utilizó la mortalidad poblacional hasta los 23 años y luego una interpolación cúbica entre los 24 y 50 detallada en Tabla 14. El

Gráfico 18 muestra los resultados.

Gráfico 18. Tasas de mortalidad para edades tempranas en la B-Mujeres



III.5.4. Inválidos e inválidas

A diferencia de los casos anteriores, los pensionados inválidos tienen una mortalidad mucho mayor que la de la población. En este caso, el efecto predominante es el estado de invalidez y no la menor mortalidad de los pensionados en comparación con la población general. Parece razonable suponer que este efecto está presente en todas las edades, incluidos los más jóvenes. Por lo tanto, a la mortalidad de la población en edades más tempranas se le aplicó un factor proporcional que da cuenta de la mayor mortalidad de los pensionados y beneficiarios inválidos. En el caso de la edad cero se utilizó la mortalidad de la población, pues la mortalidad es mucho mayor a esa edad y el uso del factor daría lugar a una tasa excesivamente alta. La Tabla 14 presenta el detalle de la fórmula utilizada entre los 1 y 30 años para hombres y entre 1 y 28 años para mujeres.

III.5.5. Fórmulas de interpolación utilizadas

La Tabla 14 resume las fórmulas utilizadas para calcular las tasas de mortalidad en edades tempranas para cada tabla.

Tabla 14. Extrapolación en edades tempranas

Tabla	Edades	Formula
CB-Hombres	0 - 23	$q_{x,INE}$
	24 - 52	$q_{x,INE} - (q_{53,INE} - q_{53,WH}) * \frac{(x - 23)^3 - (x - 23)}{(53 - 23)^3 - (53 - 23)}$
RV-Mujeres	20 - 23	$q_{x,INE}$
	24 - 61	$q_{x,INE} - (q_{62,INE} - q_{62,WH}) * \frac{(x - 23)^3 - (x - 23)}{(62 - 23)^3 - (62 - 23)}$
B-Mujeres	0 - 23	$q_{x,INE}$
	24 - 50	$q_{x,INE} - (q_{51,INE} - q_{51,WH}) * \frac{(x - 23)^3 - (x - 23)}{(51 - 23)^3 - (51 - 23)}$
MI-Hombres	1 - 30 ³⁵	$q_{x,INE} * (q_{31,WH}/q_{31,INE})$
MI-Mujeres	1 - 28 ³⁵	$q_{x,INE} * (q_{29,WH}/q_{29,INE})$

III.6. Empalmes

Para lograr una transición suave entre las tasas graduadas en las edades centrales y las tasas extrapoladas en las edades avanzadas, se modifican las últimas tres tasas de mortalidad de las edades centrales debido a que esta cantidad es suficiente para lograr este objetivo (considerando, además, el buen ajuste de los modelos de extrapolación ya vistos). La transición se logra a través de un promedio ponderado, donde el peso depende del número de edades ajustadas y de la curva de mayor importancia relativa³⁶.

Así, por ejemplo,

- El ajuste del q_x de la edad avanzada x corresponderá a un promedio ponderado entre el q_x de la edad central ajustada por Whittaker-Henderson y el q_x obtenido del modelo paramétrico seleccionado para la extrapolación en edades avanzadas.
- Las ponderaciones utilizadas para modificar las edades avanzadas $x - 1$, x y $x + 1$, son las siguientes: para la edad $x - 1$ se utiliza un peso igual a 1/4 en el caso del q_x obtenido por el método de extrapolación en edades avanzadas, e igual a 3/4 en el caso del q_x ajustado por Whittaker-Henderson, mientras que para la edad x los pesos se igualan (1/2) para ambos q_x y para $x + 1$, se utiliza un peso igual a 3/4 en el caso del q_x obtenido por el método de extrapolación en edades

³⁵ Para la edad 0 se utiliza la mortalidad poblacional.

³⁶ El ajuste de WH tiene mayor ponderación para las edades más distantes del punto de unión y, por el contrario, se otorga mayor ponderación al ajuste del modelo de extrapolación para las edades más cercanas al punto de unión. En función de este criterio, y considerando la definición de tres puntos de unión, se utilizó 3/4 para el más lejano, 1/4 para el más cercano al punto de unión y 1/2 para el punto central.

avanzadas, e igual a $1/4$ en el caso del q_x ajustado por Whittaker- Henderson.

IV. FACTORES DE MEJORAMIENTO

La metodología utilizada para estimar los factores de mejoramiento (FM) corresponde a un modelo de convergencia entre factores de mejoramiento de corto y largo plazo. Este enfoque, a diferencia del adoptado en tablas anteriores, refleja la expectativa de que las mejoras en la esperanza de vida eventualmente se ralentizarán y que los altos niveles de mejoramiento observado en las últimas décadas no continuarán indefinidamente.

Los factores de mejoramiento, por lo tanto, varían no solo por edad, sino también por año calendario. Si bien este cambio complejiza la aplicación de las tablas de mortalidad, refleja de mejor forma el mejoramiento en la mortalidad esperada en el futuro y está en línea con las mejores prácticas internacionales³⁷.

A continuación, se resumen las componentes de los FM y su cálculo, tanto para hombres como para mujeres:

- **FM de corto plazo (o iniciales):** Se estiman a través de un suavizado bidimensional de los logaritmos de las tasas históricas de mortalidad usando Whittaker-Henderson.
- **FM a largo plazo:** Se estableció en 1% hasta los 90 años y luego se disminuyó linealmente hasta alcanzar cero a los 105 años.
- **Método y período de convergencia:** Se utilizó un polinomio cúbico y 20 años de convergencia para llegar desde los factores de mejoramiento de corto plazo hacia los de largo plazo.

IV.1. Datos utilizados

IV.1.1. Fuente de información

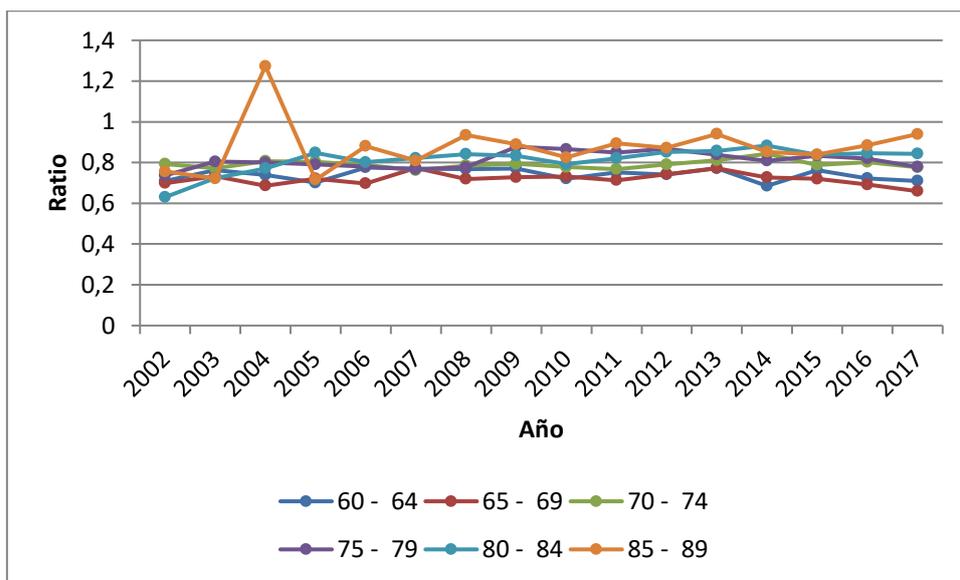
Para la estimación de los factores de mejoramiento se utilizan las tasas de mortalidad históricas de la población en Chile, proporcionadas por el INE. La razón para utilizar la información del INE y no del Sistema de Pensiones de Chile es que este último no cuenta con series de datos lo suficientemente largas y densas para modelar la mejora en las tasas de mortalidad. Adicionalmente, la población objetivo de las tablas de mortalidad ha cambiado durante los últimos 15 años, principalmente debido a la Reforma

³⁷ El uso de factores de mejoramiento en dos dimensiones (edad y año) ha sido ampliamente adoptado en el ámbito previsional, por ejemplo, en países como Canadá, Estados Unidos y Reino Unido.

Previsional de 2008³⁸, por lo que calcular mejoramientos en base a información previsional no daría cuenta del mejoramiento de la mortalidad, sino del cambio poblacional del sistema.

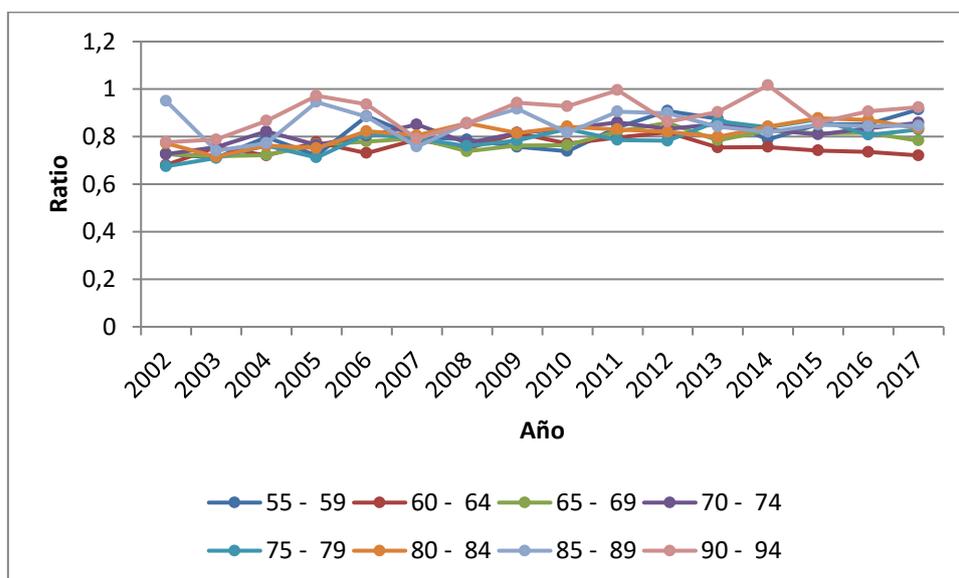
Si bien la mortalidad de la población representada por las TM previsionales es menor a la de la población del país, la razón entre ambas mortalidades se ha mantenido relativamente estable en el tiempo, con un ligero incremento, sugiriendo que ambas poblaciones han tenido niveles similares de mejoramiento de la mortalidad. Esto se observa al calcular la razón entre las tasas de mortalidad brutas del Sistema de Pensiones y las tasas poblacionales y ver su evolución temporal (ver Gráfico 19 y Gráfico 20).

Gráfico 19. Ratio de mortalidad de pensionados sobre mortalidad poblacional, por rango de edad, hombres



³⁸ Los principales cambios fueron la disminución del umbral de pensión para elegir modalidad de pensión, que pasó del monto de la Pensión Mínima al monto de la Pensión Básica Solidaria, y la eliminación del período transitorio para las pensiones de invalidez total.

Gráfico 20. Ratio de mortalidad de pensionados sobre mortalidad poblacional, por rango de edad, mujeres



IV.1.2. Descripción de los datos

Los insumos entregados por el INE corresponden a tablas de mortalidad por sexo y edad (donde la última edad que se muestra es la del grupo abierto de 100 años y más), que fueron elaboradas durante el proceso de la Estimación y Proyección de Población base 2017³⁹. El horizonte oficial de ese proceso es 1992-2050, pero el INE, a petición de la SP y CMF, añadió el período 1982-1991, elaborado mediante la misma metodología y concordante con la historia demográfica condensada en las tablas de vida del período oficial.

De acuerdo a la documentación del INE y a lo discutido con el equipo responsable de las estimaciones y proyecciones, las principales diferencias metodológicas de este proceso, comparado con los anteriores, son:

- a. El uso de la población residente en lugar de la población registrada.
- b. El uso de edades simples hasta el grupo abierto de 100 años y más, en lugar de grupos de edad de 5 años hasta el grupo abierto de 80 años y más.
- c. El uso de años calendario en lugar de períodos de cinco años.

³⁹ Estimaciones y Proyecciones de la Población de Chile 1992-2050. Total País. Metodología y Principales Resultados. INE, diciembre 2018.

IV.1.3. Período de calibración

Las estimaciones del INE se basan, en términos simples, en los censos 1982, 1992, 2002 y 2017, en estadísticas vitales alrededor de los años censales y en interpolaciones para los años intermedios. Por lo tanto, al calcular factores de mejoramiento anuales para cada edad x y año t ($FM_{x,t} = 1 - q_{x,t}/q_{x,t-1}$) se observan patrones distintos de mejoramiento, que representan los mejoramientos observados entre cada censo (ver Gráfico 21 y Gráfico 22).

Gráfico 21. Mejoramientos observados 1982-2016, hombres

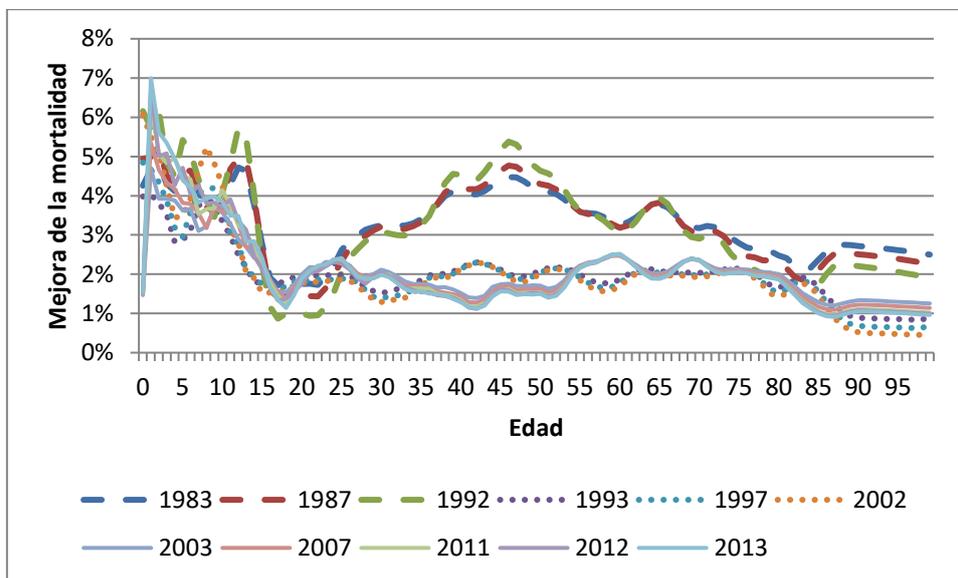
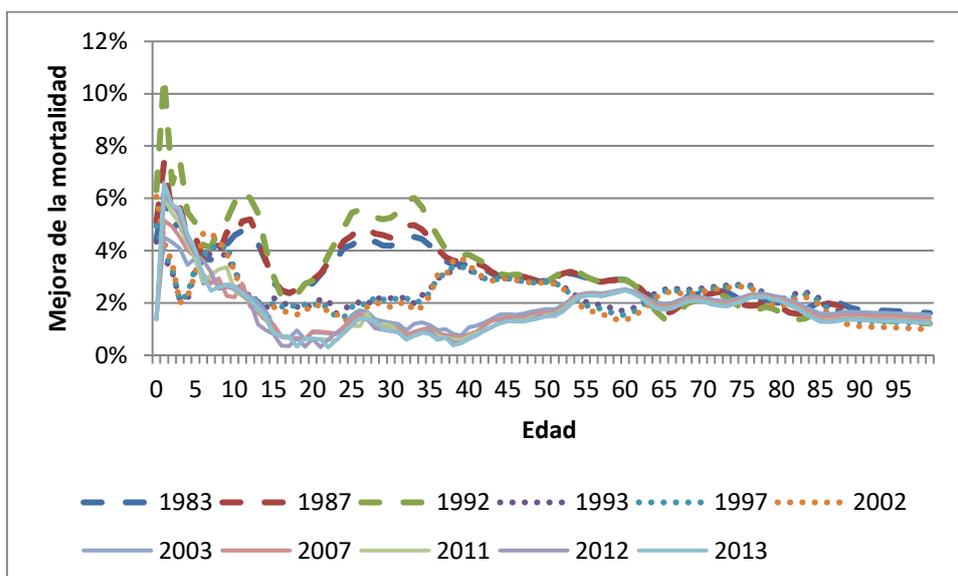
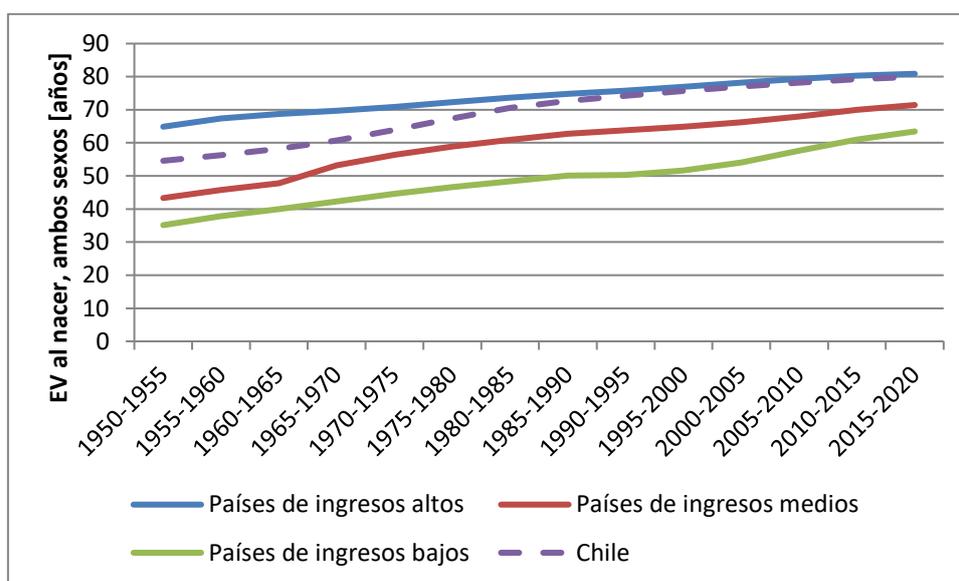


Gráfico 22. Mejoramientos observados 1982-2016, mujeres



En los gráficos se observa que los mejoramientos de la década de los 80 son particularmente altos para las edades medias, sobre todo en los hombres. En efecto, la expectativa de vida (EV) aumentó aceleradamente en esa década y en las anteriores, hasta alcanzar un nivel cercano al de los países de ingresos altos. Desde la década de los 90, en cambio, Chile ha experimentado menores mejoramientos, similares a los de otros países con altas EV, como se observa en el Gráfico 23.

Gráfico 23. Evolución de expectativa de vida al nacer, ambos sexos combinados



Fuente: United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2019). World Population Prospects 2019, Online Edition. Rev. 1.

Por lo anterior, se excluyó la década de los 80 del cálculo de los FM de corto plazo, pues es improbable que esos mejoramientos se repitan en el futuro. Por lo tanto, los FM de corto plazo se calcularon con información del censo 1992 en adelante, es decir, 25 años de información (1992-2016).

Cabe mencionar que no se observan efectos de cohorte en los mejoramientos históricos en el período considerado, lo que se aprecia en los mapas de calor de la sección IV.4, dada la ausencia de patrones diagonales en los mejoramientos.

IV.2. Factores de mejoramiento de corto plazo

Para calcular los FM de corto plazo se evaluaron diversos modelos unidimensionales⁴⁰ y luego se decidió realizar un suavizamiento, del logaritmo de las tasas de mortalidad, en

⁴⁰ Lee-Carter, P-Spline, Booth-Maindonald-Smith, Hyndman-Ullah, Robust Hyndman-Ullah, Weighted Hyndman-Ullah y Hyndman, Booth & Yasmeen (2012).

dos dimensiones (edades y años) usando el método de Whittaker-Henderson. Este método es fácil de explicar, conocido por un gran número de profesionales y usado por otros países con este mismo propósito (Ej: Canadá y Estados Unidos). El método minimiza la siguiente suma:

$$\sum \sum W_t \times (grad - brutas)^2 + h \times \sum \sum (hor \Delta^m grad)^2 + v \times \sum \sum (ver \Delta^n grad)^2$$

Donde:

grad = tasas graduadas

brutas = tasas antes de graduación

W_t = Matriz de pesos

h = factor de suavidad en dirección horizontal, i.e. a través de los años calendarios

v = factor de suavidad en dirección vertical, i.e. a través de las edades

m = orden de diferencia finita en dirección horizontal

n = orden de diferencia finita en dirección vertical

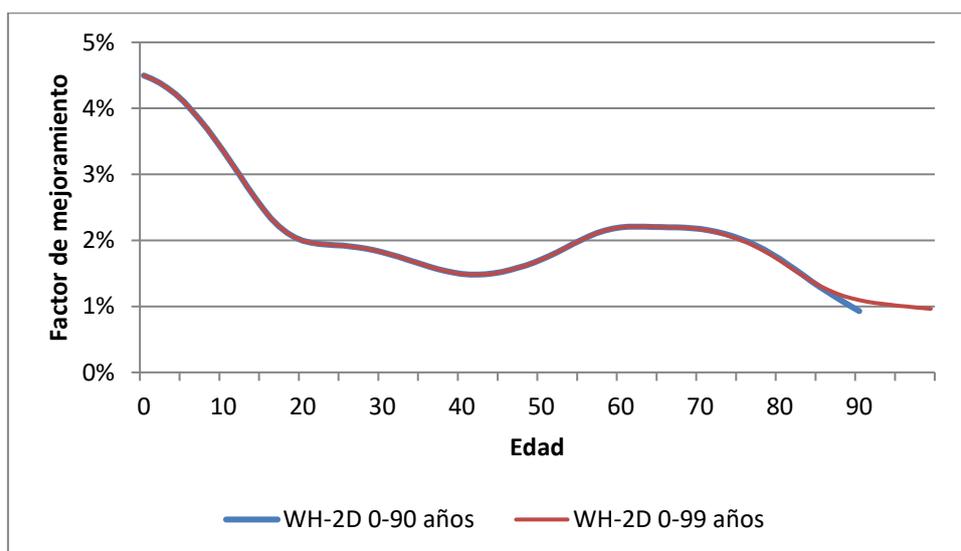
El primer término considera las diferencias entre los valores brutos de mortalidad y los valores suavizados, ponderadas por los pesos W_t . El segundo término es la suma de la *m*-ésima diferencia finita al cuadrado tomada en una dirección horizontal (a través de años dentro de cada edad) y el tercero es la suma de la *n*-ésima diferencia finita al cuadrado tomada en una dirección vertical (a lo largo de las edades dentro de cada año). Hay cuatro parámetros que deben elegirse para la graduación: los órdenes de diferencia *m* y *n* y los factores de equilibrio (o suavizado), *h* y *v*.

En vez de suavizar directamente las tasas históricas de mortalidad, se gradúa el logaritmo de dichas tasas, pues esto conduce a FM suaves. Se utilizan diferencias de orden 2 en ambos casos (*m* y *n*) y factores de equilibrio igual a 300 para las edades (*v*) y 800 para los años (*h*). Estos parámetros son similares a los usados por Canadá en su

escala MI-2017⁴¹, pero en este caso se utilizó un mayor suavizamiento a través de los años calendarios, dadas las diferencias en los patrones de mejoramiento entre censos, discutidas anteriormente. Los FM resultantes para el año 2016 tienen un nivel similar al mejoramiento observado durante los últimos 15 años en los datos del INE (2002-2016). Las ponderaciones W_t se consideran iguales a 1 para todas las edades, debido a que no se cuenta con el número de expuestos y fallecidos subyacentes en las estimaciones del INE.

