uc3m | Universidad Carlos III de Madrid

Máster Universitario en Ciencias Actuariales y Financieras
2022-2024

Trabajo Fin de Máster

"Una aportación a la sostenibilidad social del seguro de salud en España. Seguro de asistencia sanitaria con reservas de envejecimiento."

Maria Jose Preciado Leyva

Tutor/es
Raquel Pérez Calderón

Madrid, España
Junio 2024

DETECCIÓN DEL PLAGIO
La Universidad utiliza el programa **Turnitin Feedback Studio** para comparar la originalidad del trabajo entregado por cada estudiante con millones de recursos electrónicos y detecta aquellas partes del texto copiadas y pegadas. Copiar o plagiar en un TFM es considerado una **Falta Grave**, y puede conllevar la expulsión definitiva de la Universidad.

Esta obra se encuentra sujeta a la licencia Creative Commons **Reconocimiento - No Comercial - Sin Obra Derivada**

Aviso

Esta tesis es propiedad del autor. No está permitida la reproducción total o parcial de este documento sin mencionar su fuente. El contenido de este documento es de exclusica responsabilidad del autor, quien declara que no se ha incurrido en plagio y que la totalidad de referencias a otros autores han sido expresadas en el texto.

En caso de obtener una calificación igual o superior a 9.0 (Sobresaliente), autorizo la publicación.

Si, autorizo su publicación

María José Preciado Leyva

Agradecimientos

A Mamá, Papá y Tita por impulsarme soñar en grande. Los admiro infinito.

A la Universidad Carlos III de Madrid y sus profesores.

A Eduardo Sánchez, por ser mentor e impulsor de este proyecto.

A los amigos que dejé en México y a los que encontré en Madrid.

Resumen

La longevidad y el envejecimiento de la población representa un enorme reto para la economía a nivel mundial, pero también es un tema de sostenibilidad social que demanda a la ciencia actuarial a crear estrategias y productos para asegurar la vida digna de esta población vulnerable. El estudio propone un seguro de salud vitalicio con primas niveladas en función a la edad de entrada del asegurado, creando así una reserva para el futuro y evitar primas insostenibles en edades avanzadas. La innovación del trabajo trata de adaptar el modelo a el mercado Español incluyendo también una proyección de inflación y "Steeping" que busca la mayor exactitud en el cálculo de primas y reservas del seguro. También se realizan análisis de sensibilidades para medir los impactos en fluctuaciones de tipos de interés, mortalidad, inflación médica y tasas de cancelación. La conclusión principal es que la viabilidad de este seguro de salud en España es alcanzable, que la proyección tanto de inflación como de "Steeping"pueden ser cruciales en el modelo y que la tasa de interés debe ser estimada con prudencia. A modo de conclusión, reseñar que este estudio es solo en inicio del desarrollo del producto que busca proporcionar una solución aseguradora viable financieramente por la cobertura de asistencia sanitaria privada de los mayores en España.

Abstract

Longevity and aging's population represent an important challenge for the world economy, but it is also an issue of social sustainability that requires actuarial science to create strategies and products to ensure a dignified life for this vulnerable population. The study proposes a lifetime health insurance plan with leveled premiums depending on the entry age of the insured, thus creating a reserve for the future and avoiding untenable premiums at advanced ages. The innovation of the work tries to adapt the model to the Spanish market including "Steeping" and inflation projection and that seeks the greatest accuracy in the calculation of insurance premiums and reserves. Sensitivity analysis is also performed to measure the impacts on interest rate, mortality, medical inflation, and cancellation rates fluctuations. The main conclusion is this health insurance plan in Spain is attainable, that the projection of both inflation and maceration can be crucial in the model and that the interest rate must be estimated with caution. In conclusion, it should be noted that this study is only at the beginning of the development of the product that seeks to provide a viable insurance solution mainly for private healthcare coverage for the elderly in Spain.

Índice general

1 Introducción **12**
1.1 Contexto de Sostenibilidad Social 12
1.2 Problemática actual poblacional 13
1.2.1 Red Herring 14
1.2.2 Steeping 16
1.3 Sistemas de salud 18
1.3.1 Capacidad del sistema de salud y cifras demográficas. 22
1.4 Seguros de salud en España en la actualidad 25
1.4.1 Productos Existentes 26
1.4.2 Gate keeper - geriatras solución ESG para los mayores 27
1.4.3 Adaptación a España 27
1.5 Revisión de la literatura 32

2 Seguros de salud con reservas de envejecimiento **33**
2.1 ¿Como funcionan? 33
2.2 Otros países como ejemplo 34

3 Metodología **35**
3.1 Splines cúbicos 35
3.2 Matemática actuarial de seguros de salud con reservas de envejecimiento 36
3.2.1 Primas 36
3.2.2 Reservas de envejecimiento 38

4 Bases técnicas de los seguros de salud **39**
4.1 Estadísticas 39
4.1.1 Tablas de mortalidad 39
4.1.2 Coste de riesgo unitario 40
4.1.3 Tasas de anulación 59
4.2 Descripción de la muestra. Derivación del coste del riesgo (Kx) 61
4.2.1 Coste de riesgo bruto 61
4.2.2 Metodologías de suavizado aplicadas (cubic splines) 64
4.2.3 Curva de gastos obstétricos 67
4.2.4 Derivación de factor cohorte (año calendario) 69
4.3 Ecuación de equilibrio financiero actuarial 73
4.4 Revisión de primas 73
4.5 Resultados 75

5 Herramienta de modelización **82**
5.1 Modelización 82
5.2 Simulaciones 82
5.2.1 Escenarios de mortalidad 82
5.2.2 Escenarios de curva de tipo de interés 84

5.2.3 Escenario de tasas de cancelación 85
5.2.4 Escenarios de inflación médica 85
5.3 Análisis de sensibilidades 86
5.4 Análisis de reservas de envejecimiento 88