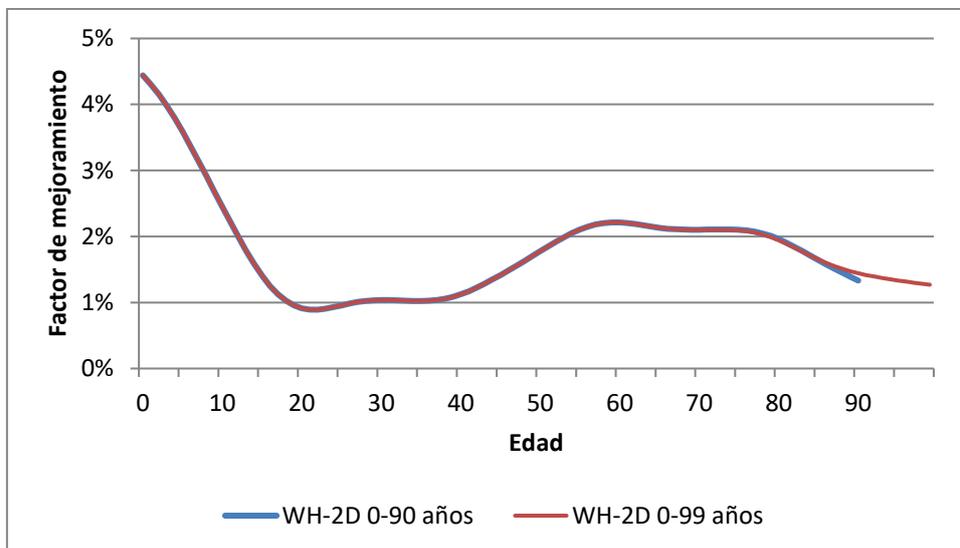
Si bien las tasas históricas de mortalidad están disponibles hasta el grupo abierto de 100 años y más, la documentación del INE indica que, dada las irregularidades observadas en las tasas en edades avanzadas, a partir de la edad 90 se realizó un ajuste adicional para suavizarlas. Por lo tanto, se evaluó utilizar el rango etario completo o acortarlo hasta los 90 años, cuando el volumen de los datos originales era suficiente para no requerir ajustes adicionales. Como se puede observar en el Gráfico 24 y el Gráfico 25, usar datos hasta la edad 90 para el suavizamiento produce FM más consistentes en las edades avanzadas, con un decrecimiento casi lineal a cero (lo que no sucede con un decaimiento lineal desde los 100 años). Además, utilizar un decaimiento lineal a cero más allá de un límite es una práctica común, como por ejemplo en los factores de mejoramiento canadienses. Por lo tanto, el cálculo de los FM de corto plazo se hizo considerando las edades de 0 a 90 años.

Gráfico 24. FM de hombres al año 2016, según tramo edad usado



⁴¹ Escala de mejora de la mortalidad bidimensional, por el Instituto Canadiense de Actuarios.

Gráfico 25. FM de mujeres al año 2016, según tramo edad usado



Típicamente la aplicación del método de WH requiere desechar algunas edades o años dado que la calidad del suavizamiento en los bordes de la ventana de suavizamiento es peor, pues se suaviza con menos datos. En este caso, no se observó ese efecto, dado que los datos del INE ya están suavizados en ambas direcciones⁴², por lo que no se descartaron datos suavizados. La estimación de los FM de corto plazo, por lo tanto, corresponde al último año suavizado (mejoramiento de las tasas de mortalidad el año 2016, con respecto al año anterior).

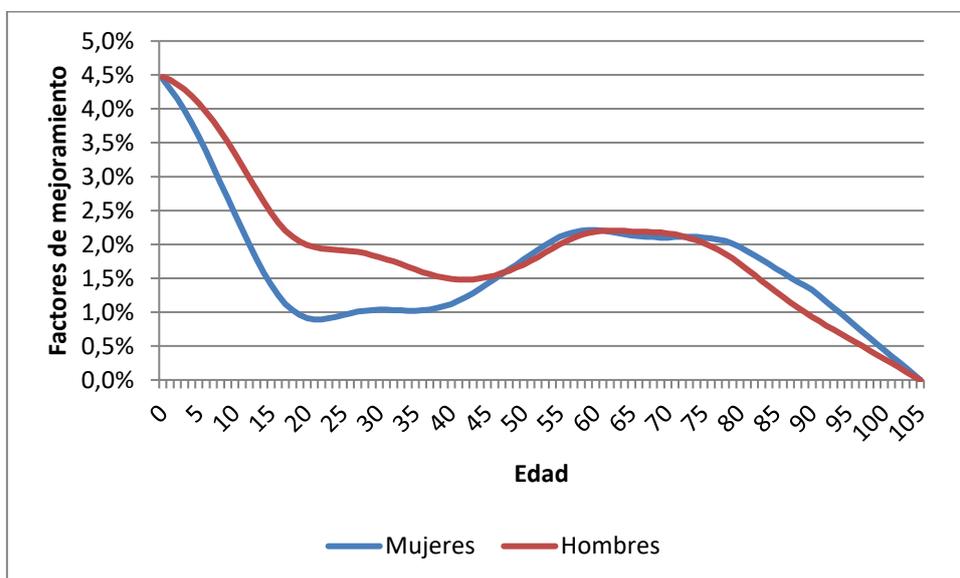
Los FM iniciales para edades superiores a los 90 años se calcularon con un decaimiento lineal a cero hasta los 105 años. Esto se debe a que, aunque hay evidencia de mejoras en las edades más avanzadas, la literatura no es del todo clara y proporciona evidencia en ambas direcciones. Un descenso a cero hasta 105 años está más en línea con la práctica internacional⁴³ que el límite de 100 años de las tablas 2014. Adicionalmente, este descenso a cero de 90 a 105 años está en línea con el suavizamiento para edades menores a 90 años (donde los mejoramientos ya tienen un decaimiento lineal por sí solos), como se ve en el

⁴² En los datos del INE, la transición en los años censales no es suave, pero esos años no están en el borde de la ventana usada.

⁴³ En sus últimas tablas Canadá usó 105 años; el Reino Unido, 110 años y Estados Unidos, 115 años.

Gráfico 26.

Gráfico 26. Factores de Mejoramiento de corto plazo



IV.3. Factores de largo plazo

El nivel de los factores de mejoramiento de largo plazo es un parámetro muy relevante en las proyecciones futuras de longevidad. Además, es un insumo que contiene cierto grado de subjetividad y juicio experto.

Varios avances médicos han elevado la esperanza de vida durante el último siglo y han permitido alcanzar una longevidad nunca antes vista. Sin embargo, existe evidencia contradictoria sobre cómo evolucionarán las mejoras a largo plazo. Algunos expertos creen que aún queda un margen considerable para seguir aumentando la longevidad a través de eventuales avances médicos; por otro lado, se argumenta que las tasas actuales de mejora de la mortalidad difícilmente se seguirán produciendo y que ya estamos cerca de los límites del mejoramiento.

La evolución de las mejoras históricas en la mortalidad también puede ayudar a determinar la tasa a largo plazo. Como se ve en la siguiente tabla, se observa que las mejoras en la mortalidad han ido disminuyendo a lo largo de los años.

Tabla 15. Evolución de los FM observados en Chile

Grupo etario	Últimos 35 años		Últimos 25 años		Últimos 15 años	
	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres
20-39	2,1%	2,3%	1,9%	1,6%	1,9%	0,9%
40-64	2,5%	2,3%	2,0%	2,1%	1,8%	1,8%
65-74	2,4%	2,2%	2,1%	2,2%	2,2%	2,0%
75-84	1,9%	2,0%	1,8%	2,1%	1,8%	2,0%
85-94	1,4%	1,5%	1,0%	1,4%	1,1%	1,4%
95-99	1,3%	1,3%	0,9%	1,3%	1,1%	1,4%

Fuente: Elaboración propia en base a información proporcionada por el INE

Por otro lado, se puede observar⁴⁴ que los países que tienen mayores expectativas de vida suelen ser aquellos que tienen un PIB mayor. En el caso de Chile, si bien se observa que este se encuentra con niveles de expectativa de vida similares a países desarrollados, el PIB es sustancialmente menor, lo que indica que Chile aún podría continuar experimentando mejoramientos al nivel actual por unos años más. A continuación, se muestra una comparación de la esperanza de vida al nacer para países que tienen una esperanza de vida similar a Chile y el PIB per cápita de cada uno de estos países.

Tabla 16. Expectativa de vida al nacer para países con alta longevidad

País	2015	2016	2017	2018	2019
Canadá	82,0	82,1	82,2	82,3	82,4
Chile	79,6	79,8	79,9	80,0	80,2
Reino Unido	81,1	81,1	81,2	81,2	81,3
Japón	83,9	84,1	84,3	84,5	84,6
Corea	82,1	82,4	82,6	82,8	83,0
Estados Unidos	78,9	78,9	78,9	78,9	78,9

⁴⁴ Our World in Data: Life Expectancy vs GDP per capita, 2015
<https://ourworldindata.org/grapher/life-expectancy-vs-gdp-per-capita?tab=chart&stackMode=absolute&country=CHL~CAN~JPN~NZL~KOR~ESP~GBR~USA®ion=World>

Tabla 17. PIB per cápita medido en dólares internacionales 2011

País	2015	2016
Canadá	42.844	42.969
Chile	21.340	21.446
Reino Unido	38.749	39.162
Japón	36.030	36.452
Corea	35.316	36.151
Estados Unidos	52.591	53.015

Nota: PIB corregido por inflación y diferencias de precios entre países.

Fuente: <https://ourworldindata.org/grapher/life-expectancy-vs-gdp-per-capita?tab=chart&stackMode=absolute&country=CHL~CAN~JPN~NZL~KOR~ESP~GBR~USA®ion=World>

En la siguiente tabla se muestran los factores de mejoramiento de largo plazo que han considerado distintas tablas de mortalidad de Canadá, Estados Unidos y Reino Unido.

Tabla 18. FM de largo plazo en distintos países

Assumed Long-Term Rate of Annual Mortality Improvement Assumption									
Age	MI-2017	2015 Statistics Canada (Males) ¹	2015 Statistics Canada (Females) ¹	27 th CPP Actuarial Report ²	2016 U.S. Trustees Report ³	2015 U.S. Technical Panel ⁴	QPP Actuarial report as at 31/12/2015 2046–2055 ⁵		2014 UK ONS ⁶
							Male	Female	
20	1.0%	1.2%	1.0%	0.80%	1.01%	1.00%	0.5%	0.5%	1.20%
40	1.0%	0.9%	1.0%	0.80%			0.5%	0.5%	
65	1.0%	1.3%	1.1%	0.80%	0.74%		0.9%	1.1%	
75	1.0%	1.1%	1.0%	0.80%			1.3%	1.3%	
85	1.0%	0.6%	0.7%	0.80%	0.49%		0.5%	0.5%	
95	0.6%	0.1%	0.1%	0.45%			0.5%	0.5%	
100	0.2%	0.0%	0.1%	0.30%			0.2%	0.4%	
105	0.0%	0.0%	0.0%	0.10%			0.2%	0.4%	

Fuente: Task Force Report on Mortality Improvement, Canadian Institute of Actuaries, April 2017

¹ The 2015 Statistics Canada Population Projections for Canada medium assumption for the period 2031/2032.

² The 27th Actuarial Report on the Canada Pension Plan as at 31 December 2015.

³ The 2016 Trustees ultimate intermediate assumptions are for the period 2040–2090.

⁴ The 2015 Technical Panel ultimate assumptions are for the period 2039–2089.

⁵ The QPP mortality improvement rates are shown by decades. For ages over 50, mortality-to-incidence ratios (MIRs) in the decade 2036–2045 are slightly higher than shown, and for the decade 2056–2065 are slightly lower than shown (especially for males).

⁶ The 2014 Office for National Statistics in the UK principal projection assumptions are for the period 2038+.

Como ya se ha mencionado, la evidencia sobre la evolución futura de la mortalidad no es concluyente. La tasa de largo plazo para las tablas de mortalidad previsionales de Chile, se fijó en el 1% porque permite situarse en un escenario intermedio respecto a lo observado a nivel internacional. Además, se analizaron los impactos en EV, para edades relevantes según los diferentes tipos de pensionados, de modificar el FM de largo plazo desde 1% a 0,8% y 1,2%, sin observar cambios importantes, como se muestra en la tabla a continuación:

Tabla 19. Cambios en EV para diferentes valores de las tasas de largo plazo

Tipo de pensión	Edad	TM 2020 1%	TM 2020 0,8%	TM 2020 1,2%	DIF(meses) 0,8%	DIF(meses) 1,2%
Causante Hombre	65	21,34	21,18	21,51	-1,92	2,04
Causante Mujer	60	30,58	30,34	30,82	-2,88	2,88
Invalído Hombre	55	21,84	21,60	22,09	-2,88	3,00
Invalída Mujer	50	31,55	31,18	31,93	-4,44	4,56

Se observa que aumentar la tasa de largo plazo de 1% a 1,2%, aumenta la expectativa de vida de un pensionado hombre de 65 años en aproximadamente 2 meses, y en caso contrario, al disminuirla a 0,8%, se observa un cambio similar, pero en sentido contrario, es decir, una baja en la expectativa de vida de casi 2 meses. En el caso de una mujer pensionada de 60 años, los cambios son similares a los observados en hombres, pero esta vez alcanzan valores cercanos a 3 meses. Las mayores diferencias se observan para pensionadas por invalidez de 50 años, para quienes un cambio en la tasa de largo plazo conlleva a 4,5 meses de diferencia en expectativa de vida según se aumente o disminuya la tasa de largo plazo.

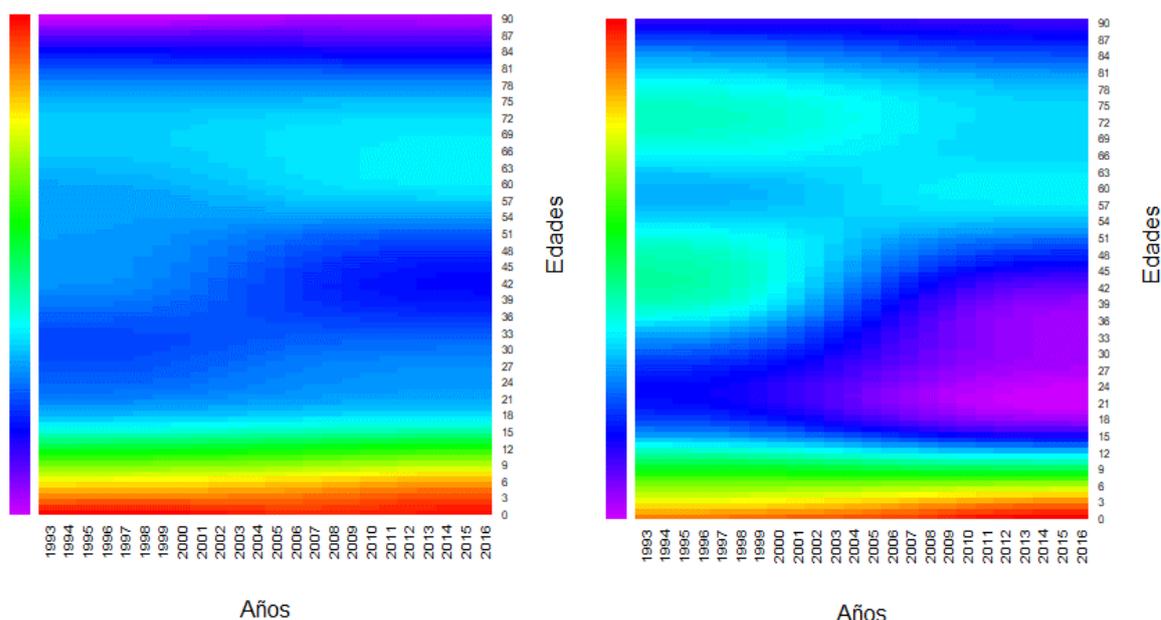
Por otro lado, como ya se mencionó, Chile está por debajo del PIB per cápita en comparación con países con expectativas de vida similares, por lo que esto puede compensarse con un período más largo de convergencia entre una tasa de corto y una de largo plazo, que el usado por otros países.

Para los FM de largo plazo en edades superiores a los 90 años se asumió el mismo criterio que en los FM de corto plazo, es decir, un decaimiento lineal a 0 hasta los 105 años.

IV.4. Convergencia al largo plazo

La elección del período de convergencia para el modelo bidimensional requiere de juicio experto. El análisis de mapas de calor puede ayudar a comprender las variaciones en las tasas de mejora para edades tempranas, centrales y avanzadas (ver Gráfico 27). Se observa que en edades tempranas las volatilidades de las mejoras han sido mayores (así como en jurisdicciones como Canadá o Inglaterra), lo que podría justificar un período de convergencia más corto en estas edades. Sin embargo, se decidió utilizar un período de convergencia más largo para las edades tempranas (modelos como CMI o MI-2017 usan 10 años de convergencia), para permitir un margen más conservador porque Chile, aunque tiene EV similares a las de esos países, aún mantiene diferencias significativas en el PIB per cápita. Por lo anterior, se definió un período de convergencia de 20 años para todas las edades.

Gráfico 27. Mapa de calor de los FM suavizados, para hombres (izq.) y mujeres (der.) ⁴⁵



Para la definición y determinación de un método de convergencia, se revisó la literatura observándose que la práctica común es el uso de polinomios cúbicos. Este tipo de convergencia tiende a producir una convergencia suave desde los FM históricos más recientes a los FM de largo plazo.

⁴⁵ La escala en el mapa de calor presentado muestra los mejoramientos más elevados asociados al color rojo y va disminuyendo en intensidad de acuerdo a los cambios en los datos.

Dado que no se observaron efectos de cohorte significativos en los datos de la población chilena (pues no hay presencia de patrones diagonales en los mejoramientos históricos como puede verse en los mapas de calor), se adoptó un único polinomio de convergencia, como el usado en la escala MI-2017 de Canadá, entre el año 2016 (último año suavizado) y la tasa de largo plazo. Se asume que la pendiente es cero en el último año y la pendiente al inicio se toma como la pendiente de 2015 a 2016 hasta un valor absoluto máximo de 0,003, utilizando una ecuación separada para cada edad.

La fórmula de la ecuación cúbica es:

$$AA_{x,t} = AA_{x,2016} + m \times (t - 2016) - \frac{2 \times m \times (t_{ult} - 2016) - 3 \times (AA_{x,t_{ult}} - AA_{x,2016})}{(t_{ult} - 2016)^2} \times (t - 2016)^2 + \frac{m \times (t_{ult} - 2016) - 2 \times (AA_{x,t_{ult}} - AA_{x,2016})}{(t_{ult} - 2016)^3} \times (t - 2016)^3$$

Donde, t es el año de mejora, x es la edad, m es la pendiente en 2016 y t_{ult} es el primer año en el que se aplica la tasa de largo plazo, en este caso, el año 2036, ya que hay 20 años de convergencia.

Los siguientes gráficos muestran la convergencia de los FM:

Gráfico 28. Convergencia de los FM de mujeres al largo plazo

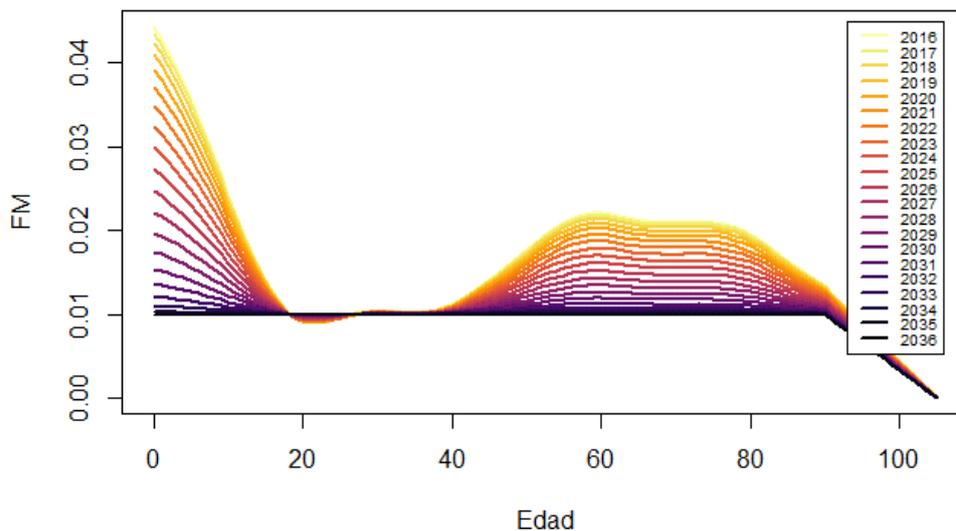
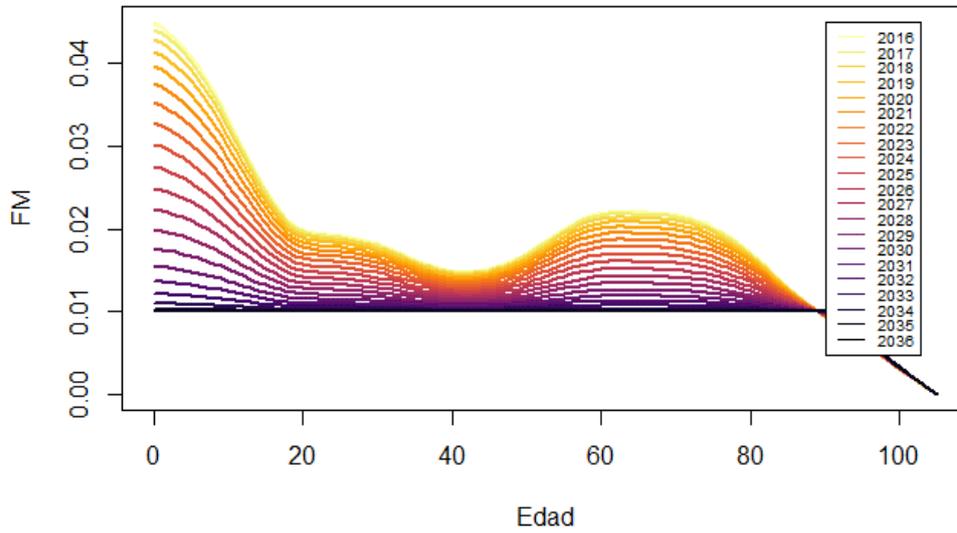


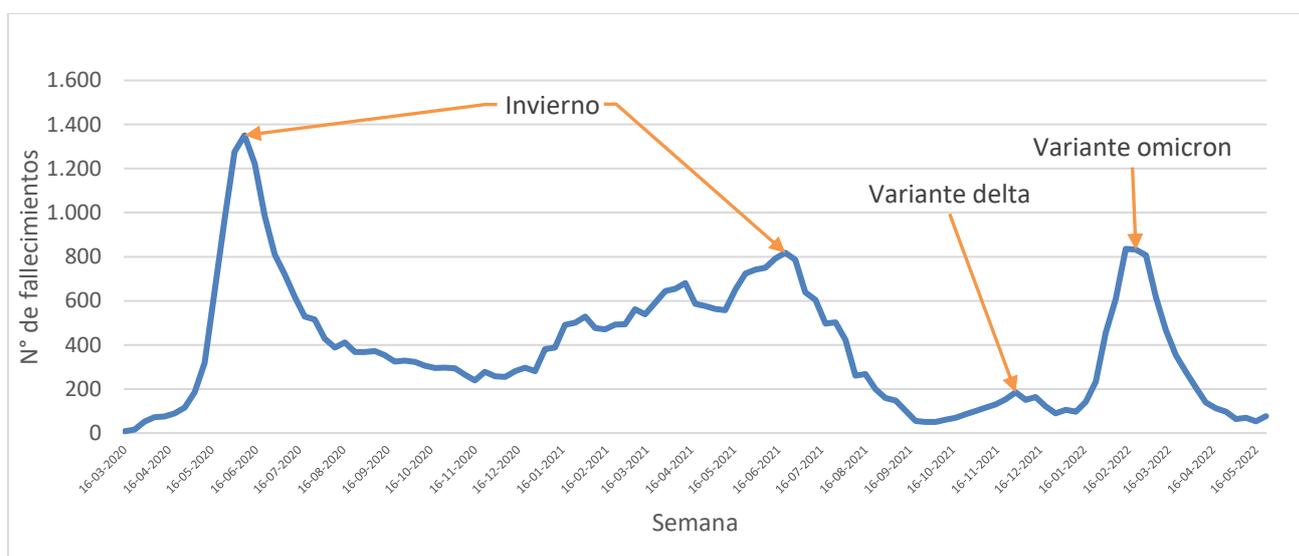
Gráfico 29. Convergencia de los FM de hombres al largo plazo



V. EFECTOS DEL COVID-19 EN LOS SUPUESTOS DE MORTALIDAD

A lo largo de las últimas décadas, Chile ha experimentado una disminución continua de los niveles generales de mortalidad, lo que se ha traducido en mejores expectativas de vida de la población. Esta mayor longevidad puede atribuirse principalmente a avances sustanciales en las condiciones de vida y de la urbanización, en el aumento del nivel educativo y en los avances verificados en materia de salud. Sin embargo, en este contexto de disminución de la mortalidad, el primer semestre de 2020 la Organización Mundial de la Salud (OMS) declaró la emergencia sanitaria internacional por el COVID-19 y, tras una evolución exponencial del número de infectados, la OMS declaró el brote de una pandemia. En Chile, el primer fallecimiento por COVID-19 fue reportado el 16 de marzo de 2020 y, desde ese momento, se han experimentado diversas olas de contagios y fallecimientos, afectando de esta forma la mortalidad de la población desde 2020 a la fecha y, en particular, la mortalidad de la población en edad de pensionarse⁴⁶ (ver Gráfico 30).

Gráfico 30. N° fallecimientos semanales por COVID-19 (mujeres mayores a 60 años y hombres mayores a 65 años)



Fuente: Elaboración propia para hombres y mujeres en edad de pensión, con información del Departamento de Estadísticas e Información de Salud (DEIS) con cierre 02/06/2022.

⁴⁶ 60 años o más para mujeres y 65 años o más para hombres.

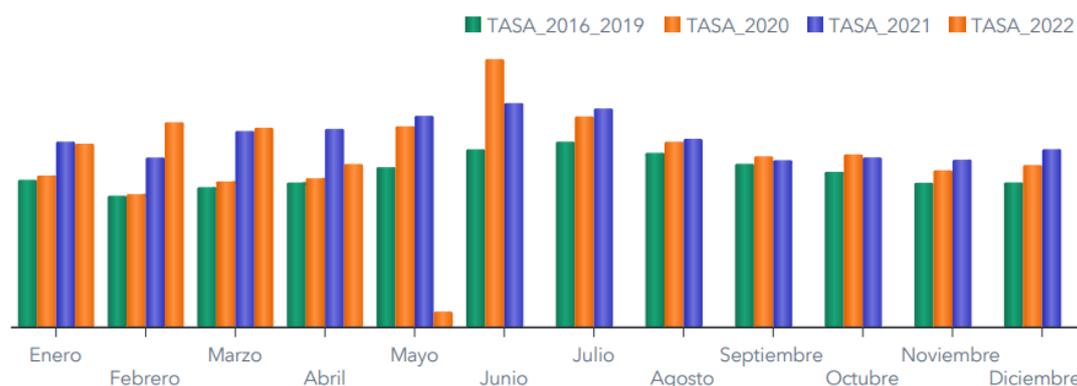
Por lo anterior, el efecto que tendrá el COVID-19 en la población usuaria de las tablas de mortalidad previsionales debe ser estudiado con detención, de modo de determinar, si los efectos de la pandemia tendrán impacto en la sobrevivencia futura de la población pensionada y, con ello, determinar los ajustes a realizar a las tablas de mortalidad propuestas en caso de ser necesario.

V.1. Aumento de mortalidad experimentados durante la pandemia

En Chile, la mortalidad de la población general ha aumentado desde el inicio de la pandemia observándose un aumento en 2020-2022 en comparación al periodo 2016-2019 (ver Gráfico 31).

Gráfico 31. Tasa promedio de mortalidad (por cien mil habitantes)

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

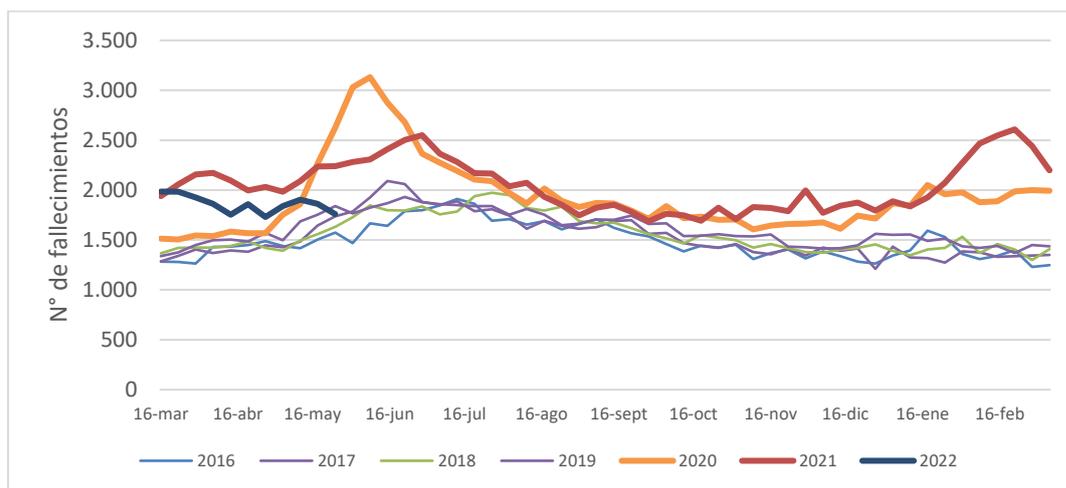


Fuente: Informe semanal de defunciones por COVID-19 N°99, Ministerio de Salud.

Al comparar la mortalidad del periodo 2016-2019 con la mortalidad en el periodo 2020-2022, se observa que hay un aumento de la mortalidad en todos los meses observados, donde el mayor cambio en la tasa de mortalidad se registró en junio 2020. Estas variaciones pueden ser explicadas por los efectos directos del COVID-19 (fallecimientos debido al contagio por COVID-19), como también aquellos provocados de forma indirecta (fallecimiento debido al menor acceso a la atención médica por parte de las personas). Sin embargo, también se esperaría algunos cambios de comportamiento que fuesen positivos en pos de disminuir la mortalidad, como son una menor exposición a otros virus respiratorios y una mejor higiene.

Este efecto de mayor mortalidad observada durante 2020-2022 también puede apreciarse si comparamos el número de fallecimientos totales desde 2016 a la fecha para la población en edad de pensión (ver Gráfico 32).

Gráfico 32. N° fallecimientos totales para hombres y mujeres en edad de pensión



Fuente: Elaboración propia para hombres y mujeres en edad de pensión, con información del Departamento de Estadísticas e Información de Salud (DEIS) con cierre 02/06/2022.

En el gráfico, se puede ver la mayor mortalidad en 2020-2022, observándose al igual que para la población general, la mayor desviación en junio 2020. Adicionalmente, a mayo de 2022 se observa que estas desviaciones han ido disminuyendo⁴⁷.

V.1.1. Diferencias en la mortalidad por rango etario

El aumento en mortalidad ha variado también por rango etario, donde de acuerdo con la información disponible por el MINSAL (ver Tabla 20 **Error! No se encuentra el origen de la referencia.**), el rango etario menos afectado corresponde a 0-29 años y los rangos etarios más afectados corresponden a 50-59 y 60-69. En el rango de 0-29 años, se observó en su mayoría variaciones negativas de la mortalidad (es decir, hubo una menor mortalidad en 2020, 2021 y 2022 (parcial) respecto a las tasas de mortalidad promedio de 2016-2019). Por otro lado, los rangos etarios 50-59 y 60-69, alcanzaron hasta un 64% de mayor mortalidad (abril-21) y 70% (junio-20), respectivamente.

⁴⁷ Durante el proceso de consulta pública, se observó un aumento en el número de fallecidos para el periodo junio-octubre 2022. Sin embargo, este fue menor respecto al periodo 2020-2021. Este aspecto también es discutido en el apartado Covid-19 de la sección VII. Proceso de Consulta Pública del informe normativo publicado con las TM2020.

Excluyendo el periodo mayo-22, el cual muestra información parcial, en abril-22 se puede ver que la variación en la mortalidad (respecto a 2016-2019) ha disminuido en comparación a lo ocurrido en el mismo mes de 2021 en todos los rangos etarios excepto el rango 0-29 donde ha aumentado de -12% a -8%.

Tabla 20. Variación porcentual de la mortalidad en base a mortalidad promedio 2016-2019 por rango etario

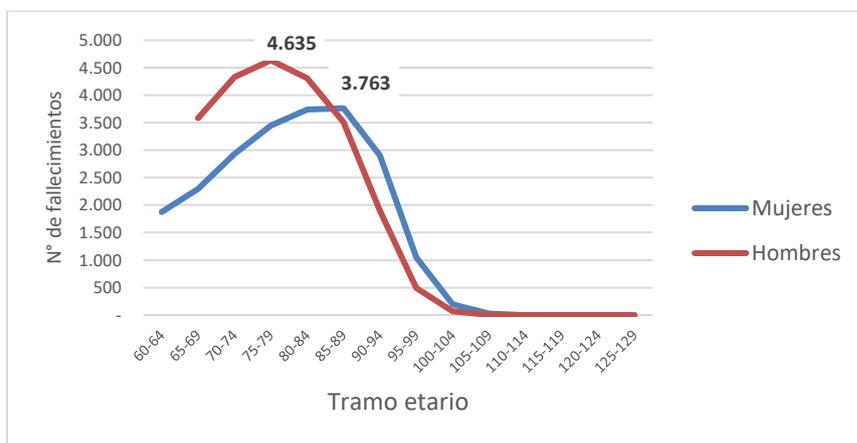
Grupo_etario ▲				Grupo_etario ▲				Grupo_etario ▲			
0 a 29				30 a 49				50 a 59			
Mes ▲	Variación 2020	Variación 2021	Variación 2022	Mes ▲	Variación 2020	Variación 2021	Variación 2022	Mes ▲	Variación 2020	Variación 2021	Variación 2022
Enero	-4%	-14%	-9%	Enero	-9%	6%	14%	Enero	-2%	24%	14%
Febrero	-5%	-5%	13%	Febrero	-8%	14%	10%	Febrero	2%	24%	31%
Marzo	-9%	1%	-10%	Marzo	0%	32%	22%	Marzo	-1%	38%	23%
Abril	-15%	-12%	-8%	Abril	-2%	29%	-2%	Abril	7%	64%	10%
Mayo	-4%	-7%	-93%	Mayo	24%	44%	-93%	Mayo	28%	60%	-90%
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%	.

Grupo_etario ▲				Grupo_etario ▲				Grupo_etario ▲			
60 a 69				70 a 79				80 +			
Mes ▲	Variación 2020	Variación 2021	Variación 2022	Mes ▲	Variación 2020	Variación 2021	Variación 2022	Mes ▲	Variación 2020	Variación 2021	Variación 2022
Enero	0%	25%	10%	Enero	-3%	23%	10%	Enero	-5%	10%	13%
Febrero	-3%	27%	32%	Febrero	-3%	21%	32%	Febrero	-9%	15%	56%
Marzo	5%	44%	18%	Marzo	-4%	31%	22%	Marzo	-5%	21%	39%
Abril	-3%	43%	1%	Abril	-1%	30%	-1%	Abril	-7%	12%	0%
Mayo	27%	33%	-91%	Mayo	27%	20%	-92%	Mayo	7%	8%	-91%
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%	.

Fuente: Informe semanal de defunciones por COVID-19 N°99, Ministerio de Salud.

Por otro lado, si observamos el número de fallecimientos totales por rango etario durante el periodo de pandemia (ver Gráfico 33), vemos que el mayor número de fallecimientos corresponde a edades entre 75-79 años para hombres y 85-89 años para mujeres.

Gráfico 33. N° fallecimientos por COVID por tramo etario (virus identificado o no)⁴⁸



V.1.2. Exceso de mortalidad durante la pandemia

Una de las formas más comunes de medir los efectos del COVID-19 en la mortalidad es determinar el exceso de mortalidad⁴⁹, es decir, la desviación de fallecimientos respecto a lo que se hubiese esperado de no haber ocurrido la pandemia. El exceso de mortalidad puede explicarse tanto por las muertes por COVID-19, como por el cambio en otras causas de muerte. Dado que la mortalidad es mayor entre las personas con enfermedades preexistentes, algunas personas que hubieran muerto por otras causas, murieron en cambio por COVID-19 (muertes aceleradas). Por ejemplo, 12.361 personas por encima de la edad de jubilación murieron en 2019 por "Enfermedades del sistema respiratorio", pero sólo 8.794 en 2020 y 9.421 el año 2021. Este descenso podría explicarse por las muertes aceleradas y por los efectos indirectos de la pandemia, ya que hubo menos circulación de otros virus respiratorios.

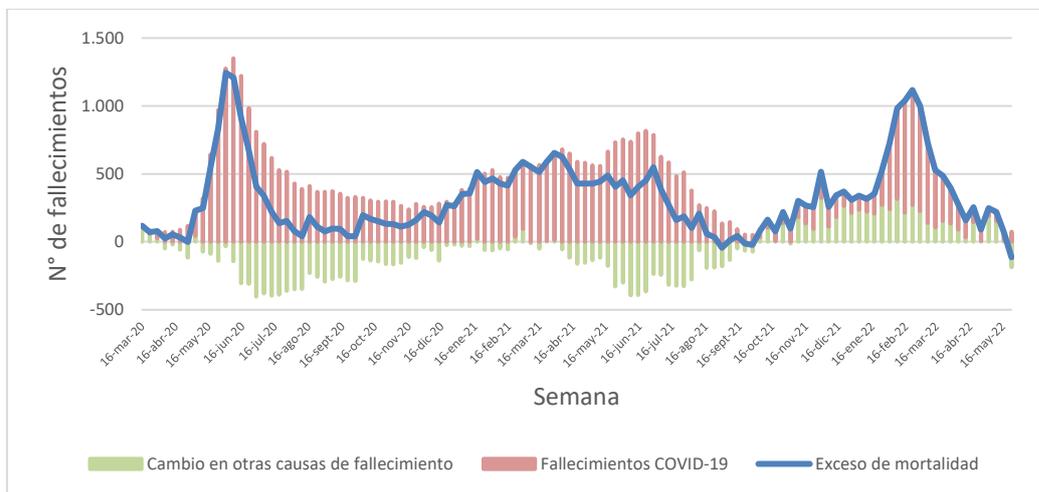
Los siguientes gráficos muestran a nivel poblacional en Chile, la evolución del exceso de mortalidad entre las personas en edad de pensión, desagregándolo en dos causas. La curva azul muestra el exceso de mortalidad y las barras muestran cómo esta mortalidad puede explicarse por las muertes por COVID-19 y por el cambio en las muertes por otras

⁴⁸ Considera los códigos CIE U07.1 (COVID-19, virus identificado) y U07.2 COVID-19 (virus no identificado).

⁴⁹ Para determinar el exceso de mortalidad se extrapola la tendencia lineal observada entre 2016-2019 para determinar el crecimiento en el número de fallecimientos y aplicó este crecimiento semanalmente al promedio 2016-2019.

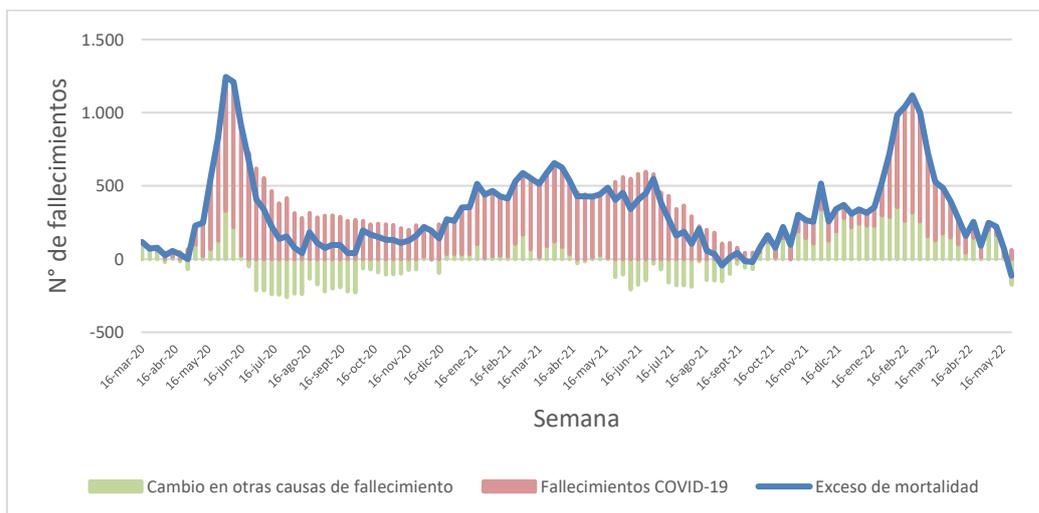
causas. El primer gráfico considera tanto los casos de virus identificado como no identificado y el segundo gráfico considera solo los casos de virus identificado:

Gráfico 34. Exceso de mortalidad debido a COVID-19 (virus identificado o no) y cambios en otras causas de muertes



Fuente: Elaboración propia para hombres y mujeres en edad de pensión, con información del Departamento de Estadísticas e Información de Salud (DEIS) con cierre 02/06/2022.

Gráfico 35. Exceso de mortalidad debido a COVID-19 (sólo virus identificado) y cambios en otras causas de muertes



Fuente: Elaboración propia para hombres y mujeres en edad de pensión, con información del Departamento de Estadísticas e Información de Salud (DEIS) con cierre 02/06/2022.

V.2. Efectos de enfermedades subyacentes en la mortalidad por COVID-19 y población sobreviviente

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 en casi cinco veces (~5x). 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 con los análisis señalados por la OCDE, la gran mayoría de las personas que mueren a causa del COVID-19 tienen al menos una comorbilidad y son comunes las comorbilidades múltiples. Asimismo, 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.

V.3. 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, no existe certidumbre acerca de los impactos a más largo plazo, debido a los efectos que podría tener la pandemia en el estado de salud. Lo anterior, aumenta el riesgo de que la mortalidad observada se desvíe de los supuestos utilizados en su construcción, 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 debieran volver a sus niveles de referencia. Este fue el caso después de la pandemia de gripe española de 1918-1919. El

Gráfico 36 muestra que la esperanza de vida volvió a su tendencia anterior en 1920, superando incluso el nivel observado antes de la pandemia.

Gráfico 36. Evolución de la esperanza de vida, WP OCDE 2021.



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

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. Lo anterior, 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 volverían a su trayectoria anterior en unos pocos años, como ocurrió después de la pandemia de gripe española de 1918-1919.

V.4. Conclusiones respecto a 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 previsionales, es necesario recordar que el objetivo de estas tablas es garantizar que, en el caso de rentas vitalicias, habrá un adecuado nivel de reservas para el pago de todas las pensiones comprometidas hasta el fallecimiento del pensionado y sus beneficiarios. En el caso de retiro programado, el objetivo es garantizar que los fondos acumulados por el pensionado no se agotarán antes del fallecimiento del pensionado y sus beneficiarios. Las tablas de mortalidad debiesen basarse en el supuesto de mejor

estimación de la mortalidad y, por lo tanto, es relevante que reflejen las tasas de mortalidad actuales y futuras que se esperan de la población sobreviviente de la pandemia.

Al considerar el periodo de construcción de las tasas de mortalidad, es importante evaluar 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 la pandemia corresponde a un periodo anómalo que ha cambiado la tendencia observada hasta antes de 2020. Por lo anterior, este periodo no debiese incluirse en la construcción de las tablas de mortalidad, debido a que incluirlo 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.

Asimismo, actualmente no existe información suficiente que indique un efecto permanente en la mortalidad por causa del COVID-19. Por ello, cualquier ajuste de la mortalidad esperada a largo plazo no se justifica dada la falta de información al respecto. 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 previsionales, de modo de corregir oportunamente cualquier desviación en la mortalidad.

Por lo tanto, las tablas de mortalidad construidas con información hasta diciembre de 2019 entregan la mejor información de la tendencia esperada para la mortalidad post-pandemia, esto es, cuando pasen los efectos temporales de la crisis sanitaria en curso.

APÉNDICE N° 1. MÉTODOS DE EXTRAPOLACIÓN

- **Gompertz:**

$$q_x = 1 - g^{(-c^x \cdot (c-1))}$$

- **Makeham:**

$$q_x = 1 - s \cdot g^{(-c^x \cdot (c-1))}$$

- **Quadratic:**

$$q_x = 1 - e^{(-e^{(a+bx+cx^2)})}$$

- **Heligman and Pollard (1^{ra} ley):**

$$q_x = A^{(x+B)^C} + D \cdot e^{(-E \cdot (\ln(x) - \ln(F))^2)} + (a \cdot b^x) / (1 + a \cdot b^x)$$

- **Heligman and Pollard (3^{er} ley):**

$$q_x = A^{(x+B)^C} + D \cdot e^{(-E \cdot (\ln(x) - \ln(F))^2)} + (a \cdot e^{b \cdot x^k}) / (1 + a \cdot e^{b \cdot x^k})$$

- **Kannisto:**

$$q_x = 1 - e^{-((ae^{(bx)}) / (1 + ae^{(bx)})) + c}$$

APÉNDICE N° 2. DETALLES METODOLÓGICOS

I. MÉTODO DE AJUSTE WHITTAKER HENDERSON TIPO B

El método de ajuste de Whittaker Henderson Tipo B (WH) consiste en una combinación de regresión lineal y el método Bayesiano de ajuste.

Podemos definir la fórmula de WH de la siguiente manera:

$$M = F + hS$$

$$F = \sum W_x (q_x - q_x^0)^2 \quad S = \sum (\Delta^z q_x)^2$$

Donde,

F (*fit*): es la medida de ajuste

S (*smooth*): es una medida de suavidad de la curva

h : es el parámetro de suavidad de la curva

q_x : tasa de mortalidad obtenida luego de la graduación para la edad x

q_x^0 : tasa de mortalidad bruta (antes de la graduación) para la edad x

Descripción de F

Esta es la parte asociada a la minimización de los residuos cuadrados ponderados por el peso (W_x) de la muestra en cada edad, de tal forma que los residuos que tienen una muestra grande deben ser más pequeños para mantener F lo más cerca de cero. Mientras F tiende a cero el ajuste es mejor.