6 Conclusiones **91**

7 Referencias Bibliográficas **93**

Índice de figuras

1 Pirámides población total España vs población asegurada 15
3 Gastos sanitarios por edades en España (1980-2030) 17
4 Gasto sanitario público y privado (2003-2021) en procentaje del PIB . . . 19
5 España: variación de las primas de seguros de salud, gasto sanitario total y PIB. 2007-2017 (tasas de variación anual nominal, moneda local, %; índice 2007=100) 20
6 España: desglose del gasto medio por habitante, 2015 (%) 21
7 Pirámides: Componentes de provisión 23
8 Cálculo del modelo. (Ejemplo hombre con edad de entrada 30 años) . . . 24
9 Variación de ocupados por edades (asalariados y autónomos) en España. . 28
10 Variación de asalariados y no asalariados por edades en España. 28
11 Perfiles de ingresos laborales de varias cohortes de población. 29
12 Ingreso, consumo y ahorro en la hipótesis del ciclo de vida. 31
13 Modelo de seguros de salud con reservas de envejecimiento 33
14 qx – Probabilidad de muerte por edad x 39
15 Gasto unitario por edad (2004 - 2023) 40
16 Gasto por edad de 40 a 80 años (2004 - 2023) 41
17 Exposición (2004 - 2023) 41
18 Gasto unitario por sexo (2004 - 2023) 42
19 Gasto unitario hospitalario y extrahospitalario (2015) 43
20 Distribución población asegurada 44
21 Pirámides población España vs población asegurada (2000 - 2010) 45
22 Pirámides población España vs población asegurada (2020 - 2030) 45
23 Pirámides población España vs población asegurada (2040 - 2050) 46
24 Pirámides población España vs población asegurada (2060) 46
25 Asegurados vs población total (2000 - 2060) 48
26 Age cut - Hombres >65 51
27 Age cut - Mujeres >65 51
28 Age cut - Hombres >70 52
29 Age cut - Mujeres >70 53
30 Hombres 54
31 Mujeres 54
32 Pendientes 55
33 Pendientes 55
34 Pendientes de las pendientes 56
35 Resultados modelado exponencial Hombres 56
36 Resultados modelado exponencial Mujeres 57
37 Resultados modelado exponencial Hombres 58
38 Resultados modelado exponencial Mujeres 58
39 qx w 59
40 Tasas de anulación del producto de decesos 60
41 Tasas de anulación del producto de decesos 61

42 Exposición por edad (2004) 62
43 Gasto unitario (2004) 62
44 Gasto unitario normalizado (2004) 63
45 Ajuste por cúbicas - Hombres 64
46 Residuos del juste por cúbicas - Hombres 65
47 Ajuste por cúbicas - Mujeres 65
48 Residuos del juste por cúbicas - Mujeres 66
49 Kx suavizado con cubic splines 66
50 Kx con y sin curva de gastos obstétricos 67
51 Kx 68
52 Kx 68
53 Factores de Steeping anuales por edad 70
54 Acumulado Steeping 70
55 Proyección Inflación médica 72
56 Proyección Inflación médica (primeros 50 años) 72
57 Gasto Kx con steeping e inflación 73
58 Gasto Kx con steeping e inflación 74
59 Kx con y sin efectos de inflación y steeping (x=0) 75
60 Kx con y sin efectos de inflación y steeping (x=40) 75
61 Kx con y sin efectos de inflación y steeping (x=70) 76
62 Kx (2024) 76
63 Kx a través de los años 77
64 Prima nivelada Px 77
65 Prima nivelada Px (sin steeping, sin inflación) 78
66 Línea de tiempo K60 78
67 Línea de tiempo K80 79
68 Prima nivelada vs Prima natural (x=20) 79
69 Prima nivelada vs Prima natural (x=40) 80
70 Prima nivelada vs Prima natural (x=60) 80
71 Prima nivelada vs Prima natural (x=80) 81
72 Escenarios de mortalidad 83
73 Escenarios de mortalidad (zoom 0 - 10 años) 83
74 Escenarios de mortalidad (zoom 65 - 105 años) 84
75 Escenarios curva tipo de interés 84
76 Tasas de cancelación por edad 85
77 Tasas de inflación médica 86
78 Análisis de sensibilidades x=46 86
79 Análisis de sensibilidades en porcentaje x=46 87
80 Análisis de sensibilidades x=65 87
81 Análisis de sensibilidades en porcentaje x=65 88
82 Reservas de envejecimiento x=46 89
83 Reservas de envejecimiento x=65 89
84 Reservas de envejecimiento para x = 20, 45, 65 y 80 90

Índice de cuadros

1 Tabla en millones de personas. 47

Índice de abreviaturas

- ASI - Aumento del gasto específico del grupo de edad (Age group specific expenditure increase)
- DGSFP - Dirección General de Seguros y Fondos de Pensiones de España
- EPM - Modelado exponencial (Exponential profile modelling)
- ICEA - Investigación Cooperativa entre Entidades Aseguradoras y Fondos de Pensiones
- INE - Instituto Nacional de Estadística (España)
- ODS - Objetivos de Desarrollo Sostenible
- OECD - Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico
- ONU - Organización de las Naciones Unidas
- VIH - Virus de Inmunodeficiencia Humana

1. Introducción

1.1. Contexto de Sostenibilidad Social

El objetivo principal de este estudio está fundamentado principalmente en uno de los objetivos de sostenibilidad de las Naciones Unidas, atacando uno de los problemas más agudos a nivel mundial y en específico en el mercado español. Tomando como referencia la Agenda 2030 de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas, en específico los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), fijados en 2015, los cuales establecen un llamamiento universal a la acción para poner fin a la pobreza, proteger el planeta y mejorar las vidas y las perspectivas de las personas en todo el mundo. El Objetivo 3 "Salud y Bienestar"valida la importancia de este estudio ya que se propone garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades, en nuestro caso el beneficio principal se encuentra en las personas mayores para quienes se busca una vida digna y una atención médica de calidad fundamentalmente accesible.
Si bien los últimos años se han logrado grandes avances en la salud de las personas, sobre todo los menores de 5 años, pacientes con VIH y otras enfermedades tropicales, puede obviarse que los avances médicos no garantizan la accesibilidad de la misma para todo el colectivo en un contexto demográfico y económico como en el que se encuentra España el día de hoy. Aunque se tienen servicios sanitarios esenciales por medio de la seguridad social, la cual tiene grandes áreas de oportunidad, debemos entender que los siguientes años representan un reto demográfico para la sostenibilidad del sistema de salud. La ONU propone para superar estos desafíos, y subsanar las deficiencias tradicionales en la atención sanitaria, aumentar la inversión en los sistemas de salud para apoyar a los países en su recuperación y crear resiliencia frente a futuras amenazas sanitarias.
El objetivo 3.4 trata acerca de reducir un tercio de la mortalidad prematura por medio de prevención y tratamiento, se incluye promover la salud mental y el bienestar. El objetivo 3.8 pide lograr una cobertura sanitaria universal, protección contra los riesgos financieros y el acceso a servicios de salud esenciales de calidad, medicamentos y vacunas. El objetivo 3.c impulsa a reforzar la capacidad de alerta temprana, reducción de riesgos y gestión de los riesgos para salud. Este trabajo va a dar una propuesta económica para ayudar a cumplir estos objetivos, la mitigación de riesgos es la propia razón de la creación de los seguros y se trata de una alternativa importante a nivel mundial.