El ponderador W_x toma en cuenta la varianza de la variable aleatoria U_x asumiendo una distribución normal. U_x es una variable aleatoria binomial, pero puede ser

aproximada por una variable aleatoria normal siempre que el número de observaciones n_x sea lo suficientemente grande.

$$W_x = 1/Var(U_x)$$

Sabemos que la varianza es inversamente proporcional al número de observaciones. A mayores observaciones la varianza disminuye:

$$Var(U_x) = V_x(1 - V_x)/n_x \approx q_x^0(1 - q_x^0)/n_x$$

Entonces,

$$W_x = n_x/V_x(1 - V_x) \approx n_x/q_x^0(1 - q_x^0)$$

El ponderador da más importancia al q_x bruto cuya varianza es menor (el ponderador va a ser más grande).

Descripción de S

Para definir la suavidad de la curva generalmente se utilizan las diferencias finitas de diferente orden sobre los valores de q_x brutos. **S** se obtiene de la suma cuadrada de las diferencias finitas. Si por ejemplo, $z=4$ estamos considerando que la secuencia q_x se asemeja a un polinomio de grado 3. Debemos recordar que las diferencias finitas se asemejan a una derivada y, por lo tanto, el orden de diferencia condiciona el grado del polinomio.

Para encontrar los valores de q_x ajustados es necesario minimizar **M**, que es una función con n incógnitas de los valores q_x . Entonces, los q_x que minimizan **M** corresponden a la solución para las n ecuaciones como resultado de la derivada parcial de **M** con respecto a q_x .

$$\partial M / \partial q_x = 0 \text{ para } x = 1, 2, 3, \dots, N$$

Es posible encontrar este resultado representando el problema en forma matricial.

II. DESCRIPCIÓN DE TEST ESTADÍSTICOS

a. El test de Chi Cuadrado.

Es un test completo que sólo se utiliza como referencia para verificar si las tasas brutas de mortalidad representan a la población. Mide las desviaciones estándar de la estimación respecto de las tasas brutas de mortalidad. Una de las limitaciones de este test es que puede haber grandes desviaciones en ciertas edades y pequeñas en otras, por lo que el resultado final es aceptable según el test. Deseablemente estas desviaciones deben ser constantes para obtener un buen resultado.

b. Test de Desviaciones Estandarizadas.

Este test verifica que la desviación estandarizada de las muertes observadas con respecto a las muertes esperadas tenga una distribución similar a una normal estandarizada, para detectar si hay desviaciones que crecen más allá de lo esperado, o su media se aleja de cero.

c. Test de Desviaciones Absolutas.

Este test refleja que las desviaciones absolutas no sean mayores a un cierto número (generalmente se utiliza que éstas no sean mayores a una unidad de la variable normal, o sea de alrededor de $2/3$.)

d. Test de Desviaciones Acumuladas.

Los fallecimientos en las distintas edades deben ser independientes y se deben representar en una variable aleatoria normal. Por esta razón las desviaciones estándar deben ser relativamente homogéneas para todos los tramos. La hipótesis nula a testear es que las desviaciones acumuladas no deben ser mayores al doble de la raíz cuadrada de la varianza de la distribución.

e. Test de Signos.

Considerando que la hipótesis nula es que las desviaciones observadas de las muertes respecto de las muertes esperadas son una variable normal independiente, lo mismo debe ocurrir con los signos encontrándose un número similar de éstos, tanto positivo como negativo.

f. Test de Stevens.

Es similar al test de signos. Estos signos pueden ser todos positivos al principio y luego todos negativos al final del ajuste, por lo que el test de Stevens observa subgrupos de signos a través de la tabla y computa el signo de cada subgrupo. Luego en estos subgrupos deben estar distribuidos de manera similar tanto los signos positivos como negativos.

g. Test de Cambio de Signo.

La probabilidad de cada signo es independiente y está representada en una variable normal, por lo que se puede aplicar una variable binomial donde el signo positivo o negativo tiene la misma probabilidad, $\frac{1}{2}$. Con esto se verifica que los cambios de signo sean homogéneos y no presenten anomalías.

APÉNDICE N° 3. RESULTADOS TEST ESTADÍSTICOS

Mujeres causantes:

Test Chi Cuadrado	
Resultado	19,62
Prob. Resultada	0,66
¿Pasa Test?	SI

Test Desviaciones Absolutas	
no.>0,67	14
Prob. Resultada	0,24
¿Pasa Test?	SI

Test Desviaciones Acumuladas	
Desviaciones acumuladas	18,61
Varianza estimada	8.270,57
Estadístico	0,20
Prob. Resultada	0,58
¿Pasa Test?	SI

Test de signos	
N° de signos positivos	14
Prob. Resultada	0,24
¿Pasa Test?	SI

Test de Cambio de Signos	
N° de cambios de signo	24
Prob. Resultada	1,00
¿Pasa Test?	SI

Test de Stevens	
N° de grupos positivos	12
N° de signos positivos	14
N° de signos negativo	19
Media	8,48
varianza	1,97
Estadístico	2,51
Prob. Resultada	0,99
¿Pasa Test?	SI

Test de Desviaciones Estandarizadas					
	Actual		Esperada		Chi Cuadrado Square
	N°	%	N°	%	
hasta -3	0	0,00%	0	0,00%	0,00
-3 a -2	0	0,00%	0,66	2,00%	0,66
-2 a -1	4	12,12%	4,62	14,00%	0,08
-1 a 0	15	45,45%	11,22	34,00%	1,27
0 a 1	8	24,24%	11,22	34,00%	0,92
1 a 2	6	18,18%	4,62	14,00%	0,41
2 a 3	0	0,00%	0,66	2,00%	0,66
sobre 3	0	0,00%	0	0,00%	0,00
total		4,01			
Prob result		0,55			
¿Pasa Test?		SI			

Mujeres beneficiarias:

Test Chi Cuadrado	
Resultado	44,80
Prob. Resultada	0,24
¿Pasa Test?	SI

Test Desviaciones Acumuladas	
Desviaciones acumuladas	41,74
Varianza estimada	34.370,46
Estadístico	0,23
Prob. Resultada	0,59
¿Pasa Test?	SI

Test de Cambio de Signos	
N° de cambios de signo	30
Prob. Resultada	0,97
¿Pasa Test?	SI

Test Desviaciones Absolutas	
no.>0,67	24
Prob. Resultada	0,50
¿Pasa Test?	SI

Test de signos	
N° de signos positivos	26
Prob. Resultada	0,72
¿Pasa Test?	SI

Test de Stevens	
N° de grupos positivos	15
N° de signos positivos	26
N° de signos negativo	23
Media	12,73
varianza	3,04
Estadístico	1,30
Prob. Resultada	0,90
¿Pasa Test?	SI

Test de Desviaciones Estandarizadas					
	Actual		Esperada		Chi Cuadrado Square
	N°	%	N°	%	
hasta -3	0	0,00%	0,00	0,00%	0,00
-3 a -2	0	0,00%	0,98	2,00%	0,98
-2 a -1	9	18,37%	6,86	14,00%	0,67
-1 a 0	14	28,57%	16,66	34,00%	0,42
0 a 1	21	42,86%	16,66	34,00%	1,13
1 a 2	3	6,12%	6,86	14,00%	2,17
2 a 3	2	4,08%	0,98	2,00%	1,06
sobre 3	0	0,00%	0,00	0,00%	0,00
total		6,44			
Prob result		0,27			
¿Pasa Test?		SI			

Mujeres inválidas:

Test Chi Cuadrado	
Resultado	42,75
Prob. Resultada	0,82
¿Pasa Test?	SI

Test Desviaciones Absolutas	
no.>0,67	28
Prob. Resultada	0,26
¿Pasa Test?	SI

Test Desviaciones Acumuladas	
Desviaciones acumuladas	40,75
Varianza estimada	5.820,63
Estadístico	0,53
Prob. Resultada	0,70
¿Pasa Test?	SI

Test de signos	
N° de signos positivos	32
Prob. Resultada	0,65
¿Pasa Test?	SI

Test de Cambio de Signos	
N° de cambios de signo	32
Prob. Resultada	0,70
¿Pasa Test?	SI

Test de Stevens	
N° de grupos positivos	16
N° de signos positivos	32
N° de signos negativo	30
Media	16,00
varianza	3,87
Estadístico	0,00
Prob. Resultada	0,50
¿Pasa Test?	SI

Test de Desviaciones Estandarizadas					
	Actual		Esperada		Chi Cuadrado Square
	N°	%	N°	%	
hasta -3	0	0,00%	0,00	0,00%	0,00
-3 a -2	0	0,00%	1,24	2,00%	1,24
-2 a -1	6	9,68%	8,68	14,00%	0,83
-1 a 0	24	38,71%	21,08	34,00%	0,40
0 a 1	24	38,71%	21,08	34,00%	0,40
1 a 2	7	11,29%	8,68	14,00%	0,33
2 a 3	1	1,61%	1,24	2,00%	0,05
sobre 3	0	0,00%	0,00	0,00%	0,00
total		3,25			
Prob result		0,66			
¿Pasa Test?		SI			

Hombres causantes y beneficiarios no inválidos:

Test Chi Cuadrado	
Resultado	46,01
Prob. Resultada	0,05
¿Pasa Test?	SI

Test Desviaciones Acumuladas	
Desviaciones acumuladas	45,90
Varianza estimada	46.025,15
Estadístico	0,21
Prob. Resultada	0,58
¿Pasa Test?	SI

Test de Cambio de Signos	
Nº de cambios de signo	24
Prob. Resultada	0,89
¿Pasa Test?	SI

Test Desviaciones Absolutas	
no.>0,67	25
Prob. Resultada	0,92
¿Pasa Test?	SI

Test de signos	
Nº de signos positivos	22
Prob. Resultada	0,68
¿Pasa Test?	SI

Test de Stevens	
Nº de grupos positivos	12
Nº de signos positivos	22
Nº de signos negativo	20
Media	11,00
varianza	2,61
Estadístico	0,62
Prob. Resultada	0,73
¿Pasa Test?	SI

Test de Desviaciones Estandarizadas					
	Actual		Esperada		Chi Cuadrado Square
	Nº	%	Nº	%	
hasta -3	1	2,38%	0,00	0,00%	0,00
-3 a -2	0	0,00%	0,84	2,00%	0,84
-2 a -1	5	11,90%	5,88	14,00%	0,13
-1 a 0	14	33,33%	14,28	34,00%	0,01
0 a 1	17	40,48%	14,28	34,00%	0,52
1 a 2	4	9,52%	5,88	14,00%	0,60
2 a 3	0	0,00%	0,84	2,00%	0,84
sobre 3	1	2,38%	0,00	0,00%	0,00
total		2,94			
Prob result		0,71			
¿Pasa Test?		SI			

Hombres inválidos:

Test Chi Cuadrado	
Resultado	46,51
Prob. Resultada	0,72
¿Pasa Test?	SI

Test Desviaciones Acumuladas	
Desviaciones acumuladas	44,63
Varianza estimada	15.108,88
Estadístico	0,36
Prob. Resultada	0,64
¿Pasa Test?	SI

Test de Cambio de Signos	
N° de cambios de signo	33
Prob. Resultada	0,74
¿Pasa Test?	SI

Test Desviaciones Absolutas	
no.>0,67	36
Prob. Resultada	0,90
¿Pasa Test?	SI

Test de signos	
N° de signos positivos	35
Prob. Resultada	0,84
¿Pasa Test?	SI

Test de Stevens	
N° de grupos positivos	17
N° de signos positivos	35
N° de signos negativo	28
Media	16,11
varianza	3,84
Estadístico	0,45
Prob. Resultada	0,67
¿Pasa Test?	SI

Test de Desviaciones Estandarizadas					
	Actual		Esperada		Chi Cuadrado Square
	N°	%	N°	%	
hasta -3	0	0,00%	0,00	0,00%	0,00
-3 a -2	0	0,00%	1,26	2,00%	1,26
-2 a -1	6	9,52%	8,82	14,00%	0,90
-1 a 0	22	34,92%	21,42	34,00%	0,02
0 a 1	27	42,86%	21,42	34,00%	1,45
1 a 2	7	11,11%	8,82	14,00%	0,38
2 a 3	1	1,59%	1,26	2,00%	0,05
sobre 3	0	0,00%	0,00	0,00%	0,00
total		4,06			
Prob result		0,54			
¿Pasa Test?		SI			

APÉNDICE N° 4. FILTROS UTILIZADOS EN LAS BASES DE DATOS

1. LA BASE DE DATOS

Se obtuvieron las siguientes bases de datos:

- CMF: Se genera a partir de la información de la Circular N° 1.194, que incluye pólizas de renta vitalicia previsionales (ya sea como venta directa, o de traspaso o cesión de cartera) y siniestros de invalidez y sobrevivencia según la Circular N° 528. La información incluye tanto causantes de pensión como beneficiarios de pensión a pago y potenciales.
- SP: Contiene información entregada por las AFP, de pensionados bajo la modalidad de retiro programado y de renta vitalicia. Esta incluye tanto a causantes de pensión como a beneficiarios de pensión efectivos y potenciales. Contiene además información de las calificaciones de invalidez proporcionada por las Comisiones Médicas del D.L. 3500, del Sistema de Consultas y Ofertas de Montos de Pensión (SCOMP) y de pensiones asistenciales (ex PASIS), para fines de completitud de datos no validados.

Para la obtención del sexo, fecha de nacimiento y fecha de defunción, datos claves para la construcción de las tablas de mortalidad, se enviaron a parear al Servicio de Registro Civil e Identificación (SRCEI) las bases de datos de la CMF y SP, a través de los convenios de prestación de servicios de verificación de datos de registro civil fuera de línea entre la SP/CMF y el SRCEI. Este pareo se realizó en marzo de 2020.

2. CRITERIOS UTILIZADOS EN LA GENERACIÓN DE LAS BASES DE DATOS DE PENSIONADOS DE LA SP Y LA CMF

2.1 Definiciones Previas

A continuación, se definen algunos de los términos que se utilizarán a lo largo de este anexo:

- Sobrevivencia pura: Se refiere a las pensiones generadas producto del fallecimiento del afiliado antes de haberse pensionado y que generó pensión de sobrevivencia.
- Causante: Se refiere a un pensionado(a) por vejez o invalidez, que puede o no tener beneficiarios legales de pensión de sobrevivencia. Se incluyen también afiliados(as) que fallecieron antes de haberse pensionado y que generan pensión de sobrevivencia pura.
- Beneficiario efectivo: Se refiere a un beneficiario legal de pensión de sobrevivencia, que recibe o ha recibido pagos por esta pensión, pues el causante de la pensión ha fallecido. No se considera los beneficiarios designados de renta vitalicia.
- Beneficiario potencial: Se refiere a un beneficiario legal de pensión de sobrevivencia, que no ha recibido pagos por esta pensión, pues el pensionado causante no ha fallecido. No se consideran los beneficiarios designados de renta vitalicia.
- Fecha de pensión: Se refiere indistintamente a fecha de solicitud de pensión suscrita en la AFP o a la fecha de inicio de vigencia de la póliza de RV.
- Inválidos: Pensionados por invalidez o beneficiarios inválidos. No se consideran los beneficiarios designados de renta vitalicia.

2.2 Consideraciones adicionales

- Modalidad de pensión: Se clasifica como Renta Vitalicia (RV) a todos los registros que provengan de la base de datos de la CMF. El resto de los casos son clasificados como Retiro Programado (RP). Puede existir beneficiarios clasificados como RV y otros como RP dentro de un mismo grupo familiar, debido a que alguno de los beneficiarios puede haber dejado de serlo (por ejemplo, hijos que se casan o cumplen 24 años) o fallecido antes de la compra de la póliza de RV.

- Composición de las tablas RV, B, MI, CB: A continuación, se describe la población utilizada para el cálculo de cada tabla de mortalidad 2020:
 - RV: Contiene información de causantes de pensión no inválidas (mujeres), de las bases de datos de la SP y CMF.
 - B: Contiene información de beneficiarias de pensión de sobrevivencia no inválidas (mujeres), tanto potenciales como efectivos, de las bases de datos de la SP y CMF.
 - CB: Contiene información de causantes y beneficiarios no inválidos (hombres), de las bases de datos de la SP y CMF.
 - MI: Contiene información tanto de causantes como beneficiarios inválidos, de las bases de datos de la SP y la CMF.

- Edad: Para la aplicación de los filtros, se utilizan las siguientes definiciones de edad:

Sea, f_{nac} la fecha de nacimiento y f_{eval} la fecha de cálculo de la edad:

$$Edad_{decimal} = (\text{año}(eval) - \text{año}(feval)) + \frac{\text{mes}(eval) - \text{mes}(feval)}{12} + \frac{\text{año}(eval) - \text{año}(feval)}{365,25}$$

$$Edad_{entera} = \text{Redondear}(Edad_{decimal}, 0).$$

- Definición de fecha no válida (FNV): Se considera que una fecha es no válida cuando no corresponde a una fecha. Para ello, se verifica lo siguiente:
 - Año no puede ser menor a 1861.
 - Mes debe estar dentro de los valores 1 a 12
 - El día debe estar dentro de los valores correspondientes a cada mes: 1 a 31 para enero, marzo, mayo, julio, agosto, octubre y diciembre; 1 a 30 para abril, junio, septiembre y noviembre; 1 a 28 para febrero o de 1 a 29 si el año es bisiesto.
 - Además, se ha observado que el SRCEI tiene información de días 29 de febrero para años no bisiestos. En este caso, se toma como fecha válida, pero se modifica la fecha al día 28, con el objeto de que las herramientas de cálculo no generen error en la lectura de la fecha.

3. FILTROS DE CONTENIDO Y LIMPIEZA DE DATOS

Exclusivos para la base de datos de la SP:

Criterios fecha solicitud SP:

1. Con la reforma previsional del año 2008, se traspasaron a las AFP las pensiones asistenciales (ex PASIS) con afiliación a las AFP sin saldo. Dado que las AFP reportan la fecha de traspaso a la AFP como fecha de pensión, se reemplaza este dato por la fecha de inicio de pago de la pensión asistencial.
2. Cuando no fue posible validar la información de las fechas de invalidez se utilizó la fecha de las Comisiones Médicas o SCOMP o CMF (según ese orden de prelación). Si en ninguna de las tres fuentes alternativas de información hubo información disponible, se dejaron esas fechas de invalidez como sin información.
3. Para pensiones de invalidez, se consideró la fecha reportada por las Comisiones Médicas para casos con fecha de solicitud posterior a 2011, asignándose la fecha del primer dictamen por invalidez total y la del segundo dictamen por invalidez parcial. De esta forma, no se considera ni el período del proceso de calificación de invalidez ni el período transitorio para inválidos parciales.
4. Finalmente se deja la fecha de solicitud de pensión más antigua para cada causante de pensión.

Criterios y filtro de monto de pensión:

Se obtiene la información de monto y saldo de pensión de las siguientes fuentes y siguiente orden SCOMP, CMF e información de las AFP. Ambos datos se obtienen de forma conjunta de la misma fuente y en caso de no estar alguno de ellos, se dejan como sin información ambos.

Posteriormente, se eliminan todos aquellos causantes cuya pensión es inferior a la “Pensión Mínima para afiliados hombres y mujeres menores de 70 años” si la fecha de solicitud es anterior a julio 2008 y todos aquellos causantes cuya pensión es inferior a la “Pensión Básica Solidaria” (PBS) si la fecha de solicitud es posterior a julio 2008; se elimina además su grupo familiar. Este filtro se utiliza debido a que la población que tiene una pensión bajo la PBS no utiliza la tabla de mortalidad para el

desgaste de sus fondos en RP y no puede acceder a la modalidad de Rentas Vitalicias, por lo cual no es usuaria de las tablas de mortalidad publicadas.

Se excluyen del filtro (no se eliminan) los siguientes:

1. Causantes inválidos y su grupo familiar (se utilizan tablas vigentes para el cálculo aportes adicionales).
2. Beneficiarios de sobrevivencias puras (se utilizan tablas vigentes para el cálculo aportes adicionales).
3. Causantes que hayan jubilado anticipadamente y su grupo familiar (necesariamente cumplen el requisito para escoger modalidad de pensión y por tanto son usuarios de la tabla).
4. Causantes que hayan entrado a SCOMP y su grupo familiar (necesariamente cumplen requisito pensión).
5. Causantes pensionados en RV y su grupo familiar (necesariamente cumplen requisito pensión).

Las dos primeras excepciones se deben a que en esos casos se utilizan las tablas de mortalidad para el cálculo del aporte adicional, mientras que las tres últimas se deben a que en esos casos necesariamente se cumplen los requisitos para seleccionar modalidad de pensión.

Filtro inconsistencia entre monto y saldo de pensión para causantes de vejez: Se eliminan los registros con *saldo_pensión/monto_pensión* menores a 100 y mayores a 350. Se excluyen de este filtro aquellos con *saldo_pensión* menor a 3,5 y *monto_pensión* igual a 0,01. El monto de pensión se redondea a 2 decimales.

Estos dos últimos filtros, se aplican al final del proceso de construcción de la base de datos, así se puede contar con una base sin filtro de monto de pensión, para análisis adicionales.

Filtro modalidad de pensión

Se eliminan los registros correspondientes a rentas vitalicias, pues esa información es reportada por la CMF, pero se guarda la fecha de solicitud de dichos registros eliminados, para ser considerados como fecha de pensión en los datos de la CMF, quedando solo datos de retiros programados en la base de la SP.

Exclusivos para la base de datos de la CMF:

Filtro aceptaciones de reaseguro: Se eliminan las aceptaciones de reaseguro (por ser un registro que duplica al registro de la compañía cedente).

Filtro inconsistencia entre situación de invalidez y tipo de pensión⁵⁰: Se eliminan los causantes reportados como inválidos en la variable situación de invalidez y el tipo de pensión relacionado a vejez.

Filtros de inconsistencia de datos:

Filtro SRCEI: Se eliminan los registros que no tienen información certera del SRCEI.

Filtro inconsistencia fechas de nacimiento original versus resultado SRCEI: Este filtro elimina beneficiarios que no están recibiendo pensión que probablemente su RUN fue mal informado. Para encontrar los casos, se comparan las fechas de nacimiento originalmente informadas por las AFP o CSV, con las del SRCEI y se eliminan los casos donde se encuentran 3 o más dígitos distintos entre ambas fechas. Se exceptúan de este filtro a los beneficiarios fallecidos, donde coinciden los datos originales con los resultados del pareo tanto en la fecha de fallecimiento como en el sexo.

Filtro datos vacíos, codificación errónea o fecha no válida (FNV): Se eliminan los registros sin información, con codificación errónea o con fecha no válida en las siguientes variables: RUN, fecha de pensión, fecha de nacimiento, fecha fallecimiento, sexo, código de parentesco y monto de pensión. En el caso de código de parentesco se consideró como código erróneo el de beneficiario designado de renta vitalicia.

⁵⁰ Este filtro se aplica al final del proceso de construcción de la base de datos.