En el informe sobre los Objetivos para el desarrollo económico 2023 se confirmó que únicamente se encontraron avances en la parte de la reducción de mortalidad en menores de 5 años, VIH y enfermedades tropicales. El resto de los objetivos se encontraron con avances muy pequeños, mencionan que 381 millones de personas (4.9 % de la población mundial) fueron empujadas a la pobreza extrema debido a gastos directos para la salud. Confirman que para subsanar los retrocesos y las persistentes deficiencias de la atención sanitaria, es necesario aumentar la inversión en sistemas de salud y generar resiliencia ante futuras amenazas sanitarias. Tras la pandemia del 2020 los avances para lograr una cobertura sanitaria universal se desaceleraron debido al freno económico mundial ya que los problemas financieros continúan siendo un reto, las naciones unidas promueven la creación de

instrumentos normativos proactivos para subsanar las dificultades económicas y aumentar la financiación de la salud pública, ampliar cobertura de medicamentos y eliminar copagos para los más necesitados. Por último, los seguros de salud son productos en donde debemos tener mucho cuidado, ya que la cobertura del riesgo no trata de perder o no un patrimonio, trata de perder o no la salud, que es un derecho fundamental, debemos de luchar para que el seguro de salud sea perfeccionado y alcanzable para todos. Al momento de calcular las primas, alineado a la regulación Europea, el individuo no debería pagar más por razones de sexo y aún más importante, los gastos obstétricos deberá ser asumida por todos, no únicamente por las madres, que además ayudan a un equilibrio demográfico al que no se ha llegado. (ONU, 2023).

1.2. Problemática actual poblacional

Según la Organización de las Naciones Unidas, la población mundial de personas mayores de 60 años pasará de un 12 % a un 22 % del 2015 al 2050, lo que duplica la cifra y explica la importancia de iniciativas para apoyar a la población en la vejez y programas de previsión de problemas como la insuficiencia de capacidad de atención médica y dependencia para este grupo de personas en los siguientes años. El envejecimiento de la población Europea ha representado un reto enorme para sus gobiernos en las últimas décadas, en general el envejecimiento de la población se debe a distintas razones.

La primera es una reducción sostenida de las tasas de mortalidad, resultado de los avances de la revolución industrial. La segunda es un descenso gradual de la natalidad, una caída de la fecundidad generada en Europa y llegando a España unos años más tarde que al resto de países, justo unos años antes de la Guerra Civil. Posterior, hubo el llamado ¨ Baby Boom ¨ cerca de 1955, sin embargo, después continuó la caída de la fecundidad prevista. (Casado, 2001) Se debe mencionar que numerosos artículos científicos prueban que las personas mayores tienen un gasto sanitario mayor al de los jóvenes, por lo que el envejecimiento de la población supondría un problema para los servicios médicos, sus capacidades y su financiación. Por ejemplo, Casado (2001), menciona que en 1987 el gasto sanitario de las personas de entre 65 y 74 años era 3,3 veces más que los gastos sanitarios de las personas que están en edades entre 35 y 44.

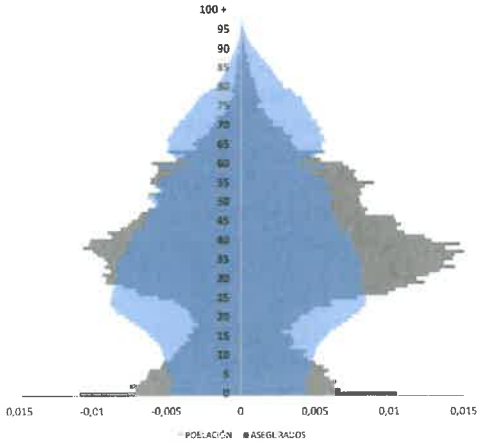
La revista médica ¨ The Lancet ¨ advierte que en 2040 España, Singapur, Japón y Suiza se prevé una esperanza de vida al nacer mayor a los 85 años, siendo las más altas del mundo. Por esto y por todas las razones antes mencionada, el estudio de soluciones sostenibles es prioritario y trascendental. (Foreman et al., 2018).

1.2.1. Red Herring

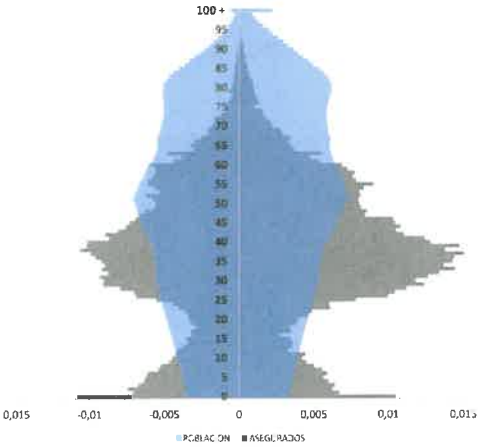
El famoso " Red Herring" es una teoría probada por distintos autores como (Zweifel et al., 1999) o (Fuchs, 1984), entre otros que establecen que el alza en el gasto sanitario no está necesariamente relacionada directamente con la edad, sino con la proximidad a la muerte, se habla de que en un periodo de 2 años antes de morir es cuando el gasto sanitario se dispara, por lo que indirectamente existe una correlación entre gasto sanitario y edad, pero esto se debe a que un aumento en la edad también aumenta la probabilidad de cercanía a la muerte.

Ahora, entendiendo la importancia del envejecimiento de la población, según el INE (Instituto Nacional de Estadística) y sus estadísticas de población pasada, actual y sus proyecciones, se muestra la evolución de la pirámide poblacional, la cual espera evolucione como un rectángulo en los siguientes 50 años, La pirámide se empieza ensanchar en la parte de arriba. Con los datos utilizados, se tiene una muestra extensa de los asegurados en planes médicos en España, el porcentaje de asegurados mayores de 65 años, es muy bajo, apenas un 2 %, sin embargo, la población española cuenta con aproximadamente un 17 % de adultos mayores de 65 años y para el 2060 llegará a ser un 30 %, de ser 6.7 millones en 2020, en 2060 serán 16 millones.

En las siguientes pirámides, se expresa en términos relativos la distribución por edades tanto de la población asegurada como se la población general y un estimado de la población desprotegida en el año 2000 y 2060.



(a) 2000



(b) 2060

Figura 1: Pirámides población total España vs población asegurada

Fuente: Elaboración propia

Las Figuras 1a y 1b ayudan a ver el efecto se ensanchamiento de la pirámide poblacional y como la población mayor quedará desprotegida si no se acelera la venta de seguros médicos para ellos. La propuesta que se explica posteriormente en este estudio ayuda a que una persona mayor de 65 años pueda pagar un seguro médico. Cabe resaltar que en 2023 se estima que únicamente el 30 % de la población cuenta con algún seguro médico privado, regularmente contratado por la empresa donde trabajan, planes anuales renova-

bles que en algún punto se vuelven impagables con el aumento de edad y por consecuencia de coste derivado de la mayor morbilidad en la utilización de servicios médicos.

Se afirma que en España en el año 2000 había cerca de 4,6 Millones de personas mayores de 70 años, en 2020 6,7M, para el 2030 se esperan 8,2M y en 2070 12,1M de personas. El país envejece a tal grado que del 2000 al 2060 se duplica el porcentaje de personas mayores de 65 años y casi se triplica el número de personas. En términos de presupuesto, se estima que no crecerá a esta velocidad la inversión en salud del estado Español. Vale la pena analizar estrategias para desahogar el sistema público y aumentar el gasto en salud.

Según Casado (2001) se ha señalado al cambio tecnológico como principal causa del aumento del costo sanitario general, a manera que los médicos toman confianza en los nuevos tratamientos. Se encuentra en el estudio un crecimiento fuerte en los gastos sanitarios medios efectuados por todas las edades, sin embargo, las tasas de variación anuales han sido mucho más elevadas entre las cohortes de mayor edad. El estudio habla de Estados Unidos, no obstante, para España también existe cierta evidencia que avala estas conclusiones. Posteriormente mostraremos parte de esta evidencia en el estudio.

1.2.2. Steeping

Para entender mejor este fenómeno, es el efecto que produce que los perfiles de gasto se vuelven más pronunciados con el tiempo a medida que el gasto per cápita de las personas mayores crece más rápido que el de los más jóvenes. (Buchner y Wasem, 2004).

El gráfico trata de mostrar como el gasto de las personas mayores crece en proporciones mayores que los gastos médicos de los jóvenes, se observa como la pendiente en edades mayores crece a un ritmo más acelerado que la de los jóvenes.

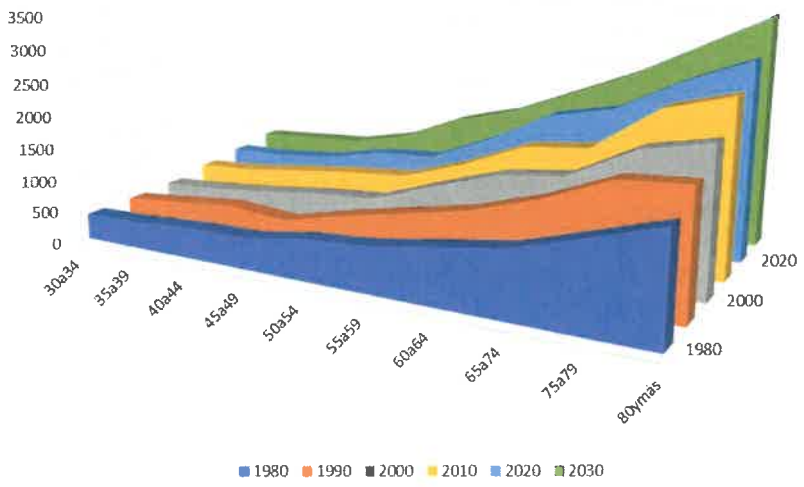


Figura 3: Gastos sanitarios por edades en España (1980-2030)

Fuente: Elaboración propia con datos del Ministerio de Economía

El gráfico de la Figura 3 trata de mostrar como el gasto de las personas mayores crece en proporciones mayores que los gastos médicos de los jóvenes, se observa como la pendiente en edades mayores crece a un ritmo más acelerado que la de los jóvenes.
Para mayor comprensión, revisar el artículo de Buchner y Wasem (2004). Este artículo ha demostrado que se puede observar una cantidad considerable de "Steeping", al menos durante los años 80 y 90 del siglo pasado, dentro de los datos de los grandes seguros de salud privados utilizados.
Las razones principales de este fenómeno son:

- Un cambio en los patrones de morbilidad puede provocar un mayor aumento del gasto en atención sanitaria para las personas mayores, especialmente una cronicidad cada vez mayor de enfermedades con mayor prevalencia entre las personas mayores.

- Hay evidencia de que las personas que viven en hogares unipersonales utilizan más servicios de atención médica y generan mayores gastos que las personas que viven en familias. Las últimas décadas ha disminuido el número de familias.

- Los cambios tecnológicos podrían funcionar de manera diferente para los jóvenes que para los mayores, podría estar utilizándose más para impulsar la longevidad que para problemáticas en jóvenes.

Suponiendo una influencia considerable del gasto en el último año de vida sobre el gasto per cápita específico por edad y al mismo tiempo suponiendo una esperanza de vida creciente, es de esperar un efecto en los perfiles de gasto.

La información concluye que en una población que envejece, la inmersión conduce a un aumento del gasto per cápita y aumenta la carga para los sistemas de atención de salud financiados con fondos públicos. Especialmente la generación más joven tiene que afrontar esta carga cada vez mayor en tal situación. Es poco probable que a largo plazo los más jóvenes estén dispuestos a financiar las consecuencias del ¨ Steeping¨ ; sin saber si la próxima generación de jóvenes soportará la carga cuando lleguen a la vejez y necesiten el apoyo financiero de esta próxima generación de jóvenes. Por lo tanto, el ¨ Steeping¨ socava la confianza en el funcionamiento y la confiabilidad de tales sistemas de atención médica financiados con fondos públicos y el contrato de generaciones que respalda el sistema de reparto.

1.3. Sistemas de salud

Es muy importante entender un poco sobre los sistemas de salud de distintos países ya que la propuesta que se va a plantear en este trabajo se entendería como un reemplazo o complemento de la sanidad pública para los usuarios, que como hipótesis del trabajo, se denota como un alivio para la seguridad social española, como una oportunidad a mejores prestaciones, menos tiempo de espera y un servicio de mejor calidad. Cabe mencionar que en la parte demográfica señalamos que el número de adultos mayores se duplica del 2000 al 2060, mas no se estima que la capacidad de la sanidad pública crezca, por lo que la brecha entre la calidad de servicio será aún mayor en un futuro.

Primero, se describe el sistema de salud público Español, para contextualizar las fortalezas y debilidades del mismo. En 2021 la OCDE asegura que el gasto en salud se situó en torno al 10,7 % del PIB y la penetración en seguros de salud en ese mismo año fue de 3,1 % del PIB.