Filtro inconsistencias entre fechas: Se eliminan los registros con inconsistencias entre fechas: fecha nacimiento>fecha fallecimiento, fecha pensión>fecha fallecimiento y fecha nacimiento>fecha pensión (exceptuando hijos)

Filtro error fecha de pensión: Se eliminan los registros con fecha de inicio de pensión anterior al 01/01/1981.

Filtro error edad pensión: Se eliminan los registros donde la edad a la fecha de inicio de la pensión es mayor a 120 años.

Filtro fecha de corte: Se eliminan los registros cuya fecha de pensión o de nacimiento es mayor a 31/12/2018, para alinearse a la fecha de corte de las bases de datos.

Filtro mismo RUN beneficiario y causante: Se eliminan los beneficiarios que tienen asociado el mismo RUN del causante de su pensión.

Filtro causantes de sobrevivencia pura: Se eliminan los causantes de pensión de sobrevivencia que fallecieron antes de pensionarse por vejez o invalidez.

Filtro tipo de pensión invalidez inconsistente: Se eliminan los registros de los causantes con “tipo de pensión” igual a invalidez y “situación de invalidez” igual a “no”. Esto porque corresponde a una inconsistencia entre el tipo de pensión y la situación de invalidez del rentista, no pudiendo inferir la real situación de invalidez del pensionado.

Filtros de inconsistencia con el grupo familiar:

Filtro inconsistencia sexo entre cónyuges: Se eliminan los registros de cónyuges o madre/padre de hijo de filiación no matrimonial, que tengan el mismo sexo que el causante.

Filtro inconsistencia edad cónyuge: Se eliminan los registros de cónyuges que tengan a la fecha de fallecimiento del causante menos de 16 años de edad.

Filtro inconsistencia edad madre/padre de hijo de filiación no matrimonial: Se eliminan los registros de madres/padres de hijo de filiación no matrimonial, que tengan a la fecha de fallecimiento del causante menos de 12 años de edad.

Filtro inconsistencia entre edad causante e hijo beneficiario: Se eliminan los registros de beneficiarios, en que la edad del causante sea menor a 12 años a la fecha de nacimiento del hijo beneficiario.

Filtro inconsistencia entre edad de madre/padre del causante y causante: Se eliminan los registros de padres o madres de causantes, en que la edad de padre o madre del causante sea inferior a 12 años a la fecha de nacimiento del causante.

Filtro inconsistencia sexo del padre o madre de causante: Se eliminan los registros de los padres de causante con sexo femenino y las madres de causante con sexo masculino.

4. TRATAMIENTO DE DUPLICADOS EN CADA BASE

Cada individuo debe exponer dentro de un mismo grupo una sola vez (ver composición de las tablas en sección 2.2). Los individuos son identificados a través de su RUN y se tratan de la misma forma en cada base de datos (SP, CMF) por separado previo a la consolidación. Estos criterios o filtros se realizan de forma posterior a la eliminación de registros por inconsistencia de datos y se aplican secuencialmente.

Filtro duplicados beneficiarios potenciales base SP: Se eliminan los beneficiarios potenciales si ya existe un registro como beneficiario efectivo para un mismo grupo familiar, por tener el beneficiario efectivo información más actualizada que cuando era un beneficiario potencial. Sólo base SP.

Filtro duplicados beneficiarios asociados a causantes: Se eliminan todos los registros de beneficiarios que aparecen asociados a más de 2 causantes, por entenderse como RUN erróneamente asignados y no poder identificar al causante del que efectivamente es beneficiario. Sólo base SP (CMF aplica filtro de flags⁵¹).

⁵¹ El SRCEI en conjunto con los resultados del pareo entrega un flag para cada registro, según la siguiente codificación: **1** "Apellidos y nombres coinciden 100%", **2** "Apellidos coinciden 100% y nombres coinciden ≥60%", **3** "Apellidos coinciden 100% y nombres coinciden ≤60%", **4** "Búsqueda por nombre: los apellidos y nombres coinciden en un 100%, coincidiendo también la fecha de nacimiento", **5** "No existe el registro" y **6** "Formato inválido en registro de entrada".

Filtro duplicados beneficiarios asociados a cada tabla: Se eliminan los registros duplicados de beneficiarios que aparecen más de una vez en una misma tabla. Para ello, se deja el registro con fecha de inicio de vigencia más antiguo.

Filtro inconsistencia situación invalidez, causante-beneficiario-inválidos: En caso de encontrarse un RUN en los 3 grupos (causante, beneficiario no inválidos e inválidos), se eliminan todos los registros, a excepción del causante inválido si corresponde a la primera pensión.

Filtro inconsistencia situación invalidez misma fecha vigencia: Si un individuo (RUN) aparece en varios registros con una misma fecha de inicio de pensión, calificado en unos como inválido y en otros como no inválido (causantes o beneficiarios), se eliminan todos los registros asociados al RUN. En el caso que el RUN en algunos de los registros duplicados corresponda a un causante calificado como inválido, este registro se mantiene eliminando sus duplicaciones en las que difiere de esta calificación.

Filtro inconsistencia en situación de invalidez del causante: Este filtro considera dos situaciones:

- a) Los registros asociados a un RUN de causante que aparece calificado como no inválido en una pensión inicial y que en un registro posterior aparece calificados como inválido (ya sea en la condición de causante o beneficiario) se eliminan. Esto porque un causante que ya se pensionó como no inválido, no podrá pensionarse por invalidez posteriormente. En el caso de que en el registro posterior aparezca como beneficiario inválido, se asume que correspondería a un cónyuge y que debiera estar clasificado como no inválido en la base de datos.
- b) Los registros asociados a un RUN de causante que aparece calificado como inválido en una pensión inicial y que en un registro posterior aparece calificado como no inválido (ya sea como causante o beneficiario), se eliminan todos los registros en que el RUN se califica como no inválido y se mantiene el registro de la primera pensión correspondiente al causante inválido. En este caso, si el causante inválido contrata una segunda pensión, por norma, no podrá ser clasificado como inválido, por lo que el registro válido corresponderá al causante inválido.

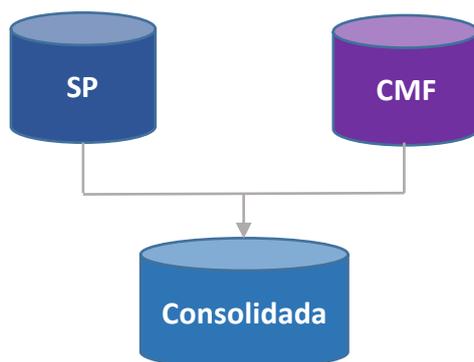
Filtro inconsistencia en situación de invalidez del beneficiario: Este filtro considera dos situaciones:

- a) Los registros asociados a un RUN de beneficiario que aparecen en una primera pensión como no inválidos y luego en un registro posterior (segunda pensión) como inválidos (ya sea causante o beneficiario), se dejan ambos registros, pero el registro del beneficiario no inválido se deja con fecha final de exposición la fecha de inicio de vigencia de la invalidez. Esto debido a que se considera que es factible que alguien que no era causante se haya invalidado con posterioridad a la primera aparición en el sistema de pensiones ya sea como beneficiario o causante.

- b) Los registros asociados a un RUN de beneficiarios inválidos y que en un registro posterior (segunda pensión) aparecen como causantes o beneficiarios no inválidos se eliminan. Esto porque se considera que un inválido no cambiará su situación de invalidez una vez que fue calificado como tal.

5. CRITERIOS PARA LA CONSOLIDACIÓN DE LAS BASES DE DATOS

Una vez depurada cada base de datos individual, se procede a consolidar éstas.



Filtro inconsistencia edad de pensión - Filtro de seguridad:

Este filtro corresponde a un filtro de seguridad, que tiene el objeto de revisar casos que puedan tener error en el RUN pareado con el SRCEI, por lo que se realiza para todos los casos donde hubo cambio de fecha de nacimiento.

Para este filtro, se debe rescatar antes el mínimo de las fechas de inicio de vigencia de pensión de cada causante de pensión para cada una de las bases de datos (SP, CMF), además de su situación de invalidez. La fecha de inicio de vigencia a considerar corresponde a la fecha de inicio de pensión original de cada BD, la cual debe ser válida (no nula, distinta de cero o sin error).

Luego, se analiza la edad del causante a la fecha de la primera pensión (considerando fecha de nacimiento post pareo de los registros en análisis). Se considera que hay inconsistencia de la edad de pensión cuando ocurra lo siguiente:

- a) Causantes no inválidos, donde la edad al inicio de vigencia de la pensión es menor a 35 años.
- b) Causantes no inválidos, donde la edad al inicio de vigencia de la pensión es mayor a 85 años.
- c) Causantes inválidos, donde la edad al inicio de vigencia de la pensión es menor a 18 años.
- d) Causantes inválidos, donde la edad al inicio de vigencia de la pensión es mayor a 70 años.

Identificadas estas inconsistencias, se eliminan los registros del causante en cada una de las bases de datos en que aparece.

En este filtro la edad se considera entera (redondeada).

Duplicados con error: Los registros asociados a RUN con diferencias entre la base de la SP y CMF, en los campos de sexo, fecha de nacimiento y/o fecha de fallecimiento se eliminan.

Filtro duplicados, inicio de exposición consolidación: En el caso de los RUN que se dupliquen en cada tabla de mortalidad y entre las bases de la SP y la CMF, se deja como fecha de inicio de exposición a la menor registrada entre ambas y se elimina el registro de la SP. Luego se buscan nuevamente RUN duplicados en cada tabla, pero entre las 2 bases de datos (CMF, SP).

Filtro inconsistencia situación invalidez misma fecha vigencia: Si un individuo (RUN) aparece en varios registros con una misma fecha de inicio de pensión, calificado en unos como inválido y en otros como no inválido (causantes o beneficiarios), se eliminan todos los registros asociados al RUN. En el caso que el RUN en algunos de los registros duplicados corresponda a un causante calificado como inválido, este registro se mantiene eliminando sus duplicaciones en las que difiere de esta calificación.

Filtro inconsistencia en situación de invalidez del causante: Este filtro considera dos situaciones:

- a) Los registros asociados a RUN de causantes no inválidos que en un registro posterior aparecen en el grupo de inválidos (ya sea como causante o beneficiario) se eliminan.
- b) Los registros asociados a RUN de causantes inválidos que en registros posteriores aparecen calificados como no inválidos, ya sea como causante o

beneficiario, se mantiene la calificación del primer registro correspondiente a inválido. En el caso que las fechas de inicio de vigencia son iguales, se eliminan los 2 registros.

Filtro inconsistencia en situación de invalidez del beneficiario: Este filtro considera dos situaciones:

- a) Los registros asociados a RUN de beneficiario no inválido que aparecen en un registro posterior calificado como inválido (ya sea causante o beneficiario), se tratarán como registros independientes en la base fusionada, asignando al registro del beneficiario no inválido como fecha fin de vigencia la fecha de inicio vigencia del registro donde se califica al RUN como inválido.
- b) Duplicados entre grupos beneficiarios e inválidos: Se eliminan los registros que aparecen en el grupo de inválidos (ya sea como causante o beneficiario) donde la fecha de inicio de vigencia del beneficiario no inválido es posterior o igual al inicio de vigencia en que aparece como inválido (se considera que una persona declarada inválida no cambia su situación de invalidez). En el caso de que el beneficiario no inválido tiene fecha de vigencia anterior al del grupo de inválidos, se dejan ambos registros, pero en la primera pensión se coloca como fecha final de exposición la fecha de inicio de vigencia de la invalidez (se considera que la persona se invalidó en la fecha de inicio de vigencia de la segunda póliza o pensión). En el caso que las fechas de inicio de vigencia sean iguales, se eliminan los 2 registros.

Filtro inconsistencia situación invalidez, causante-beneficiario-inválidos: Los registros asociados a un mismo RUN que se encuentre en los 3 grupos de calificación, (causante, beneficiario no inválidos e inválidos), se eliminan, a excepción del registro asociado al causante inválido si este corresponde a la primera pensión. Esto porque se asume que un causante inválido, por norma, no aparecerá en la BD como inválido en pólizas posteriores.

6. NÚMERO DE REGISTROS RESULTANTES

A continuación, se muestra el número de registros resultantes de la depuración de cada base de datos por separado y luego, de la consolidación. Notar que los datos de causantes y beneficiarios no inválidos hombres se juntan después de la consolidación de las bases de datos.

6.1 Base de datos de la SP

Registros antes de filtros de limpieza y duplicados

Tipo de Beneficiario	Mujeres	Hombres	S/I	Total
Causantes	878.883	822.581	282	1.701.746
Beneficiarios	1.166.879	721.070	22.922	1.910.871
Inválidos	127.446	212.586	205	340.237
Total	2.173.208	1.756.237	23.409	3.952.854

Registros después de filtros de limpieza y duplicados

Tipo de Beneficiario	Mujeres	Hombres	Total
Causantes	698.069	411.193	1.109.262
Beneficiarios	648.783	493.990	1.142.773
Inválidos	84.054	116.549	200.603
Total	1.430.906	1.021.732	2.452.638

6.2 Base de datos de la CMF

Registros antes de filtros de limpieza y duplicados

Tipo de Beneficiario	Mujeres	Hombres	S/I	Total
Causantes	173.344	435.137	704	609.185
Beneficiarios	698.493	265.123	5.079	968.695
Inválidos	28.491	69.497	155	98.143
Ninguno	10.942	59.838	3.683	74.463
Total	911.270	829.595	9.621	1.750.486

Registros después de filtros de limpieza y duplicados

Tipo de Beneficiario	Mujeres	Hombres	Total
Causantes	162.504	404.321	566.825
Beneficiarios	649.563	244.102	893.665
Inválidos	26.096	64.026	90.122
Total	838.163	712.449	1.550.612

6.3 Consolidación

Registros antes y después de la consolidación, por fuente de datos

	SP	CMF	TOTAL
Registros iniciales	2.452.638	1.550.612	4.003.250
Limpieza y duplicados	25.241	3.344	28.585
Registros totales	2.427.397	1.547.268	3.974.665

Registros antes y después de filtro de monto de pensión, por fuente de datos

	SP	CMF	TOTAL
Registros iniciales	2.427.397	1.547.268	3.974.665
Registros <PBS	1.390.772	-	1.390.772
Valores atípicos	29.490	-	29.490
Total registros	1.007.135	1.547.268	2.554.403

Después de la consolidación y filtro de monto de pensión, por tipo de beneficiario

Tipo tabla	Mujer	Hombre	TOTAL
Causantes (RV/CB), CMF-SP	204.430	520.435	724.865
Beneficiarios (B/CB), CMF-SP	1.070.591	472.258	1.542.849
Inválidos (MI), CMF-SP	108.602	178.087	286.689
Total registros	1.383.623	1.170.780	2.554.403

Finalmente, después de aplicar los filtros de consolidación se juntan las tablas de causantes y beneficiarios no inválidos para los hombres, así la base de datos consolidada se compone de los siguientes registros

Tipo tabla	Mujer	Hombre	TOTAL
Causantes (RV/CB), CMF-SP	204.430	962.516	2.237.537
Beneficiarios (B/CB), CMF-SP	1.070.591		
Inválidos (MI), CMF-SP	108.602	178.087	286.689
Total registros	1.383.623	1.140.603	2.524.226

VI. EVALUACIÓN DE IMPACTO REGULATORIO

Beneficios de la Aplicación de la Normativa

En relación a la implementación de la nueva normativa que actualiza las tablas de mortalidad, a partir de julio 2023, cabe señalar que uno de los principales beneficios, tanto para la CMF como para las compañías de seguros, tiene que ver con una mejor estimación del riesgo de longevidad asociado a los productos previsionales que comercializan éstas últimas. Lo anterior, tomando en cuenta que para la nueva estimación de las tablas de mortalidad se consideró información actualizada respecto a la mortalidad de los pensionados, además de incorporar perfeccionamientos metodológicos en función de las mejores prácticas internacionales en la materia.

Adicionalmente, cabe señalar que, en función de la ley N°21.309, publicada el 1 de febrero de 2021, que establece el beneficio de retiro anticipado de los fondos de pensión en el caso de afiliados y pensionados calificados como enfermos terminales, se aplicaron cambios en los criterios de construcción de las tablas de mortalidad, ajustando por lo tanto la constitución de reservas técnicas en función de la legislación vigente, lo que permite también tener un cálculo más exacto del riesgo de longevidad asociado a los pensionados de rentas vitalicias, tomando en cuenta que dichos enfermos terminales no podrán optar a la modalidad de rentas vitalicias.

Considerando todo lo antes señalado, se espera por lo tanto una mejor gestión de dicho riesgo por parte de las compañías de seguros, tanto al momento de tarificar sus productos previsionales como al momento de monitorear, controlar y mitigar el riesgo de longevidad. De igual forma, para la CMF lo anterior también se traduce en un mejor monitoreo de dicho riesgo, considerando una estimación cuantitativa más adecuada a partir de la confección de las nuevas tablas, lo que debiese verse reflejado en los estados financieros de las compañías de seguros, para efectos de solvencia.

Por otra parte, tal como se señala en la sección de impacto cuantitativo, la aplicación de las nuevas tablas de mortalidad debiese impactar positivamente en el monto de pensión de las futuras pensionables de sexo femenino, considerando que existiría una reducción en los requerimientos de reservas técnicas para dicho grupo, sin que lo anterior implique un menor resguardo prudencial. Adicionalmente, es de esperar un menor costo, tanto para hombres como mujeres, en lo que respecta al Seguro de Invalidez y Sobrevivencia, considerando también las menores exigencias de reservas técnicas producto del perfeccionamiento y actualización de las tablas de mortalidad.

Costos de la Aplicación de la Normativa

En relación a los costos de la aplicación de la nueva normativa, se observa que las compañías de seguros deberán actualizar sus sistemas actuariales de información y tarificación relacionados

con la estimación de las reservas técnicas, al considerar tablas de mortalidad actualizadas que incorporan una nueva metodología para la aplicación de los factores de mejoramiento. No obstante, se estima que dicho costo debiese ser relativamente menor considerando la experiencia y los recursos con los que actualmente cuentan las compañías de seguros en esta materia.

Adicionalmente, en el caso de los futuros pensionables por vejez de sexo masculino, es de esperar un efecto negativo, aunque acotado, en el monto de pensión, tomando en cuenta las mayores exigencias de reservas técnicas asociadas a la implementación de las nuevas tablas de mortalidad, que se explican en la sección de impacto cuantitativo.

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 se basan en estimaciones cuantitativas respaldadas en las mejores prácticas internacionales, además de contar con el constante asesoramiento por parte de la OECD, lo que otorga garantías suficientes respecto a su idoneidad.

Cabe señalar que el ajuste de las tablas de mortalidad previsionales se encuentra dentro del proceso periódico de actualización definido para estos efectos, por parte de la CMF.

Impacto cuantitativo

Las expectativas de vida, calculadas haciendo uso de las TM 2020, para un pensionado hombre de 65 años de edad calculadas en el año 2022 es de 86,5 años, lo que significa un aumento de 0,5 años (6 meses) respecto a las expectativas de vida calculadas a la misma fecha usando las TM 2014. En el caso de una pensionada mujer de 60 años, la expectativa de vida resulta de 90,7 años, que significa una disminución de 0,4 años (4,8 meses) respecto a aquella calculada usando las TM 2014.

Se estima que por efectos de la aplicación de las tablas de mortalidad 2020 propuestas, las compañías de seguros aumenten sus reservas técnicas en un 0,14% respecto a las tablas de mortalidad 2014, lo que equivale a un total de MM US\$\$ 58,7⁵² de mayor reserva (ver tabla a continuación).

⁵² Cálculos realizados al 31.12.2021. Valores de moneda al 31 de diciembre 2021.

Tabla 21. Impactos en reservas técnicas por tipo de pensión y sexo del causante. Valores en millones de dólares.

Sexo del causante	Tipo de pensión	TM 2014 MM US\$	TM 2020 MM US\$	Impacto MM US\$	TM2020 /TM2014
Hombres	Vejez	20.745	20.984	238,4	1,15%
	Invalidez	3.816	3.767	-48,7	-1,28%
	Sobrevivencia	6.337	6.279	-57,9	-0,91%
Mujeres	Vejez	9.924	9.876	-47,8	-0,48%
	Invalidez	1.939	1.911	28,3	-1,46%
	Sobrevivencia	405	408	2,9	0,73%
TOTAL		43.166	43.225	58,7	0,14%

Si analizamos los impactos en reservas técnicas por tipo de pensión, vemos que el mayor impacto esperado es para hombres pensionados por vejez (1,15% de mayor reserva). Mientras que, en el caso de vejez en mujeres, se espera una disminución de la reserva de -0,48%. Por el lado de pensionados por invalidez, se espera una disminución de la reserva de -1,28% y -1,46% en hombres y mujeres, respectivamente. Finalmente, el impacto esperado en sobrevivencias tanto de causantes hombres y mujeres, se condice con lo observado en vejez de un causante de sexo opuesto, es decir, para sobrevivencias originadas por pensionados hombres se espera una disminución de reservas del orden de -0,91% y un aumento de 0,73% para sobrevivencias originadas por pensionadas mujeres.

Por otro lado, según las estimaciones realizadas a nivel de compañía, el impacto en reservas va desde -0,45% hasta un +0,68%.

Al estimar el impacto de la aplicación de las nuevas tablas de mortalidad en los ratios de fortaleza patrimonial y endeudamiento total reportados por las compañías a diciembre de 2021, se observa que dicho impacto es relativamente menor, considerando que la variación de las reservas técnicas es acotada.

	RRTT RRVV TM 2014 (MMUS\$) Dic.21	RRTT RRVV TM 2020 (MMUS\$) Dic.21	Var (%)	Ratio Fortaleza Patrimonial Dic.21	Nuevo Ratio Fortaleza Pat. Dic.21 (*)	Leverage Total Dic.21	Nuevo Leverage Total Dic.21 (**)
Mercado	43.166	43.225	0,14%	1,65	1,63	11,20	11,37

(*) Considera el recálculo del ratio (Pat. Neto / Pat. de Riesgo), tomando en cuenta el efecto de las nuevas tablas de mortalidad en ambos indicadores.

(**) Considera el recálculo del endeudamiento total, tomando en cuenta el efecto de las nuevas tablas de mortalidad en los pasivos totales de la compañía y en el patrimonio neto.

En el caso del seguro de invalidez y sobrevivencia (SIS), el impacto se calculó en función de la variación del costo del SIS para un año de cobertura considerando el 100% de los cotizantes y

recalculando la valoración de los siniestros observados considerando las nuevas tablas propuestas. En función de lo anterior, se espera que las TM 2020 propuestas impliquen una disminución en el costo del seguro de 2,35% en el caso de los hombres y de 1,17% en el caso de las mujeres, teniendo un efecto total de -1,97% de disminución en los costos esperados (ver tabla a continuación).