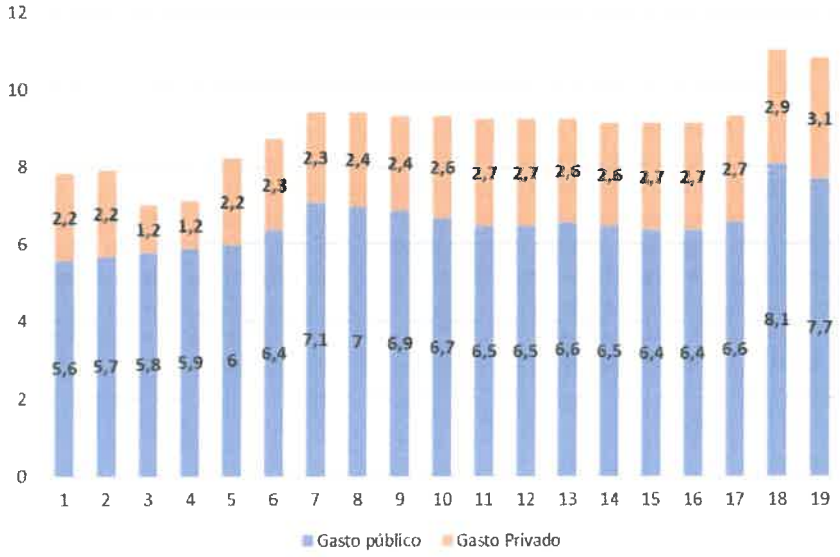


Figura 4: Gasto sanitario público y privado (2003-2021) en procentaje del PIB

Fuente: Elaboración propia con información del informe " El sistema sanitario: situación actual y perspectivas para el futuro 01 2024 (Consejo económico y social de España.) "

El posicionamiento de estos planes de seguros de salud voluntarios en España es menor que en otros países, pero sigue una tendencia creciente incluso en años de crisis como 2008 a 2012, a pesar de que en España existe cobertura sanitaria universal gratuita. Los costos de una atención gratuita pública, a la larga causan problemas de sostenibilidad presupuestaria, terminan teniendo problemas de financiación e incremento en los tiempos de espera como ha sucedido los últimos años, lo que se explica debido al aumento de población mayor en España. En cuanto a percepción de la población en España, esta se siente levemente satisfecha con su sistema de salud. (Jakubowski, 1998)

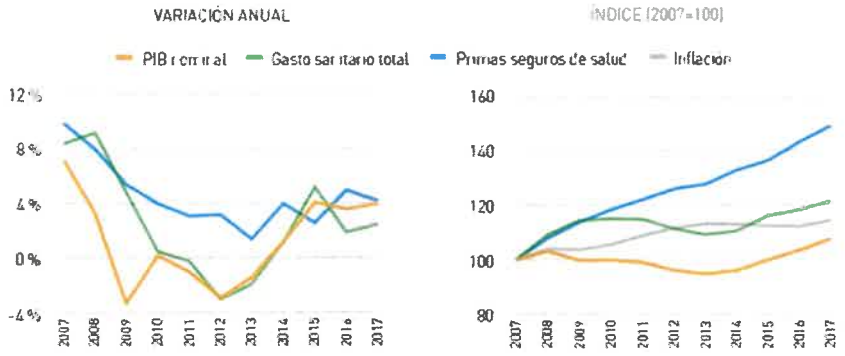


Figura 5: España: variación de las primas de seguros de salud, gasto sanitario total y PIB. 2007-2017 (tasas de variación anual nominal, moneda local, %; índice 2007=100)

Fuente: Servicio de Estudios de MAPFRE (con datos de ICEA, OCDE y OEF/Haver Analytics)

En el gráfico de la Figura 5 se puede ver como han variado en un periodo de 10 años (2007 a 2017). Las primas de seguros, han experimentado un incremento cercano al 50 % y el gasto sanitario un 20 %, mientras que la inflación general crece menos de un 10 % acumulado y el Producto Interno Bruto nominal ni siquiera un 10 % en España, ya que fueron años de crisis hipotecaria mundial.

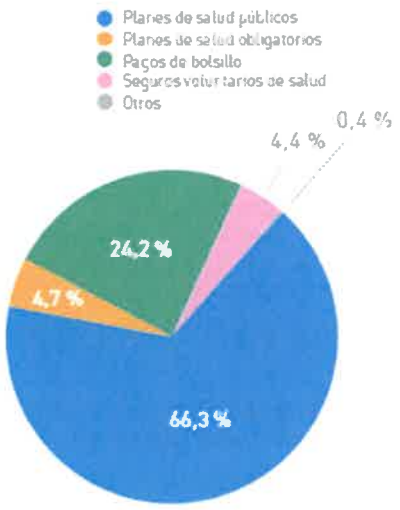


Figura 6: España: desglose del gasto medio por habitante, 2015 (%)

Fuente: Servicio de Estudios de MAPFRE (con datos de la OCDE)

También podemos ver en la Figura 6 que a 2015 el sector privado era mucho menor que el público. Esto puede tomarse como una oportunidad de crecimiento a futuro.

España por su parte ha incluido incentivos fiscales para la contratación de seguros médicos privados, ya que alivia la concentración que hay en centros de salud públicos y crea un equilibrio. En Australia por ejemplo, han creado un incentivo en forma de reducción al impuesto sobre la renta del asegurado, imponiendo también un recargo progresivo adicional a la tasa de Medicare.
En Holanda el sistema de salud otorga cobertura universal por medio de un seguro médico obligatorio que lo llevan a cabo mediante compañías aseguradoras privadas que eligen participar.
El caso de Japón, país que se encuentra posicionado como uno de los mejores sistemas de salud pública del mundo según la OMS, cuenta con entidades aseguradoras de titularidad pública, pertenecientes al Estado, que se manejan como aseguradoras al momento de tarificar y gestionar siniestros. Esto reduce la participación de compañías privadas, pero aun así existen planes privados de salud.

En cuanto a otros países, por ejemplo, Singapur tiene un plan de ahorro para afrontar gastos de salud llamado " MediSave" , se trata de un sistema que combina el subsidio público de hasta un 80 % de los gastos y que es obligatorio. Este plan se asemeja a la lógica detrás del plan que propone este trabajo, ya que se crea una reserva para afrontar gastos futuros.
El país que sin duda es necesario analizar en este trabajo es Alemania, ya que utiliza este

modelo y son quienes han desarrollado la matemática actuarial detrás de estos planes. Se trata de un plan obligatorio, que según Jakubowski (1998) adolece de algunos problemas importantes. El envejecimiento de la población pone en peligro la estabilidad de la base de reparto en la que se basa la seguridad social.
El sistema de seguridad social cubre cerca del 90 % de la población alemana, pero hay un 10 % restante que cuenta con un plan privado, los cuales son funcionarios o personas con un salario mayor a los 69.300 euros. Este plan privado cuenta con tres características principales:

- Es vitalicio: La prima depende de la edad de entrada y es un plan vitalicio. (A pesar de que pueden cambiarse de tipo de plan o de aseguradora, no hay salidas voluntarias del sistema).
- Es una cobertura completa, como el plan público, ya que es un reemplazo del mismo.
- La prima es nivelada, no aumentan conforme avanza la edad del asegurado, si no se simplemente se actualizan con la inflación.

Por tanto, la prima depende de la edad de entrada. Por tanto, se calculan primas niveladas como en los seguros de vida. En consecuencia, se crea una reserva para el aumento de edad. Así, el seguro privado se basa en el principio de financiación, mientras que el sistema legal se financia mediante el sistema de reparto. (Schneider , 2004)
Hay otros países como Bélgica que han estado adaptando este tipo de planes, es una solución sostenible para el envejecimiento de la población, problema que se está acentuando en Europa las últimas décadas.
En cuanto al desempeño del sistema sanitario público español, se considera que es bueno, ya que la mortalidad tratable es de las más bajas en Europa.
Sobre el acceso, es bueno, pero empeora cada día con largos tiempos de espera, necesidades no cubiertas en relación con medicamentos y tratamientos públicos, como asistencia odontológica. (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, 2017)
Después de la gran recesión, se tomaron medidas urgentes pertinentes en cuanto a recorte de gasto público, en específico de salud, sin haber tenido cambios fuertes estructurales. Sumando una población que envejece lo velocidad, los principales retos del sistema sanitario de España consisten en lograr mayor eficacia en cuidados sanitarios, principalmente los de larga duración.

1.3.1. Capacidad del sistema de salud y cifras demográficas.

Según el informe anual del Sistema Nacional de Salud 2020-2021 (Ministerio de Sanidad, 2022), España posee una pirámide poblacional claramente regresiva, con una cúspide cada vez más ensanchada como consecuencia del envejecimiento progresivo de la población. En 2021 un 96,5 % de la población es atendida por el sistema público y el 3,5 % por entidades privadas.

Según el INE, a día de hoy, España tiene una esperanza de vida al nacer de 80,4 años para hombres y de 85,7 para mujeres, con una brecha de género de 5,3 años, esta brecha se ha ido reduciendo las últimas dos décadas, sin embargo, la esperanza de vida sigue en aumento. Para el 2035 el INE proyecta que la esperanza de vida al nacer esté en torno a los 83,2 años para hombres y 88,1 para mujeres, pero para el 2070 se espera que llegue a 86 años para hombres y 90 años para mujeres. Hay dos razones principales demográficas que causan esta alza, la primera se trataría de mejoras en la calidad de vida de las personas y la segunda son los avances médicos, avances costosos en su mayoría.

De acuerdo a (Arroniz, 2001) la proporción de costes sanitarios ha aumentado más del doble desde los años 80s en muchos países industrializados.
Esto afecta a España y su actual modelo de sanidad pública, se utiliza en seguridad social en general un modelo basado en solidaridad y competencia, pretenden resolver los huecos entre generaciones y eficientar costos, impulsar innovación y mejorar productos.
Analizando la propuesta que realiza Arroniz (2001), se observa la siguiente imagen:

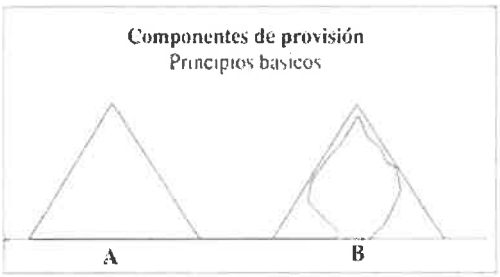


Figura 7: Pirámides: Componentes de provisión

Fuente: (Arroniz, 2001)

El caso A, es una pirámide, que en la parte inferior cuenta con una base amplia de financiación, es un modelo en el que no se necesitarían reservas, un sistema de reparto puro bastaría. En el caso de B, la pirámide no tiene suficientes ingresos, por lo que se requieren entradas adicionales de la generación más joven para completar la pirámide al modelo del caso A.

Seguro de Salud en una Europa sin Fronteras (Refiriéndose a un seguro de salud con reservas de envejecimiento):

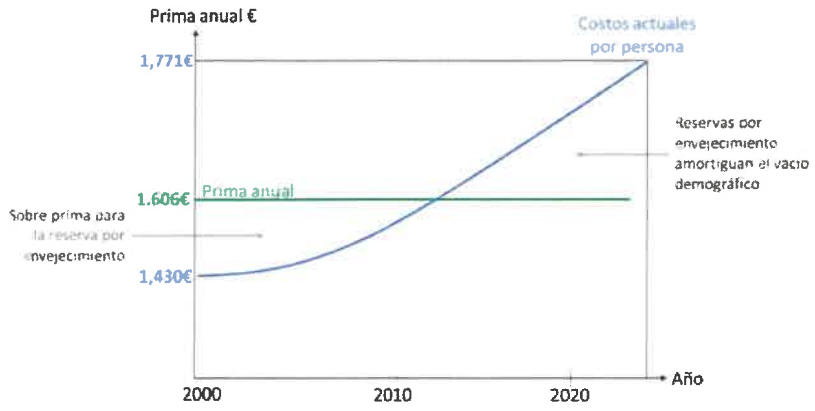


Figura 8: Cálculo del modelo. (Ejemplo hombre con edad de entrada 30 años)

Fuente: (Arroniz, 2001)

La Figura 8 muestra un plan de salud con reservas de envejecimiento, en donde entra con edad de 30 años en el año 2000 pagando una prima anual nivelada de 1.606€. Del año 2000 al 2013, se crea una reserva de envejecimiento con la sobreprima pagada, ya que los gastos sanitarios de un hombre de 30 años en el año 2000 eran de 1.430 € aproximadamente. Después del 2013, la prima es insuficiente y es entonces donde comienza a utilizarse la reserva acumulada los primeros 13 años.

El modelo que se propone en el artículo Arroniz (2001), requiere asegurar a todo el colectivo, también necesita que se tengan totalmente cubiertos los servicios básicos. Se propone que todos los países participantes cuenten con un financiamiento de reservas por envejecimiento y un grupo colaborativo de países para evitar problemas de ingresos en las compañías de países con flujo migratorio neto positivo. El importe de compensación de este estudio se determinaría en función al sexo y edad de cada persona y opcionalmente se podría incluir una clasificación en función de los riesgos de asegurados. Cabe mencionar que en 2001 (fecha del artículo), no existía la normativa que prohíbe tarificar en función al sexo del asegurado.
Recordemos que la comisión Europea prohibió en 2011 la discriminación por sexo en seguros, sin embargo en este trabajo vamos a analizar los riesgos a nivel sexo como parte del estudio, entendiendo perfectamente que no podría ser una variable a utilizar en casos prácticos.