Tabla 22. Estimación impactos a diciembre-21 en el costo del SIS asociado a contrato 2018. Valores en millones de dólares

Costos SIS	TM2014 MM US\$	TM2020 MM US\$	Impacto MM US\$	TM2020/ TM2014
Hombres	882	861	-21,7	-2,35%
Mujeres	421	416	-4,9	-1,17%
Total	1.302	1.277	-25,6	-1,97%

La disminución en los costos del SIS, se debe principalmente al cambio metodológico que establece factores de mejoramientos de dos dimensiones versus de una dimensión (TM2014), donde el factor de corto plazo de la nueva metodología es menor a los observados en la TM2014 para las edades relevantes de pensionados de invalidez, lo que se suma además al efecto de convergencia hacia el factor de largo plazo. Si bien la mortalidad corresponde a un efecto conjunto entre las tasas de mortalidad base y los factores de mejoramientos, y a pesar que las primeras disminuyen debido a la eliminación de los primeros tres años de invalidez total, dicha disminución no es suficiente para reflejar una mayor longevidad producto de la disminución de los factores de mejoramiento, lo que provoca finalmente, que los costos del SIS bajen tanto en hombres inválidos y mujeres inválidas.

VII. PROCESO DE CONSULTA PÚBLICA

Con fecha 6 de septiembre de 2022, la CMF dio inicio al proceso de consulta pública de la propuesta normativa relativa a la “Norma de carácter general que imparte instrucciones para la actualización de las nuevas tablas de mortalidad 2020”, poniendo a disposición del público tanto el contenido de la propuesta como el informe normativo respectivo. Los comentarios a la propuesta normativa se recibieron hasta el 7 de noviembre de 2022.

En total se recibieron 4 documentos con comentarios, los cuales se desglosan de la siguiente forma:

- Compañías de seguros: 1
- Asociaciones gremiales⁵³: 3

En relación al detalle de los principales comentarios recibidos, asociados a la propuesta normativa, éstos se presentan de forma temática:

Covid-19

I. Tratamiento del Covid-19 en las TM2020

a) Se recibió comentario donde se propone realizar un ajuste a las TM2020 debido a que se observaría que los efectos del Covid-19 durarían más allá de la entrada en vigencia de las nuevas tablas (2023). Como antecedente, se indica que han surgido nuevos efectos desde la puesta en consulta pública, tales como, un aumento del N° de fallecidos entre junio y octubre de 2022 a niveles similares a 2020-2021, un aumento del exceso de mortalidad producto del Covid-19 pero no compensado por una variación en otras causas de muertes (indicando que Covid-19 podría volverse endémico) y un aumento en el retraso de atenciones médicas y cirugías.

Respuesta CMF: No se acoge el punto. Efectivamente desde la fecha considerada para la publicación para comentarios de las TM2020, se ha apreciado una nueva ola (invierno), pero esta ha sido menos mortal que las olas invernales anteriores (2020-2021). Asimismo, se espera que los impactos de la pandemia de Covid-19 en la mortalidad sean temporales tal como ocurrió con pandemias anteriores. En esta misma línea, la ONU publicó⁵⁴ en julio de 2022 sus estimaciones de proyección futura de mortalidad para los años 2022-2100 y proyecta que la esperanza de vida en Chile volvería el 2023 a su tendencia anterior a la pandemia. Si bien estas son estimaciones y proyecciones, y es cierto que no se puede determinar si los efectos del Covid-19 seguirán presentes cuando entren en vigor las nuevas

⁵³ Asociación de Aseguradores de Chile (AACH), Instituto de Actuarios Matemáticos de Chile y Asociación de Administradoras de Fondos de Pensiones (AAFP), en este último caso las observaciones fueron enviadas a través de la Superintendencia de Pensiones.

⁵⁴ <https://population.un.org/wpp/Download/Standard/Mortality/>

tablas de mortalidad (julio de 2023), incluso si queda algún efecto remanente en 2023, el cálculo de pensiones y reservas asumiendo una mayor mortalidad durante un período corto no sería significativo (por ejemplo, si se asume un ajuste de 6 años, convergiendo gradualmente a las TM2020 en 2029, el impacto en la expectativa de vida para un hombre de 65 años en 2023 sería solo de 1,5 meses⁵⁵).

Por otro lado, es importante tener en cuenta el propósito de las tablas de mortalidad al considerar cualquier posible ajuste debido al impacto de la pandemia. Para las rentas vitalicias, el propósito de las tablas es asegurar que las compañías de seguros tengan reservas suficientes para hacer frente a sus obligaciones, por lo tanto, no sería prudente reducir arbitrariamente esas reservas para dar cuenta de un posible aumento temporal de la mortalidad. Por su parte, para los retiros programados, el propósito de la tabla de mortalidad es optimizar la cantidad de ingresos de jubilación que las personas toman durante su vida esperada y reducir el riesgo de que se queden sin activos (fondo) demasiado rápido. Luego, implementar un ajuste temporal a la tabla de mortalidad daría como resultado una mayor pensión durante los primeros años de jubilación, pero una menor pensión posteriormente, lo que no sería óptimo.

b) Se recibió comentario sugiriendo mantener la vigencia de las TM2014 en forma indefinida hasta poder cuantificar el real impacto de la pandemia Covid-19. Lo anterior, dado que se indica que es demasiado prematuro crear nuevas tablas de mortalidad sobre la base considerada sin tener claridad de los efectos reales de la pandemia Covid-19 que aún no ha terminado.

Respuesta CMF: No se acoge el punto. Retrasar la actualización de las tablas de mortalidad no es una solución aceptable para dar cuenta del impacto del Covid-19 en la mortalidad. Si bien existe incertidumbre sobre el impacto futuro del Covid-19, las tablas 2020 representan la mejor estimación con la información disponible actualmente. Asimismo, las TM2020 mejoran significativamente las tablas anteriores en varios aspectos, tales como la calidad de información disponible, factores de mejoramiento bidimensionales que permiten mejoras de mortalidad que varían con el tiempo y edad, y ajuste en el periodo de exposición de las tablas de invalidez y su relación con la ley N°21.309 de enfermos terminales. Lo anterior, indica que las TM2020 son más precisas con respecto a la experiencia reciente de mortalidad y más acordes con las expectativas futuras en cuanto a la evolución de las mejoras en la mortalidad.

II. Análisis de suficiencia y tratamiento futuro del Covid-19

a) Se recibió comentario señalando que el impacto de la pandemia debe reflejarse en la construcción de las tablas de mortalidad en seis años más, o cuando las RV-2020 sean

⁵⁵ Ejemplo de impacto en EV de acuerdo al reporte técnico de la OCDE.

revisadas nuevamente, y, por lo tanto, solicitan que se tenga esto en consideración en ese momento.

Respuesta CMF: Se acoge el punto. Debido a la incertidumbre futura del Covid-19 en la mortalidad a mediano y largo plazo, se debe realizar un seguimiento continuo de la suficiencia de las TM2020 de modo de anticipar cualquier desviación significativa de los supuestos de mortalidad utilizados en su construcción. Asimismo, para la actualización futura de las tablas que reemplacen a las TM2020, la inclusión de los efectos del Covid-19 deberá ser analizada con la mayor información recabada a esa fecha pudiendo ser incluida o no, dependiendo de los resultados de dicho análisis.

Factores de mejoramiento de la mortalidad

Se recibieron comentarios sobre el grado de subjetividad de los factores de mejoramiento de largo plazo y su nivel de conservadurismo. Adicionalmente, se mencionan comentarios sobre la población utilizada para su construcción y el hecho que los mejoramientos no distingan entre la población de inválidos y no inválidos.

I. Información considerada en la estimación de los mejoramientos

Se recibió comentario respecto a que el argumento para utilizar información poblacional proporcionada por el INE en vez de información del sistema de pensiones para la construcción de los factores de mejoramiento, no resulta claro puesto que parte importante de las modificaciones de la reforma previsional de 2008 (razón señalada en el informe normativo) no alteraron prácticamente en nada la estructura poblacional del sistema. Así, se indicó que este último aspecto se debe analizar en detalle, puesto que, a su juicio, puede resultar muy teórico replicar el comportamiento del total de la población a los pensionados y beneficiarios de retiro programado y rentas vitalicias.

Respuesta CMF: No se acoge el punto. Tal como señala el informe normativo puesto en consulta, se utilizó información población y no previsional debido a que esta última ha cambiado durante los últimos 15 años, principalmente debido a la Reforma Previsional de 2008. Esta reforma, entre otros aspectos, disminuyó el umbral de pensión para elegir modalidad de pensión, que pasó del monto de la Pensión Mínima al monto de la Pensión Básica Solidaria, y eliminó el período transitorio para las pensiones de invalidez total afectando con ello a la población objetivo de las tablas de mortalidad (esto es importante considerando la heterogeneidad de la esperanza de vida entre los grupos socioeconómicos de la población).

Asimismo, las tablas de mortalidad estándar desarrolladas para las poblaciones de pensionistas y rentistas en casi todos los países de la OCDE se basan en la población general para calibrar las proyecciones de futuras mejoras en la mortalidad (las excepciones a esto

son cuando se utilizan los datos del sistema público de pensiones, generalmente cuando este sistema es grande y con altos niveles de cobertura).

II. Factores de mejoramiento según población de inválidos y no inválidos

Se recibió comentario respecto al hecho de que los factores de mejoramiento de las tablas de inválidos, tanto de hombres como de mujeres, sean similares a los de las tablas de causantes y beneficiarios de su mismo sexo.

Respuesta CMF: No se acoge el punto. Al igual que las tablas 2014, los mejoramientos de la mortalidad no se distinguen por situación de invalidez, sino solo por sexo. Lo anterior, se debe a dos motivos principalmente, en primer lugar, no existe suficiente información para realizar esta segmentación según la situación de invalidez por lo que se debe utilizar una población alternativa como referencia y, en segundo lugar, parece lógicamente razonable que la mortalidad de las dos poblaciones mejore a un ritmo similar. Los factores que impulsan las mejoras en la mortalidad de la población general también deberían contribuir a aumentar la longevidad de la población discapacitada. No sería razonable que esta población siguiera quedando rezagada con respecto a la población general, ni que experimentara mejoras globales más elevadas y acabara teniendo el mismo nivel de esperanza de vida que la población general.

III. Factores de mejoramiento de largo plazo

Se recibió comentario donde se indica que parecería recomendable revisar si el criterio de fijar en 1% los factores de mejoramiento (FM) de más largo plazo y extenderlo hasta los 105 años, basándose solo en experiencia internacional es lo más apropiado, teniendo en cuenta que no existen antecedentes que evidencien que en los últimos años se haya producido una mejora de las tasas de mortalidad para edades finales, sino que, al contrario, como se mostraría en el mismo informe, las mejoras en mortalidad en Chile han venido disminuyendo en el tiempo.

Basados en estos fundamentos, se señala que más allá de la realidad que se expone de otros países, parece muy conservador que los factores de mejoramiento recién converjan a 0 a la edad de 105 años, dado que, según se plantea, existe evidencia contradictoria sobre cómo evolucionarán las mejoras a largo plazo y lo que se ha observado es que las mejoras en la mortalidad han venido disminuyendo a lo largo de los años. Así, se propone fijar la edad de término de los mejoramientos en 100 años en vez de 105, el período de convergencia en 15 años y no en 20 años y utilizar un factor de largo plazo fijo hasta los 90 años de 0,5% en vez de 1%.

Respuesta CMF: No se acoge el punto. Tal como se señala en el informe normativo puesto en consulta, el factor de largo plazo conlleva un alto grado de subjetividad y juicio experto

debido a la dificultad de determinar las mejoras en la mortalidad a largo plazo. Realizando un análisis comparado con las principales jurisdicciones que utilizan este tipo de modelo, se observa que el valor propuesto de 1%, el límite de mejoramiento de 105 años y la convergencia de 20 años al factor de largo plazo, se sitúan en torno al escenario medio y no tienen un carácter conservador, considerando que estos conllevan una baja respecto a los mejoramientos a corto plazo (observados con información histórica).

Asimismo, en el caso de la edad final de los factores de mejoramiento (desde donde se asumen cero), de los 15 países miembros de la OCDE donde esta información está disponible, 11 asumen una edad igual o superior a 105 años y ningún país considera una edad menor a 100 años. En el caso del factor de largo plazo, una tasa de largo plazo de 0,5% no es justificable dada la experiencia histórica en Chile (donde los niveles han estado muy por encima del 1% durante las últimas cuatro décadas) y los puntos de referencia internacionales disponibles. Finalmente, en el caso del periodo de convergencia, el supuesto más común en las tablas estándar de mortalidad es de 20 años. Esto se supone para los jubilados en Canadá, Lituania y Estados Unidos⁵⁶, Islandia incluso asume un período de convergencia mucho más largo (45 años), de este modo, no es justificable suponer un período de convergencia más corto a la tasa de largo plazo en Chile en comparación con países más desarrollados, considerando además, otras variables correlacionadas con la expectativa de vida como el aumento de gasto en salud en Chile o las brechas actuales en los niveles del PIB, que pueden indicar que todavía hay espacio para continuar experimentado mayores mejoras en la mortalidad).

Tablas de invalidez

Se recibieron comentarios sobre el criterio de exclusión de los tres primeros años de exposición de los inválidos totales debido a la mayor mortalidad inicial y su coherencia con la ley N°21.309 de enfermos terminales.

I. Exclusión de los primeros tres años de invalidez total

Se recibió comentario respecto a la eliminación de los tres primeros años de exposición de los inválidos totales y su relación con pensionados con padecimientos de enfermedades terminales. Se señala que la Ley N°21.309 citada en el informe puesto en consulta, indica que un enfermo terminal debe tener una expectativa de vida menor a 12 meses. Por lo tanto, se solicita que para los inválidos totales se excluyan solamente los primeros 12 meses de exposición, siendo así el criterio metodológico consistente con lo indicado en la ley.

⁵⁶EE. UU considera dos periodos de convergencia: Horizontal (a través de las edades) de 10 años y Diagonal (a través de las cohortes de nacimiento) de 20 años.

Respuesta CMF: No se acoge el punto. De los análisis realizados, se observa que los primeros tres años la mortalidad es significativamente mayor y se estabiliza en un nivel más bajo a partir del cuarto año de invalidez. Con el fin de entender la causa de la mayor mortalidad inicial, se calcularon tasas brutas de mortalidad de invalidez considerando todos los años de pensión definitiva, pero excluyendo a las personas cuya invalidez fue dictaminada en base a un diagnóstico potencialmente terminal⁵⁷. De este modo, se observó que la mortalidad última es muy similar a la mortalidad excluyendo a los enfermos terminales, lo que indica que la mayor mortalidad en los primeros tres años se debe a las personas con diagnósticos potencialmente terminales.

Producto de lo anterior y considerando los efectos de la ley N° 21.309, que establece el beneficio de retiro anticipado de los fondos de pensión en el caso de afiliados y pensionados calificados como enfermos terminales, se utilizaron tasas últimas en invalidez, que son las que mejor representan la mortalidad estable de esta población. Debido a que quienes se acojan a la nueva ley no utilizarán las tablas de mortalidad para determinar el desgaste de sus fondos en retiro programado, ni tampoco tendrán derecho a contratar una pensión bajo la modalidad de renta vitalicia. Finalmente, cabe mencionar que se puede acceder a los beneficios de la ley siendo afiliado activo (personas que antes se hubieran pensionado por invalidez ahora se acogerán a esta ley) o pensionado (por ejemplo, personas cuya enfermedad no había entrado todavía en la etapa terminal al momento de la pensión).

Para mayor detalle sobre este aspecto, consultar la nota técnica contenida en el anexo de la norma publicada en este informe, donde se detallan y muestran los análisis realizados.

Otros comentarios relacionados

I. Mejoras a la nota técnica contenida en la norma puesta en consulta

Se recibió comentario respecto a dar mayor precisión a algunas secciones de la nota técnica, la cual describe los criterios de elaboración de las TM2020, principalmente, orientados a entregar mayor detalle a las secciones de “Edades tempranas”, “Edades avanzadas” y “Descripción de metodología de exclusión de los tres primeros años de invalidez total”.

Respuesta CMF: Se acoge el punto. Se mejora la nota técnica en base a los comentarios, los cuales pueden ser vistos en el anexo de la norma publicada.

II. Gradualidad en el reconocimiento de las TM2020

⁵⁷ Los diagnósticos potencialmente terminales fueron identificados por la División de Comisiones Médicas de la Superintendencia de Pensiones.

Al igual que para la aplicación de las tablas de mortalidad 2014 y lo instruido por la CMF el año 2016, se recibió comentario solicitando a la CMF que las compañías puedan optar por reconocer de forma gradual estas tablas, en un plazo máximo de seis años.

Respuesta CMF: No se acoge el punto. No se considera necesario aplicar una gradualidad debido a que el impacto de las nuevas tablas TM2020 es muy acotado (0,14% de las reservas a nivel de mercado a dic-21). Asimismo, si bien es cierto que existiría una carga impositiva adicional para aquellas compañías que, como efecto de la aplicación de las TM2020, liberan reserva técnica para pólizas con fecha de vigencia a partir de 2012, este impacto sigue siendo acotado y no aumentaría significativamente el impacto calculado inicialmente.

ANEXO A: PRINCIPIOS Y RECOMENDACIONES INTERNACIONALES

1. OCDE: ORGANIZACIÓN PARA LA COOPERACIÓN Y DESARROLLO ECONÓMICO

La Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) es una organización intergubernamental que reúne a 34 países, que en su conjunto representan el 80% del PIB mundial, comprometidos con la economía de mercado y con sistemas políticos democráticos.

La OCDE es una Organización en la que los países comparan, intercambian experiencias en políticas públicas, identifican mejores prácticas, promueven decisiones y recomendaciones, y mediante esos y otros instrumentos legales, acuerdan y se comprometen con estándares de alto nivel técnico y avanzada voluntad política. Para ello, el diálogo, el consenso, las evaluaciones y las revisiones entre pares conforman el núcleo del trabajo de la OCDE, la que constituye una de las fuentes más grandes y confiables a nivel internacional en los ámbitos de las estadísticas y de la información económica y social.

En materia de pensiones la misión de la OCDE es “... ayudar a los países a desarrollar un adecuado marco regulatorio y de supervisión que proteja los derechos de los afiliados y beneficiarios y garantice la seguridad financiera de los planes y fondos de pensiones”. En 1999 se forma el Grupo de trabajo sobre Pensiones Privadas (OCDE WPPP por sus siglas en inglés)

Entre sus funciones se encuentra:

- El estudio y seguimiento de los sistemas de pensiones privados en los países miembros de la OCDE y el análisis de las políticas y cuestiones técnicas relacionadas;
- La formulación de conclusiones y / o recomendaciones de políticas adecuadas sobre los diferentes enfoques relacionados con la regulación y supervisión de los sistemas privados de pensiones;
- Mantenerse al tanto de las actividades de la OCDE relacionadas con las pensiones privadas;
- La cooperación y coordinación sobre estos temas con otros organismos pertinentes de la OCDE, así como con otros organismos internacionales;
- Promoción del diálogo sobre políticas con países no miembros sobre cuestiones de pensiones privadas.

La OCDE y su Grupo de Trabajo sobre Pensiones Privadas (WPPP) comenzaron en 2006 a evaluar los impactos de los supuestos de mortalidad, la esperanza de vida y los riesgos de longevidad, en el ahorro para la jubilación, los planes de pensiones financiados y en las compañías de seguros que ofrecen productos de rentas vitalicias. Es así que, a partir del año 2012 y cada dos años la OCDE genera un informe de perspectivas de pensiones (OECD Pensions Outlook en Inglés) el cual proporciona un análisis de los últimos desarrollos en las políticas de pensiones en los países de la OCDE, que cubren los sistemas de pensiones públicos y privados, así como una evaluación

de las tendencias en los sistemas de ingresos de jubilación y donde también se incluyen las estadísticas de referencia más recientes.

En este contexto, en el año 2014 la OCDE publica el estudio *“Supuestos de mortalidad y riesgo de longevidad: Implicaciones para los fondos de pensiones y los proveedores de rentas vitalicias”* en el cual evalúa cómo los fondos de pensiones, los proveedores de rentas vitalicias, las compañías de seguros de vida y el marco regulatorio, incorporan mejoras futuras en la mortalidad y la esperanza de vida. La publicación proporciona detalles sobre las tablas de mortalidad estándar y los supuestos utilizados en 15 países de sus países miembros, analizando la evolución de la mortalidad, y el potencial riesgo de longevidad asociado, diferenciando entre la población masculina y femenina.

En cuanto a las principales conclusiones de la publicación, se menciona que el marco normativo debe garantizar que los fondos de pensiones y los proveedores de rentas vitalicias utilicen tablas de mortalidad adecuadas para contabilizar y provisionar las mejoras futuras previstas, estableciendo directrices claras para la elaboración de las tablas de mortalidad utilizadas para la constitución de reservas asociadas a los pasivos de rentas vitalicias y pensiones.

Además, recomiendan que:

- Las tablas de mortalidad deben incluir las mejoras futuras previstas en materia de mortalidad.
- Las tablas de mortalidad deben actualizarse periódicamente para reflejar con exactitud la experiencia más reciente y evitar aumentos significativos de las reservas.
- Las tablas de mortalidad deben basarse en la experiencia de mortalidad de la población correspondiente.

2. SOA: Society of Actuaries (EE.UU)

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".

Como parte de su revisión periódica de los supuestos de mortalidad de los planes de jubilación, la SOA a través del Comité de Experiencia de Planes de Jubilación de la Sociedad de Actuarios (RPEC), ha realizado diversas actualizaciones de sus tablas de mortalidad, tanto en sus componentes estáticas (tasas de mortalidad) y dinámicas (factores de Mejoramiento). A continuación, se detallan las actualizaciones que dieron como resultado las tablas de mortalidad RP-2014 (tasas de mortalidad) y MP 2020 (factores de Mejoramiento):

A. Tablas de mortalidad RP-2014

El estudio de Mortalidad de las Pensiones que dio como resultado final la obtención de estas tablas se inició en 2009. Su enfoque principal fue una revisión integral de la experiencia reciente de mortalidad en los planes de jubilación privados no asegurados en los Estados Unidos. Los objetivos finales del estudio fueron los siguientes:

1. Proponer un conjunto actualizado de supuestos de mortalidad que reemplazarían tanto las tablas base del RP-2000 como las escalas de proyección de mortalidad AA, BB y BB-2D (factores de mejoramiento).
2. Proporcionar nuevos conocimientos sobre la composición de la mortalidad de pensionados específica por género, determinada por factores como el tipo de empleo (por ejemplo, White collar), monto de salario / beneficio, estado de salud (es decir, saludable o discapacitado) y duración de esa condición (empleo, salario y estado de salud).

El conjunto de datos final para la elaboración de la tabla RP-2014, que cubre el periodo desde 2004 a 2008, reflejó aproximadamente 10,5 millones de expuestos y más de 220.000 muertes, todas de planes de pensiones privados sin seguro sujetos a las reglas de financiación de la Ley de Protección de Pensiones de 2006 (PPA).

Para las RP-2014, una vez obtenidas las tasas brutas en la ventana de tiempo analizada, estas fueron proyectadas desde su año central (2006) hasta 2014 utilizando los factores de

mejoramiento obtenidos (“Scale MP-2014”). Luego, esas tasas proyectadas se graduaron utilizando la metodología de Whittaker-Henderson-Lowrie, y posteriormente se extendieron a edades extremas (muy mayores o muy jóvenes) utilizando una variedad de técnicas actuariales estándar (modelo de Kannisto, Gompertz, polinomios cúbicos, entre otros). El resultado final fue un conjunto de 11 tablas ponderadas por cantidad específicas por género con el año base de 2014:

- Tablas de empleados (de 18 a 80 años)
 - Total (con todos los datos no discapacitados)
 - Blue Collar
 - White Collar
 - Bottom Quartile (basado en el salario)
 - Top Quartile (basado en el salario)
- Tablas de jubilados no inválidos (de 50 a 120 años)
 - Total (con todos los datos no discapacitados)
 - Blue Collar
 - White Collar
 - Bottom Quartile (basado en el monto del beneficio)
 - Top Quartile (basado en el monto del beneficio)
- Tablas de jubilados inválidos (de 18 a 120 años)

Para completar, se desarrollaron tablas específicas por género para edades menores, que cubren las edades de 0 a 17.