1.4. Seguros de salud en España en la actualidad

Resultado del análisis del sistema de salud público español se concluye que este está empeorando cada día, alargando tiempos de espera, aumentando el número de pacientes pero no de médicos y por lo tanto es necesario el uso del ámbito privado para generar un equilibrio. Según la OECD (OECD, 2017), tras la crisis económica del 2008 el gasto en España dirigido a sanidad disminuyo de manera significante y desde entonces sube a niveles bajos cada año, en 2015 España gastó 2.374 euros per cápita en atención sanitaria, cuando la media de los países en la OECD fue de 2.797 euros, lo que indica la falta que hay en gasto público para salud. Se dice que para alrededor del 70 % del gasto sanitario es público, 24 % del paciente directo y el resto de aseguradoras de manera directa.

Cuando se refiere al sistema privado, los jugadores con mayor participación en España según ICEA (Investigación Cooperativa entre Entidades Aseguradoras y Fondos de Pensiones).

El volumen de primas en Seguros de Salud para el año 2017 es:

1. Segurcaixa Adeslas
2. Sanitas
3. Asisa
4. DkV Seguros
5. Mapfre España
6. Asistencia Sanitaria Colegial
7. IMQ
8. AXA Seguros Generales
9. FIATC
10. Agrupacio AMCI

Fuente: Servicio de Estudios de MAPFRE (con datos de ICEA)

1.4.1. Productos Existentes

Para entender mejor, se realizaron varias cotizaciones en diferentes aseguradoras, revisando los planes existentes y sus características generales.

Los seguros médicos privados en España se utilizan en general, para complementar el sistema público, las personas lo contratan viéndolo como un apoyo, pero no quitan del panorama atenderse por la vía pública en algún momento. Los que es cierto, es que una de las razones principales por las cuales contratan estos planes, es para reducir tiempos de espera para ser atendidos, cuando se trata de alguna enfermedad leve, hacen una cita y al poco tiempo obtienen la atención médica y si es necesario, pruebas de laboratorio o hasta un diagnóstico.
Hay distintos planes, la mayoría de las seguradoras cuentan con algunos sencillos y otros más completos. Los más sencillos suelen excluir coberturas importantes como la hospitalización en caso de ser necesaria, o incluso cuentan con copagos muy altos, en donde el asegurado participa proporcionalmente en el gasto de la atención. Otra ventaja que tienen los planes privados es un horario de atención más amplio, suelen haber más opciones 24 horas que en la atención pública. Una de las razones con más peso para contratar un seguro médico privado es que puedes elegir al doctor, ya sea porque es parte de la red de la aseguradora y el pago se hará directo o por que se atiende con el médico de su preferencia, hace el pago y después solicita el reembolso. Esto facilita también el poder obtener una segunda opinión, ya que puedes acudir con dos especialistas distintos para valorar tu estado de salud.

Por último, también es importante reconocer que la cobertura en el extranjero es vital para una persona que viaja, que suele estar fuera del país y que puede llegar a necesitar asistencia, para ello la mayoría de las aseguradoras incluyen esta necesidad, regularmente con un límite de gasto.

Sobre los costos en España, para una persona de 25-30 años, el seguro suele costar entre 300 y 780 euros anuales, dependiendo las coberturas y la institución con la que se realice el contrato. Para una persona de 55 años, estos planes van desde 456 hasta 1.100 euros.
Es muy importante mencionar que estos planes son temporales anuales renovables, es decir, cada año se reevalúa el precio del mismo conforme a tu riesgo, y siendo la edad el factor de riesgo más importante para estos seguros, cada año aumenta y a edades avanzadas no se tiene certeza de si será posible poder pagarlos.
Las coberturas que suelen incluir los planes completos son consultas, pruebas diagnósticas, tratamientos especiales, hospitalización, cirugía ambulatoria, traslado en ambulancia, prótesis, implantes, trasplantes y similares.

1.4.2. Gate keeper - geriatras solución ESG para los mayores

Se hará mención del Gatekeeper ya que es una iniciativa con un propósito similar al de este estudio, mas no es el centro de la investigación ni se tiene en cuanta en los cálculos de prima o reservas del modelo presentado en nuestro estudio.

El ¨ Gatekeeper¨ , (portero) es un proyecto que es impulsado y financiado por la Comisión Europea, dentro del Programa Horizonte 2020. Tiene como fin tratar de aprovechar las nuevas tecnologías, llámese internet, IA o Big Data para mejorar los servicios médicos relacionados con patologías crónicas de mayor incidencia en Europa. El proyecto inicia en 2019 involucrando ciudadanos mayores buscando obtener evidencia científica, tecnológica, económica y social sobre el empuje a mejorías en la detección y tratamiento temprano de enfermedades como Parkinson, diabetes o insuficiencia cardiaca.
Con la justificación de la creciente población mayor, se observa aumenta el número de pacientes, ofrecen una tecnología para comunicarse con profesionales sanitarios para gestionar la enfermedad de manera sencilla, recopilando los datos a detalle y además utilizar los mismos datos para predecir situaciones de riesgo y tratar de frenar las patologías.

Este proyecto se encuentra en fase piloto, pero se recomienda su estudio para utilizarlo en el seguro de salud con reservas de envejecimiento ya que ambos son enfocados a el mismo cliente, una persona de edad 65+ al cuidado de su salud.

1.4.3. Adaptación a España

Contexto económico En el artículo de (Breyer, et. al, 2010) se dan a conocer varias causas por las que aumentan los costes de salud en general y se sostiene una correlación positiva entre el costo médico y la esperanza de vida. En este apartado hablaremos un poco más en la economía de España y sus personas mayores.

Tan solo el año pasado (Anghel et al., 2023) se estudiaba el envejecimiento de las personas asalariadas, ya que el grupo de población mayor que se encuentra asalariado, se multiplicó por 2.5 en los últimos años, la proporción de jóvenes que reemplazan a los mayores es mayor entre los no asalariados, lo que quiere decir que además de que disminuye la población joven, cada vez hay menos en la parte de asalariados.

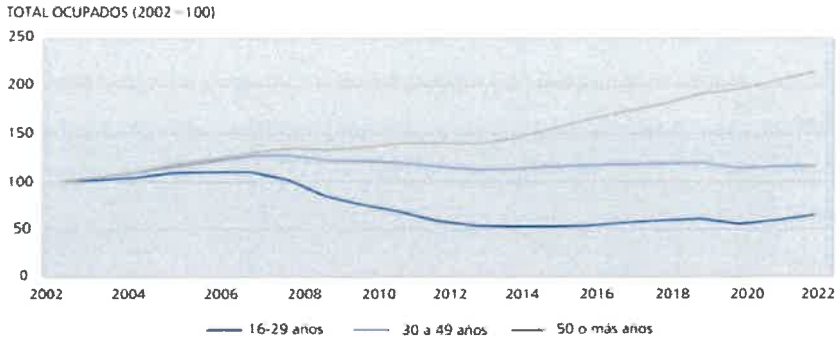


Figura 9: Variación de ocupados por edades (asalariados y autónomos) en España.