Las tablas de mortalidad RP-2014 y los factores de mejoramiento de la mortalidad MP-2014, resultantes, formaron una nueva base para la medición de las obligaciones del programa de jubilación en los Estados Unidos. Con la excepción de las tasas de mortalidad en las edades más jóvenes y mayores, los datos de los participantes que subyacen en las tablas del RP-2014 reflejan la experiencia de mortalidad de los planes de jubilación sujetos a las reglas de financiación de la Ley de Protección de Pensiones de 2006 (PPA).

B. Factores de mejoramientos MP-2020

La SOA actualizó recientemente los factores de mejoramientos de la mortalidad MP-2019 a los MP-2020, que es la última versión de los mejoramientos de la mortalidad desarrollados anualmente por el RPEC. Los factores de mejoramiento de la “Scale MP-2020” se basan en la misma metodología subyacente utilizada para desarrollar la “Scale MP-2019”. Se reflejó, por tanto, un año adicional de datos históricos de población para 2018 y un cambio en la suposición seleccionada por el comité, para la mejora de la tasa de mortalidad a largo plazo.

B.1 Datos utilizados en MP-2020

La información histórica de mortalidad utilizada por el RPEC en la elaboración de la “Scale MP-2020”, incluyó tasas de mortalidad que se suavizan entre edades para cada año individual, considerando información desde el año 1950 hasta el año calendario 2017. Los datos de los años naturales de 1950 a 2015 utilizados en el estudio MP-2020, se toman directamente de estas tasas de mortalidad publicadas por la Administración del Seguro Social (SSA). Las tasas de 2016 a 2018 se calculan utilizando los datos más recientes desarrollados por los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC), la Oficina del Censo de EE. UU. y los Centros de Servicios de Medicare y Medicaid (CMS).

B.2 Modelo de Mejora de la Mortalidad

La versión 2020 del modelo de mejora de la mortalidad RPEC, se basa en el modelo RPEC_2014 original actualizado para reflejar los datos históricos de mortalidad hasta el año calendario 2018. Como en todas las escalas de MP anteriores, las tasas históricas se calcularon utilizando una graduación bidimensional de Whittaker-Henderson del logaritmo natural de las tasas de mortalidad de la población de EE. UU. con componentes de uniformidad basados en la suma de los cuadrados de las terceras diferencias finitas.

Los supuestos específicos seleccionados por RPEC que se utilizaron son los siguientes:

- Mejora de la tasa de mortalidad a largo plazo: tasa fija de 1,35% hasta los 62 años, disminuyendo linealmente hasta el 1,10% a los 80 años, disminuyendo más linealmente hasta el 0,40% a los 95 años y luego disminuyendo linealmente hasta el 0,00% a los 115 años
- Período de convergencia horizontal (a lo largo de edades fijas): 10 años
- Período de convergencia diagonal (a lo largo de cohortes de año de nacimiento fijo): 20 años
- Porcentajes de fusión horizontal / diagonal: 50% / 50%
- Restricción de pendiente inicial: 0

La aplicación de “un paso atrás” (eliminar los últimos años graduados) de dos años desde 2018 (el año más reciente de datos de mortalidad), junto con un período de convergencia diagonal de 20 años, da como resultado tasas a largo plazo de la “Scale MP-2020” que se alcanzan por completo en el año calendario 2036.

En años anteriores, la mejora de la tasa de mortalidad a largo plazo seleccionada por RPEC fue la siguiente:

- 1,00% para menores de 85 años, disminuyendo linealmente al 0,85% a los 95 años, disminuyendo aún más linealmente al 0,0% a los 115 años (y en adelante)

3. IFOA: Institute and Faculty of Actuaries

El Instituto y la 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 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 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 y
- Mortalidad del régimen de pensiones autoadministrado (SAPS).

Cada investigación analiza la experiencia observada en subconjuntos de los datos agregados y periódicamente produce tablas de mortalidad y morbilidad.

La quinta investigación cubre las proyecciones de mortalidad y considera los cambios futuros en la experiencia de la mortalidad, un área de gran importancia para los actuarios.

Estimación tasas de mortalidad

En lo que respecta a la mortalidad base, el working paper 130 del CMI describe los detalles técnicos de las tasas de mortalidad definidas en las “Proposed “16” Series pension annuity in payment mortality tables”. Los datos utilizados en estas tablas abarcan los años 2015 a 2018 y corresponden a tablas separadas según los diferentes tipos de anualidades y abarcan desde los 20 a los 120 años.

Para la graduación de las tablas de mortalidad se tuvieron en cuenta los siguientes criterios:

- Se gradúan los datos en el rango de edad de 60 a 95 años, aunque posteriormente se modifican los valores en las edades superiores. Aunque el CMI considera una variedad de fórmulas de graduación, las tablas propuestas se basaron en una fórmula simple de Gompertz ($G(s)$)⁵⁸.
- Para edades avanzadas, el CMI extiende sus tasas a edades superiores con referencia a las tasas de mortalidad de la población general (método de ampliación de edad propuesto por el Grupo de Trabajo de Mortalidad para edad avanzadas en el Working Paper 106 del CMI). Se asume que las tasas de mortalidad convergen hacia las de una "referencia" más confiable a medida que aumenta la edad y se utiliza una graduación separada de la mortalidad de la población nacional del Reino Unido, como tabla de referencia.

⁵⁸ $G(s)$: $m_x = \exp(\sum_{i=1}^s b_i x^{i-1})$, donde x es la edad; m_x es la tasa central de mortalidad a la edad x , s es el número de parámetros a ser ajustados y b_i son los valores de los parámetros.

- Para edades tempranas, se utiliza un método que adapta el enfoque de edades avanzadas y que, nuevamente, mezcla la experiencia de la población general. El CMI señala que los datos a estas edades son escasos y las tasas ajustadas no representan necesariamente una estimación sólida de la mortalidad de los pensionados más jóvenes. Sin embargo, se estiman por completitud y se espera que estas tasas no tengan una importancia financiera significativa.
- La definición de edad aplicable a las tasas es la edad exacta.

Factores de mejoramiento

El CMI, en noviembre de 2009, publicó el modelo “CMI_2009”, correspondiente a la primera versión del Modelo de Proyecciones de Mortalidad de CMI (factores de mejoramiento). Desde entonces, el Modelo se actualiza periódicamente, principalmente para reflejar los datos de mortalidad emergentes. Los cambios en el método generalmente son relativamente menores, sólo en el año 2016 se introdujeron cambios sustanciales en su actualización.

En estas actualizaciones, el CMI ha observado que las mejoras en la mortalidad en la población general desde 2011 han sido mucho más bajas que en la primera parte de este siglo. Los datos más recientes proporcionan evidencia cada vez mayor de que el bajo nivel de mejoras recientes en la mortalidad, puede deberse a influencias a mediano o largo plazo, más que a eventos a corto plazo como la influenza a principios de 2015.

La última versión de este modelo (CMI_2017) está calibrada con los datos de la población de Inglaterra y Gales (población general) hasta el 31 de diciembre de 2017.

Las mejoras iniciales en la mortalidad (factores de mejoramiento a corto plazo) para la versión básica del modelo son menores en CMI_2017 que en CMI_2016, lo que refleja factores de mejoramientos inferiores a los esperados en 2017. El CMI observó que las mejoras iniciales en la mortalidad son ligeramente más altas para los hombres que para las mujeres en la mayoría de las edades de los jubilados, pero más bajas para los hombres que para las mujeres en las edades más jóvenes.

El CMI señala que todavía existe incertidumbre sobre el nivel apropiado de mejoras iniciales en la mortalidad, tanto para la población general como cuando se aplica el Modelo a otras poblaciones incluidos subconjuntos de la población general, y sobre cuánto énfasis se debe poner en la experiencia reciente. Por este motivo, el CMI anima a los usuarios del modelo a considerar el impacto de las diferentes opciones de parámetros del modelo, incluido los parámetros de suavizados.

El modelo del CMI, sugiere que las mejoras en la mortalidad alcanzaron su punto máximo hace algún tiempo y los mayores mejoramientos se observaron en 2003 para los hombres y 2005 para las mujeres. En consecuencia, la actual "dirección de viaje" de los mejoramientos en la mortalidad es negativa.

Los menores mejoramientos de mortalidad inicial (corto plazo) en CMI_2017 conducen a menores expectativas de vida de cohortes que en todas las versiones anteriores del Modelo. En comparación con CMI_2016, se observó que la esperanza de vida para los 65 años al 1 de enero de 2018 es un 0,9% más baja para los hombres y un 0,7% más baja para las mujeres en CMI_2017.

Modelo de factores de mejoramiento de la mortalidad

El enfoque básico del Modelo del CMI, es proyectar los factores de mejoramiento de la mortalidad interpolando entre las tasas actuales (corto plazo), que se estiman a partir de datos históricos, y las tasas asumidas a largo plazo, que son establecidas por los usuarios del Modelo (descritas en el Working Paper 98 del CMI). Este proceso se lleva a cabo por separado para los componentes de edad y de cohorte, y luego estos se suman para obtener los mejoramientos generales de mortalidad.

El modelo tiene un conjunto de parámetros por defecto ("Core"), pero los usuarios también pueden optar por utilizar sus propios parámetros ("Extendido" y / o "Avanzado"). Como cuestión de política, el modelo del CMI no está completamente especificado: los usuarios deben, como mínimo, seleccionar un valor para la tasa a largo plazo, con la intención de fomentar la participación del usuario en la determinación de supuestos de mejora de la longevidad en el futuro.

El proceso se resume a continuación:

- Se construye un conjunto de datos de calibración, que consiste en datos de muertes y expuestos para las edades de 20 a 100 y con 41 años calendarios (por ejemplo, 1976-2016 para CMI_2016). Los datos se basan en los datos de la Oficina de Estadísticas Nacionales (ONS) para Inglaterra y Gales (con algunas estimaciones y ajustes).
- Luego, se ajusta un modelo APCI (Age-Period-Cohort Improvement) de tasas centrales de mortalidad (m_x) al conjunto de datos de calibración. El ajuste se realiza mediante máxima verosimilitud según un modelo de Poisson para los fallecidos.
- Posteriormente, se obtienen mejoras en la mortalidad a partir del modelo APCI, tanto mejoramientos totales como por componentes de cohorte y edad.
- Se proyectan los componentes de edad y cohorte de los mejoramientos de la mortalidad por separado, utilizando la misma función de convergencia para igualar las tasas de largo plazo deseadas al final de sus períodos de convergencia.
- Luego, se suman los componentes de edad y cohorte para obtener los mejoramientos generales de la mortalidad para cada año futuro.
- Debido a que los mejoramientos de la mortalidad utilizan una definición de "estilo m" ($MI_{x,t}^* = \log m_{x,t-1} - \log m_{x,t}$), introducida en CMI_2016, se convierten a la definición de "estilo q" utilizada en CMI_2009 a CMI_2015 ($MI_{x,t} = 1 - q_{x,t} / q_{x,t-1}$) para mantener la coherencia con versiones anteriores.

4. CIA: Canadian Institute of Actuaries

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

El CIA es el organismo encargado de la elaboración de tablas de mortalidad y hasta antes del 1 de octubre de 2015, Canadá utilizaba la tabla de mortalidad UP-94, las cuales tomaban como referencia la experiencia de mortalidad de los contratos de anualidades grupales y los planes de pensiones de residentes de los Estados Unidos, debido a la falta de datos sobre la experiencia de los planes de pensiones canadienses.

El CIA, el año 2008, revisó la experiencia para los años calendario 1999 a 2008 de un subconjunto de planes de pensiones registrados en el sector público y privado de Canadá, con el objetivo de desarrollar y mantener tablas de mortalidad de pensiones y factores de mejoramiento. Con base en los resultados del estudio, se elaboraron las siguientes tablas base de mortalidad masculina y femenina para el año 2014:

1. 2014 Mortality Table (CPM2014)— desarrollada a partir de la experiencia combinada observada en los planes del sector público y privado,
2. 2014 Public Sector Mortality Table (CPM2014Publ)— basada en la experiencia separada observada en los planes del sector público incluidos, y
3. 2014 Private Sector Mortality Table (CPM2014Priv)— basada en la experiencia separada observada en el sector privado.

Estas tablas consideran ajustes por industria, tamaño de pensión y factores de mejoramiento.

A continuación, se resumen los puntos principales de la metodología utilizada para la graduación de las tasas de mortalidad obtenidas en estas tablas CPM 2014:

- Los datos en cada edad se graduaron utilizando el método de Whittaker-Henderson.
- Las tasas de mortalidad a edades menores de 54 años se basaron en las tasas de mortalidad de seguros de vida canadienses individuales para no fumadores de la tabla

CIA 97-04, con tasas de 54 a 60 años obtenidas al ajustar un polinomio de quinto orden a las tasas ya obtenidas para las edades de 51, 52, 53, 61, 62 y 63.

- De manera similar a lo anterior, las tasas de hombres desde los 95 años (98 para las mujeres) hasta los 102 años se obtuvieron ajustando un polinomio de cuarto orden a las edades de 92, 93, 94, 103 y 104 (95, 96, 97, 103 y 104 para mujeres) considerando las tasas de mortalidad del documento presentado por **Bob Howard en el Simposio “Living to 100 de 2011”**. Las tasas de mortalidad en edades mayores de 102 años se obtuvieron directamente des este documento.

El estudio realizado por el CIA en la actualización de 2014, también examinó las tendencias en la experiencia de mortalidad desde 1967, que es el primer año en que las pensiones se pagaron en virtud de esos programas. Con base en los resultados del estudio, se elaboraron los siguientes factores de mejoramiento para hombres y mujeres:

- Escala B de mejora de CPM (CPM-B): tasas de mejora (factores de mejoramiento) por edad que disminuyen de manera lineal para los años 2012-2030 y tasas finales aplicables para todos los años después de 2030; y
- Escala de mejora de CPM B1-2014 (CPM-B1D2014): tasas de mejora por edad diseñadas únicamente para aproximarse a la Escala de mejora de CPM B para las valoraciones de pensiones en 2014 y 2015.

En línea con las mejores prácticas internacionales, el CIA actualizó en 2017 nuevamente sus factores de mejoramientos a través de la MI-2017. Los resultados de esta actualización se basaron en parte en un análisis de las tasas históricas de mejora de la mortalidad hasta 2011 de los datos generales de la población canadiense registrados en la “Human Mortality Database” (HMD), que se complementaron con datos adicionales del programa para la Seguridad de la Vejez Canadiense (OAS) hasta 2015. Este análisis incluyó la aplicación de técnicas actuariales estándar para graduar tasas históricas de mejora volátiles, con el objeto de identificar tendencias subyacentes. Además, el grupo de trabajo del CIA, también revisó las técnicas comúnmente utilizadas para construir factores de mejoramientos de la mortalidad, que combinan la experiencia histórica con la opinión de expertos sobre las perspectivas de una mejora futura en las tasas de mortalidad de la población.

Los factores de mejoramientos de la MI-2017, se obtuvieron asumiendo que las tasas de mejora histórica de la mortalidad pasarán sin problemas a una tasa de mejora de la mortalidad a largo plazo, con la transición ocurriendo durante un período de 10 a 20 años que varía según la edad. El CIA, seleccionó la tasa de mejoramiento a largo plazo de modo que esta estuviese cerca del promedio histórico a largo plazo y en el medio del rango de la opinión típica de expertos.

En la actualización de las MI-2017, el CIA reconoce que la selección de un supuesto de mejora de la mortalidad es intrínsecamente subjetiva, en particular con respecto a los mejoramientos a

largo plazo. Además, señalan que las tasas de mejora de la mortalidad a corto plazo son volátiles y la experiencia emergente debe ser monitoreada regularmente.

Los factores de mejoramientos del CIA, se desarrollaron bajo el siguiente marco conceptual:

- Los datos de mortalidad históricos se gradúan para determinar la mejora de la mortalidad inicial. Estas tasas varían según el sexo, la edad y el año.
- Las tasas de mejora de la mortalidad a largo plazo (final) se establecen en función de las tasas de mejora de la mortalidad promedio a largo plazo y la opinión de expertos. Estas tasas varían solo según la edad.
- Se supone que las tasas de mejora de la mortalidad pasarán sin problemas de las tasas de mejora de la mortalidad inicial a las tasas de mejora de la mortalidad a largo plazo durante un período de convergencia supuesto.

Los supuestos utilizados en el modelo para derivar las tasas de mejora de la mortalidad son los siguientes:

- Las tasas de mejora de la mortalidad a largo plazo son en sí mismas una suposición. Como se señaló anteriormente, las tendencias de mejora de la mortalidad esperada a largo plazo son en gran parte debatibles.
- El período de tiempo hasta que se alcancen las supuestas tasas de mejora de la mortalidad a largo plazo, también está sujeto a juicio. Este período de convergencia es una suposición en el modelo.
- Se han observado tendencias de mejora de la mortalidad por edad (es decir, tendencias horizontales en las tablas de mortalidad por edad y año) y por año de nacimiento (es decir, tendencias diagonales en las tablas de mortalidad organizadas por edad y año, también conocidas como tendencias de cohorte). La medida en que se supone que las tendencias horizontales y diagonales continuarán en el futuro es una suposición del modelo.

A continuación, se resumen los modelos y criterios utilizados para la obtención de los factores iniciales de mejoramiento (corto plazo) y los factores de mejoramiento de largo plazo, así como para definir el periodo y forma de convergencia hacia el largo plazo.

Factores iniciales de mejoramiento (corto plazo)

La mejor práctica actual es graduar un conjunto de datos bidimensionales (edades y años calendario) para determinar las tasas de mejora de la mortalidad. El CIA utilizó el método de Whittaker-Henderson (WH) para suavizar las tasas históricas, pues señala que, si bien hay una serie de técnicas que funcionan bien en dos dimensiones, WH es más conocido entre los actuarios canadienses, hay software eficiente disponibles y es posible controlar la suavidad fácilmente.

El CIA comenta que, si bien es factible graduar los factores de mejoramiento brutos, se obtienen mejores resultados en la mayoría de los conjuntos de datos, al graduar las tasas de mortalidad primero y luego calcular los factores de mejoramientos a partir de las tasas de mortalidad uniformes.

Las edades de 0 a 2 años se tomaron como tasas brutas de mortalidad. Las tasas restantes se obtuvieron a partir de una graduación WH, del logaritmo de las tasas promedio con la exposición promedio como ponderaciones. El factor de suavidad para tal graduación, se seleccionó para que sea mayor de lo normal, porque es importante tener una tabla base suave. El resultado no será uniforme si la tabla base no es suficientemente suave en sí misma.

Por otro lado, señalan que cualquier graduación de un conjunto de datos bidimensionales tendrá datos más fiables en el medio del conjunto de datos, menos fiables en los bordes y menos fiables en las esquinas. Esto es así, porque el valor graduado para un punto en particular está influenciado por todos sus vecinos, pero en los bordes y en las esquinas hay menos vecinos. En consecuencia, es una buena práctica eliminar de los valores graduados los que se encuentran en los bordes. Esto se conoce como un paso atrás para evitar efectos de borde. Por lo general, es necesario un retroceso de dos o tres años (el CIA eliminó los últimos dos años de ajuste).

Factores de mejora a largo plazo

Los factores de mejoramiento de la mortalidad a largo plazo son un supuesto fundamental de los factores MI-2017 (o cualquier escala de factores de mejoramiento de la mortalidad). El CIA menciona que la selección del supuesto a largo plazo es uno de los aspectos más subjetivos y de juicio, siendo tanto una mirada hacia el futuro como una mirada hacia atrás. Muchos factores, cada uno con sus propias incertidumbres, pueden afectar una suposición de tan gran alcance como la mejora de la mortalidad de la población canadiense.

El equipo del CIA analizó las tendencias históricas y consideró una amplia gama de opiniones dada por los expertos en la materia, para desarrollar un supuesto de mejora de la tasa de mortalidad a largo plazo del 1,0% para las edades de hasta 90 años, 0,2% a los 100 años y 0% a los 105 años, donde las tasas a largo plazo entre las edades de 90, 95 y 105 años asumen un decaimiento lineal.

Periodo de Convergencia

Se requiere un juicio profesional significativo para seleccionar el período de convergencia en el modelo de mejora de la mortalidad de dos dimensiones. La principal consideración para establecer este supuesto puede ser la duración de los ciclos de los factores de mejoramientos de la mortalidad observados en el pasado.

El CIA, en ausencia de un análisis cuantitativo convincente, decidió adoptar un período de convergencia similar al asumido en la construcción de otras escalas de factores de mejoramiento de la mortalidad en los últimos años. Según los análisis realizados, 20 años es el período de

convergencia más común asumido en la construcción de factores de mejoramientos en los últimos años para edades entre 60 y 80.

El CIA observó que las tasas históricas de mejora han tendido a ser más volátiles en las edades más jóvenes que en las mayores. En consecuencia, les pareció razonable utilizar un período de convergencia más corto para las edades más jóvenes, como supone también el modelo del CMI.

El equipo del CIA, decidió asumir un período de convergencia de 10 años (hasta 2023) para las edades de 0 a 40 y un período de convergencia de 20 años (hasta 2033) para las edades de 60 y más. Para las edades de 41 a 59, el período de transición se interpola linealmente.

Método de Convergencia

El CIA, supone que los factores de mejoramiento progresarán sin problemas desde la historia reciente hasta los factores a largo plazo (la suposición se refiere a la tendencia más que a los mejoramientos reales que surgen con el tiempo, porque aún se espera que los mejoramientos reales muestren volatilidad de un año a otro y de una edad a otra).

En una primera instancia, se consideró el enfoque utilizado por CMI, una convergencia cúbica entre la última tasa de mejora (factor de mejoramiento) histórica y la tasa a largo plazo, donde la pendiente se establece en cero en el último año y se estima un tercer punto en el año medio de la transición. Sin embargo, luego de varios análisis se optó por ajustar una ecuación cúbica entre 2013 (el último año de la tasa histórica de mejora gradual después de eliminar los últimos 2 años de ajuste-tasas de corto plazo) y la tasa a largo plazo. En dicha ecuación, se supone que la pendiente es cero en el último año, y la pendiente al inicio se toma como la pendiente de 2012 a 2013, hasta un valor absoluto máximo de 0,003.

5. AGA: Australian Government Actuary

El Australian Government Actuary es el consultor actuarial oficial del gobierno australiano. Su personal está capacitado profesionalmente en el análisis y gestión de riesgos, especialmente en áreas financieras de largo plazo.

El AGA ofrece servicios de consultoría actuarial y se centra principalmente en clientes del sector público australiano y en el extranjero, enfocándose en apoyar la supervisión prudencial del sector de servicios financieros.

La “Guía de la Seguridad Social” actualizada⁵⁹ en enero de 2020 por el gobierno australiano, presenta las tablas de esperanza de vida, factor de valoración de las pensiones y factor de pago. Asimismo, las tablas de mortalidad más recientes desarrolladas por el AGA corresponden a las tablas 2015-17.

Las tablas de mortalidad de Australia 2015-17, se basan en la mortalidad de hombres y mujeres australianos durante los tres años calendario, centrado en el Censo de Población y Vivienda de 2016 (mortalidad base). Las tablas de mortalidad australiana consideran el aumento de la longevidad ya que consideran que este tiene implicaciones significativas, tanto para las personas que intentan estimar los recursos necesarios para la jubilación como para los gobiernos que se ocupan del aumento de las obligaciones en materia de pensiones, salud y atención a personas mayores.

El AGA señala que la esperanza de vida al nacer ha mostrado una mejora espectacular desde el inicio de las tablas de mortalidad, aumentando en más de 30 años tanto para hombres como para mujeres. Incluso a edades más avanzadas, las mejoras sustanciales en las tasas de mortalidad de este grupo durante los últimos 40 años, se han traducido en un aumento significativo de la esperanza de vida. Por ejemplo, la esperanza de vida a los 65 años ha aumentado en casi nueve años (casi el 80%) para los hombres y diez años (más del 80%) para las mujeres.

Durante el primer tercio del siglo XX, las expectativas de vida de hombres y mujeres se movieron aproximadamente en paralelo, con una brecha al nacer constante en alrededor de cuatro años. La brecha a los 65 años se mantuvo estable en alrededor de un año y medio durante este período. Desde aproximadamente 1930, la brecha se amplió para ambas edades, alcanzando un máximo en las Tablas de 1980-82. Desde entonces, el diferencial ha ido disminuyendo para ambas edades. Al nacer, la brecha se ha reducido en casi tres años desde su punto máximo, cayendo a niveles vistos por última vez hace unos 75 años.

Los problemas asociados con el intento de estimar expectativas de vida más realistas, al permitir mejoras futuras en la mortalidad, se discutieron con cierto detalle en las Tablas de 1995-97 desarrolladas por el AGA. Esas tablas incluyen factores de mejora derivados de la relación entre las tasas de mortalidad en las tablas y las informadas en las tablas de 25 y 100 años antes. Las tablas actuales continúan con la práctica de informar dos conjuntos de factores de mejoramiento, uno basado en la experiencia de los últimos 25 años y el otro utilizando la mejora en mortalidad durante 125 años.

⁵⁹Life expectancy, pension valuation factor & payment factor tables

<https://guides.dss.gov.au/guide-social-security-law/4/9/5>

A continuación, se resumen los modelos y criterios utilizados para la obtención de las tasas de mortalidad base y los factores de mejoramiento de las tablas 2015-17.

Tasas de mortalidad base 2015-17

Hay tres elementos principales en el proceso de construcción de las tablas de mortalidad australianas. El primero es la derivación de las tasas de mortalidad brutas, a partir de la información proporcionada por la Oficina de Estadísticas de Australia (ABS). El segundo es la graduación de las tasas brutas y las pruebas estadísticas asociadas de la calidad de la graduación.

El cálculo de las tasas de mortalidad requiere una medida tanto del número de muertes como de la población que estaba expuesta al riesgo de fallecer durante el mismo período. Los datos brutos utilizados para estos cálculos fueron proporcionados por el ABS y comprendieron lo siguiente:

- a) Estimaciones del número de hombres y mujeres que residen en Australia en cada edad respecto al último cumpleaños hasta 115 años o más, al 30 de junio de 2016.
- b) El número de muertes ocurridas dentro de Australia para cada mes desde enero de 2015 a diciembre de 2017, clasificados por sexo y edad respecto al último cumpleaños en la hora de la muerte.
- c) El número de nacimientos registrados, clasificados por sexo en cada mes desde enero de 2011 a diciembre de 2017.
- d) El número de muertes de personas de 3 años o menos en cada mes desde enero de 2011 a diciembre de 2017, clasificados por sexo y edad al último cumpleaños, con defunciones de menores de un año clasificadas por duración detallada.
- e) El número de personas que entran y salen de Australia en cada mes desde enero de 2015 a diciembre de 2017 para los mayores de 4 años y desde enero de 2011 a diciembre de 2017 para menores de 4 años, agrupados por la sexo y edad al último cumpleaños.

En lo que respecta a la graduación de las tasas brutas de mortalidad, al igual que con las tablas de mortalidad anteriores desarrolladas por el AGA, se utilizó una combinación de graduación manual y ranuras cúbicas ajustadas. Se ajustaron splines cúbicos en todas las edades excepto en las dos más jóvenes y en la parte superior de la distribución de edades. Debido a que, en las edades más avanzadas hay poca exposición y pocas muertes, se utilizó un enfoque diferente (un ajuste de makeham por métodos no lineales).

El método de splines cúbicos implica ajustar una serie de polinomios cúbicos a las tasas brutas de mortalidad. Estos polinomios están obligados a no solo ser continuos en los 'nudos' donde se unen, sino también a tener la primera y segunda derivadas iguales en esos puntos.

Estimación de factores de mejora de la mortalidad

En las tablas de mortalidad hasta 2005-07 inclusive, el factor de mejora a una edad determinada se calculó utilizando la siguiente fórmula:

$$l_x = \left[\left(\frac{q_x(t)}{q_x(t-n)} \right)^{\frac{1}{n}} - 1 \right] \times 100$$

Donde l_x : Tasa de mejora a la edad x , $q_x(t)$: Tasa de mortalidad a la edad x en las actuales tablas y $q_x(t-n)$: Tasa de mortalidad reportada a la edad x en las tablas n años antes.

El AGA señala que, si bien este enfoque era intuitivo, esta medida dependía únicamente de las tasas de mortalidad al principio y al final del período y no ponderaba la experiencia durante el período intermedio. Como resultado, esta metodología podía producir resultados que no reflejaran el patrón general de mejora de la mortalidad durante el período.

Por lo anterior, desde 2010-12 la metodología que se ha adoptado ha sido ajustar un polinomio a las tasas de mortalidad para cada edad durante el período de interés (ya sea 25 años o 125 años) y utilizar los valores ajustados para estimar la mejora de la mortalidad.

6. AIOS: Asociación Internacional de Organismos de Supervisión de Fondos de Pensiones

La Asociación Internacional de Organismos de Supervisión de Fondos de Pensiones –AIOS– es una entidad civil sin fines de lucro, compuesta por los organismos de supervisión de los sistemas de pensiones de capitalización individual de los siguientes países: Chile, Colombia, Costa Rica, México, Panamá, Perú, República Dominicana, El Salvador y Uruguay.

La AIOS tiene como misión contribuir al fortalecimiento y perfeccionamiento de la regulación y supervisión de los sistemas previsionales de capitalización individual en los países miembros, en concordancia con los estándares internacionales aplicables.

Son objetivos centrales de la AIOS:

- Fomentar la interrelación entre sus miembros, para un intercambio de información y experiencias relevante y oportuna, en los ámbitos de supervisión, normatividad y estadística.
- Promover las mejores prácticas para la estandarización del marco conceptual y normativo de la regulación, de la supervisión y de la administración de Fondos de Pensiones.
- Proveer a los países miembros AIOS información y herramientas conducentes a fomentar la cultura previsional y contribuir a mejorar la situación de los trabajadores frente al retiro, en cada uno de sus países.

Durante su XI Asamblea Anual, realizada en 2003, la AIOS aprobó el documento “Principios de Regulación y Supervisión de Pensiones”. Dicho documento presenta “31 principios básicos para el logro de las mejores prácticas de supervisión de pensiones en los países miembros de la AIOS”. Los Principios se agrupan en cinco categorías que incluyen, “Fundamentos de la regulación y supervisión” (5 Principios); “Principios relativos a las administradoras de pensiones” (5 Principios); “Principios relativos a la administración de cuentas individuales y los beneficios” (9 Principios); “Principios relativos a la difusión de información” (3 Principios); y, “Principios relativos a las inversiones” (8 Principios). En el documento se definen los objetivos de los “Principios” correspondientes a cada categoría, y se explica su alcance y significado. Aunque la observancia de estos “Principios” no es obligatoria, la AIOS recomienda su incorporación en la normativa de cada país miembro. Entre ellos, el principio 19 plantea que “El supervisor debe promover la transparencia en la definición de parámetros técnicos y tablas biométricas para el cálculo de las pensiones bajo sus distintas modalidades.” Respecto a este principio plantea dos criterios de análisis:

Criterio básico

- a) Las técnicas actuariales y las reglas de amortización se establecen en base a estándares objetivos y comparables.
- b) El supervisor revisa que los cálculos actuariales se realicen bajo supuestos realistas.
- c) La regulación establece los parámetros técnicos de cálculo de los beneficios a recibir por los afiliados.

Criterio avanzado

- a) El supervisor está en capacidad de verificar los resultados de los cálculos actuariales realizados por las administradoras o empresas de seguros.
- b) El supervisor tiene a disposición del público información clara y comprensible respecto de la metodología y forma de cálculo de beneficios.

Asimismo, en 2009 la AIOS publica⁶⁰ el documento “Modalidades Previsionales en los Regímenes de Capitalización de América Latina”, donde realiza un análisis de las implicancias de la regulación de las bases técnicas.

Las principales conclusiones de dicho análisis son que la reglamentación de las distintas modalidades debe:

- a) Tender a un alto nivel de estandarización en sus parámetros de diseño para contribuir a la transparencia en la comercialización

⁶⁰Modalidades Previsionales en los Regímenes de Capitalización de América Latina
<https://www.aiosfp.org/documentos/66-modalidades-previsionales-en-los-regimenes-de-capitalizacion-de-america-latina.html>

- b) Asegurar una adecuada determinación de los parámetros, incluyendo la pertinente actualización de ellos en el tiempo.

En el caso de la renta vitalicia, señala que el regulador debe orientarse a preservar la solvencia (reservas técnicas) para minimizar el fallo del asegurador en la operación del producto, aspecto que apunta a la credibilidad del sistema y a la preservación de los recursos públicos frente a las eventuales garantías estatales. En el retiro programado, menciona que adoptar bases técnicas conservadoras puede convertirse en una opción de extrema utilidad, dentro de un tramo de tiempo prudencial (modalidad transitoria).

Señala también, que uno de los desafíos más importantes en la reglamentación de las bases técnicas está relacionado con la definición de adecuadas tablas de mortalidad, mediante la adopción de modelos de tablas dinámicas, confeccionadas a partir de relevamientos estadísticos del propio grupo a ser cubierto (población previsional). Por el contrario, el empleo de tablas de mortalidad sin su debida actualización conduce a afrontar a futuro (cuando se deban actualizar las mismas) duros procesos de recomposición en el importe de las reservas técnicas de las aseguradoras o bien ajustes “extraordinarios” en la trayectoria del retiro programado para evitar el agotamiento prematuro.

Los esquemas regulatorios y de supervisión de las entidades aseguradoras han ido incorporando como eje operativo el concepto de “riesgo” y como herramienta la “medición de riesgos”, dentro del tradicional esquema de: inversiones, reservas técnicas y capital mínimo. Estos nuevos instrumentos (medición de calce, test de suficiencias de activos, sensibilidad a incrementos en la esperanza de vida, entre otros) permiten evidenciar mejor los diversos grados de exposición del asegurador, que no necesariamente quedan reflejados dentro del balance; permitiendo así al supervisor anticiparse a un potencial riesgos de insolvencia y obligar al asegurador a un plan de adecuación y también a una mayor exigencia patrimonial.

Finalmente, concluye que los esfuerzos para hacer un adecuado manejo de los riesgos a que se enfrentan los reguladores y los regulados pasan por integrar: una adecuada legislación y reglamentación de los productos, el empleo de herramientas específicas por cuenta del operador para amortiguar sus efectos (modelos de ALM, test de suficiencias, tablas dinámicas, etc.) y un esquema de regulación y control que incentive a éste a profundizar en la minimización de ellos (liberando o incrementando el nivel de exigencias patrimoniales conforme el caso).

ANEXO B: MARCO NORMATIVO EXTRANJERO

1. AUSTRALIA, AUSTRALIAN PRUDENTIAL REGULATION AUTHORITY (APRA)

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)
- aseguradoras generales
- aseguradoras de vida
- sociedades amigas
- aseguradoras de salud privadas
- compañías de reaseguros, y
- Fondos de jubilación (distintos de los fondos autogestionados).

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

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.

El APRA es responsable de garantizar que los fondos de jubilación se comporten de manera prudente. También revisa las cuentas anuales de los fondos para evaluar su cumplimiento con el SIS⁶¹, que es donde se establecen las reglas que deben seguir los fondos de jubilación. Sin embargo, no es el organismo encargado de la elaboración de las tablas de mortalidad ni los factores de valoración de las pensiones⁶², sino que estos son desarrollados por la Australian Government Actuary (AGA).

⁶¹Superannuation Industry Supervision Act 1993

<https://www.legislation.gov.au/Details/C2020C00218>

⁶²Pension Valuation Factors for Defined Benefit Income Streams

<https://guides.dss.gov.au/guide-social-security-law/4/9/5/50>

2. REINO UNIDO, FINANCIAL CONDUCT AUTHORITY (FCA), PRUDENTIAL REGULATION AUTHORITY (PRA) AND THE PENSIONS REGULATOR (TPR)

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**).

Por otro lado, **The Pensions Regulator (TPR)** es el organismo público que protege las pensiones laborales en el Reino Unido. Ellos se aseguran que los empleadores coloquen a su personal en un plan de pensiones y aporten dinero. También se encargan de que los planes de pensiones en el lugar de trabajo, se gestionen correctamente para que las personas puedan ahorrar de forma segura para sus años posteriores.

Sus responsabilidades son:

- Asegurarse de que los empleadores coloquen a su personal en un plan de pensiones y paguen dinero en él (lo que se conoce como "inscripción automática")
- Proteger los ahorros de pensiones de las personas del lugar de trabajo.
- Mejorar la forma en que se gestionan los planes de pensiones en el lugar de trabajo
- Reducir el riesgo de que los planes de pensiones terminen en el Fondo de Protección de Pensiones (FPP)
- Asegurarse de que los empleadores equilibren las necesidades de su plan de pensiones de beneficios definidos con el crecimiento de su negocio.

En 2018, la FCA y el TPR publicaron⁶³ de forma conjunta "*Regulating the pensions and retirement income sector: our joint regulatory strategy*", para abordar los riesgos y daños en el sector de las pensiones y los ingresos de jubilación y así ayudar a garantizar los mejores resultados posibles

⁶³Regulating the pensions and retirement income sector: our joint regulatory strategy
<https://www.fca.org.uk/publication/corporate/regulating-pensions-retirement-income-sector-our-joint-regulatory-strategy.pdf>

para los consumidores, donde se abordaron los riesgos claves que enfrentará el sector de las pensiones en los próximos 5 a 10 años.

En dicho documento, destacan tendencias y riesgos a largo plazo que probablemente impulsen el cambio en el sector de las pensiones en los próximos cinco a diez años como:

- tendencias macroeconómicas, como tasas de interés bajas y altas
- volatilidad económica
- cambios demográficos, incluido el envejecimiento de la población
- finanzas familiares cada vez más tensas
- oportunidades y amenazas derivadas del mayor uso de la tecnología, como la inteligencia artificial y la cadena de bloques
- cambios en el mercado laboral, como más autoempleo
- más trabajos a tiempo parcial y contratos de cero horas (incluso a través de la economía de conciertos)

En septiembre de 2008, el TPR publicó⁶⁴ la guía “*Mortality assumptions*” dirigida a fideicomisarios (trustees, en inglés) y asesores involucrados en la elección de supuestos de mortalidad para una valoración actuarial. Ahí mencionan que las buenas prácticas requieren que los supuestos se basen en pruebas y se describan de forma clara y transparente.

En dicha guía, señalan también que los fideicomisarios deben adoptar una terminología consistente con terminología de la profesión actuarial presentada por el **Continuous Mortality Investigation** (CMI), para ayudar a la transparencia y la comprensión. Además, señalan que los fideicomisarios deben tener en cuenta, que recientemente han habido importantes desarrollos en el conocimiento de las tendencias de la mortalidad actuales, y es probable que algunas proyecciones que han sido de uso común ya no se consideren suposiciones razonables.

Se menciona que hay dos decisiones separadas para los fideicomisarios sobre supuestos de mortalidad: la tabla de referencia para las tasas actuales de mortalidad; y la determinación de mejoramientos de la mortalidad. Si bien este último componente, puede ser determinado de manera específica desde la población usuaria de las tablas de mortalidad, normalmente no se contará con la evidencia para hacerlo y, por lo tanto, será necesario basarse en datos más amplios.

El TPR establece ciertas consideraciones prudenciales tales como:

⁶⁴TPR: Mortality assumptions
<https://www.thepensionsregulator.gov.uk/en/document-library/regulatory-guidance/mortality-assumptions>

- Respecto a la mortalidad base a la fecha de valoración, tomar un margen por debajo de las tasas de mejor estimación, donde esas mejores estimaciones se obtienen de uno o más de las siguientes fuentes:
 - experiencia de la población (cuando sea estadísticamente justificable);
 - tablas estándar derivadas de la experiencia relevante agregada;
 - ajustes derivados de las características de las poblaciones, que se sabe por análisis agregados, son relevantes para la mortalidad observada;
- Con respecto a las tasas de mejora de la mortalidad en el futuro, recomiendan no asumir tasas inferiores a las razonables según la evidencia más actualizada y las metodologías de proyección aceptadas actualmente.

El TPR menciona que los requisitos de financiamiento del plan de la Ley de Pensiones de 2004, que se centran en el valor que se asignará a los pasivos acumulados de un plan (conocidos como "provisiones técnicas"), requieren que se hagan suposiciones sobre el curso futuro de todos aquellos factores que afectaran el costo de proporcionar los beneficios (como ocurre con cualquier cálculo actuarial). Estos supuestos deben elegirse con prudencia. Los fideicomisarios deben obtener asesoramiento actuarial antes de elegir los supuestos y, sujeto a ciertas excepciones regidas por las reglas del esquema, deben obtener el acuerdo del empleador. Los supuestos clave incluirán inflación, rendimiento de la inversión y cuánto tiempo se espera que vivan los beneficiarios del plan (longevidad). Una tasa de mortalidad se refiere a la probabilidad asumida de morir dentro de un año, mientras que la longevidad generalmente se refiere a la vida futura esperada derivada de cualquier conjunto particular de tasas de mortalidad.

El TPR menciona además la necesidad de ir continuamente trabajando con todas las autoridades relevantes, como la Junta de Normas Actuariales (BAS), la profesión actuarial y la CMI.

3. USA: 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 Estándar⁶⁵ (N°820), 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. Asimismo, en enero de 2013, NAIC publicó el reglamento⁶⁶ *“Regla de modelo de NAIC para reconocer una nueva tabla de mortalidad en rentas vitalicias, para ser utilizada en la determinación de las responsabilidades asociadas a estas”*. El propósito de esta regla es reconocer las tablas de mortalidad para su uso en la determinación del estándar mínimo de valoración para contratos de anualidades (o rentas vitalicias) y seguros dotales puros. Las tablas reconocidas en este reglamento son: La Tabla de 1983 "a", la Tabla de Mortalidad de Anualidades de Grupo de 1983 (1983 GAM), la Tabla de Mortalidad de Anualidad 2000, La Tabla de Mortalidad de Reservas de Anualidades Individuales de 2012 (IAR de 2012) y la Tabla de Reservas de Anualidades de Grupo de 1994 (GAR de 1994) todas ellas desarrolladas por el grupo de trabajo de la SOA.

Por otro lado, el Manual de Valuación⁶⁷ (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 (N°820) 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

⁶⁵NAIC: Standard Valuation Law

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

⁶⁶NAIC: NAIC MODEL RULE (REGULATION) FOR RECOGNIZING A NEW ANNUITY MORTALITY TABLE FOR USE IN DETERMINING RESERVE LIABILITIES FOR ANNUITIES

<https://content.naic.org/sites/default/files/inline-files/MDL-821.pdf>

⁶⁷NAIC: Valuation Manual

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

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 a las rentas vitalicias, las tablas utilizadas en el Manual de valoración, se basan en las tablas “Annuity 2000 Mortality Table” desarrolladas por el grupo de trabajo de la SOA. Actualmente la SOA cuenta con una nueva versión de las tablas RP-2000 desarrolladas y publicadas como RP-2014 junto a los factores de mejoramiento MP-2014 (actualizada recientemente a MP-2020).

4. 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.

La OSFI no cuenta con información relacionada a desarrollo o modificaciones de tablas de mortalidad debido a que este rol le pertenece al Instituto Canadiense de Actuarios (CIA). Sin embargo, ha realizado estudios relacionados con las proyecciones de mortalidad para los programas de seguros sociales⁶⁸ (*Mortality Projections for Social Security Programs*) y reportes actuariales cada tres años (el más reciente es el “*30th Actuarial Report on the Canadian Pension Plan*”) del Plan de Pensiones Canadiense con el propósito de revisar el estado de su posición financiera.

En el estudio de las proyecciones de mortalidad para los programas de seguros sociales, publicado en abril de 2014, se examinan las tendencias de mortalidad pasadas en Canadá y analiza cómo estas tendencias pueden cambiar durante los próximos 75 años, influyendo así en el crecimiento de la población anciana. Además, en este documento se describe la metodología y los supuestos utilizados para proyectar las tasas de mortalidad futuras en Canadá, incluidas las tasas anuales asumidas de mejoramientos de la mortalidad y las expectativas de vida proyectadas resultantes. Estas proyecciones de la Oficina del Actuario Jefe se utilizan para

⁶⁸OSFI: Mortality Projections for Social Security Programs in Canada
<https://www.osfi-bsif.gc.ca/Eng/oqa-bac/as-ea/Pages/mpsspc.aspx#Foreword>

realizar valoraciones actuariales del Plan de Pensiones de Canadá y del Programa Nacional de Seguridad para la Vejez del Canadá.

ANEXO C: MARCO NORMATIVO LOCAL

El marco regulatorio actual chileno, específicamente los artículos 55 y 65 del D.L N°3.500 de 1980 y el artículo 20 del D.F.L. N° 251 de 1931, facultan a la Comisión para el Mercado Financiero, en conjunto con la Superintendencia de Pensiones (SP), para fijar las tablas de mortalidad utilizadas en el desgaste de los fondos de los pensionados en Retiro Programado y el monto de reservas técnicas que deben constituir las compañías de seguros bajo la modalidad de Renta Vitalicia, además del cálculo del aporte adicional en el Seguro de Invalidez y Sobrevivencia y la constitución de las respectivas reservas técnicas.

En el caso de las compañías de seguros, la NCG N°318, emitida por la CMF en el uso de sus facultades legales, regula el uso de las tablas de mortalidad, específicamente en la constitución de reservas técnicas de Renta Vitalicia y de Invalidez y Sobrevivencia.

En lo relativo a Renta Vitalicia, la NCG N°318 utiliza las tablas de mortalidad elaboradas de forma conjunta por la CMF y SP, para la constitución de reservas técnicas. En el caso del Seguro de Invalidez y Sobrevivencia, la NCG N°318 menciona que las compañías deberán calcular la reserva técnica del Seguro de Invalidez y Sobrevivencia, sujetándose a las instrucciones establecidas en la Norma de Carácter General N° 243 de 2009, en la que se instruye el uso de las tablas de mortalidad de invalidez fijadas por la CMF y la SP.