Fuente: (Anghel et al., 2023)

En la gráfica de la Figura 9, se muestra que los últimos 10 años la cantidad de personas mayores a 50 años que trabajan aumenta de forma consistente. " Las edades medias han aumentado aproximadamente en cuatro años en la población ocupada no asalariada y 6,5 años en la asalariada (aproximadamente de 44 a 48 y de 37,5 a 43,5, respectivamente), con pocas diferencias entre sectores de actividad" . - (Anghel et al., 2023)

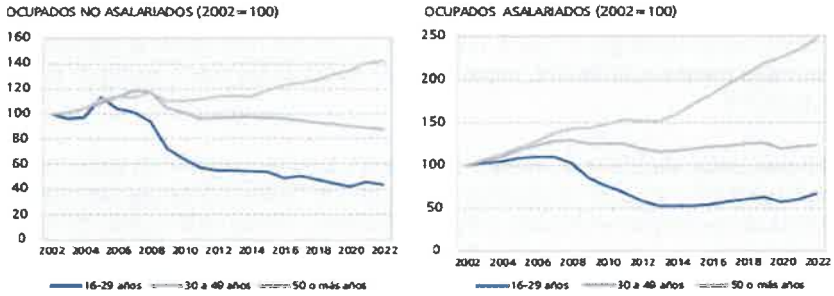


Figura 10: Variación de asalariados y no asalariados por edades en España.

Fuente: (Anghel et al., 2023)

Por su parte la inmigración es un fenómeno clave para el rejuvenecimiento inmediato de la población, tan solo en 2022 la media de edad de los asalariados extranjeros era 3,4 años menor a la española. Es importante decir que después de la crisis hipotecaria entre los años 2007 y 2014, la inmigración frenó en España y esto perjudicó el envejecimiento de la población.

Acerca de los ingresos de las personas mayores se sabe que va en decenso a partir de los 60 años, como se puede ver en el siguiente gráfico.

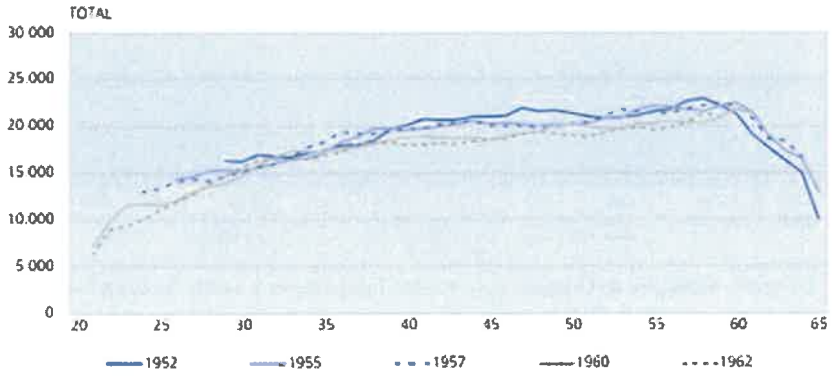


Figura 11: Perfiles de ingresos laborales de varias cohortes de población.

Fuente: (Anghel et al., 2023)

El informe de pensiones de la OCDE explicó como los modelos de pensiones de Grecia, Italia y España son demasiado generosos y que será insostenible tomando en cuenta el envejecimiento acelerado de la población, los gastos superarán los ingresos. La OCDE también nos comparte que la tasa de reemplazo de pensión vs el salario al momento de su retiro para España es de 80,4 %, mientras que la media de los países dentro de la OCDE es de 50,7 %.

El Banco de España confirmó que tan solo en 2023, la deuda aumentó 10.000 millones de euros (un 9,4 % más en la comparativa interanual) con motivos de la seguridad social, el sistema de reparto puro en España es demográficamente insostenible, a pesar de las medidas de migración y apoyos para familias numerosas, como se comenta en el apartado de demografía, la pirámide poblacional tiende a ser un rectángulo, donde la población mayor es cada vez más grande y difícil de mantener por la joven.
Entendiendo que en algún momento las pensiones serán insostenibles, es importante pensar no solo en un plan de pensiones privado, sino también en un ahorro para gastos médicos, siendo el plan que propone este estudio una solución idónea para este enfoque.

Futuro de la vejez en España En este país, se reportó en 2018 que el 18,8 % de las personas mayores sufrían diabetes, según la Encuesta Europea de Salud. (Abellán et al., 2018) Además, según (Aguado et al., 2011) la mediana de gastos de mayores de 74 año, sextuplica la de los gastos del grupo de 15 a 44 años y que en España, la atención primaria abarca aproximadamente el 40 % del coste sanitario. El envejecimiento se relaciona directamente con el aumento en la atención primaria y en mayores de 74 años los gastos farmacéuticos son cerca del 60 % de los gastos.

Citando a Margaret Chan, ex directora general de la Organización Mundial de la salud en el Informe mundial sobre envejecimiento y salud de 2015:

En tiempos de retos impredecibles para la salud, ya sea a causa del cambio climático, de nuevas enfermedades infecciosas o de la próxima bacteria que se haga resistente a los antibióticos, una tendencia es segura: el envejecimiento de la población se está acelerando en todo el mundo. Por primera vez en la historia, la mayoría de las personas pueden aspirar a vivir hasta entrados los 60 años y más. Esto tiene profundas consecuencias para la salud y para los sistemas de salud, su personal y su presupuesto. (OMS, 2015)

En el informe (Marsh McLennan, 2024) sobre tendencias de salud se confirma que en Europa, el acceso a la seguridad social se percibe peor para un 73 % de los encuestados y la calidad también peor en un 48 %, por lo que la sanidad privada tiene un potencial crecimiento los siguientes años.

Es necesario un cambio en el sistema sanitario Español, como lo comenta (Vidal et al., 2017) en el informe sobre personas mayores en España. En el informe se confirma con los datos de problemas de salud de los mayores la existencia de cronicidad, que los sistemas de salud están adaptándose a esta situación.

El Consejo Interterritorial del Sistema Nacional de Salud (CISNS) aprobó ¨ La Estrategia de abordaje a la cronicidad en el Sistema Nacional de Salud.¨ en donde fija unos objetivos apuntando a la población mayor:

- Promover el envejecimiento activo y saludable a partir de los 50 años.
- Prevenir deterioro funcional, promoviendo bienestar emocional a los mayores de 70 años con ayuda de servicios sociales y comunitarios.

Lo que se busca es tener una vida no solo larga, sino digna y que a pesar de una avanzada edad, poder vivir en total plenitud.

Por último, el ciclo de vida en España se conforma de esta forma:

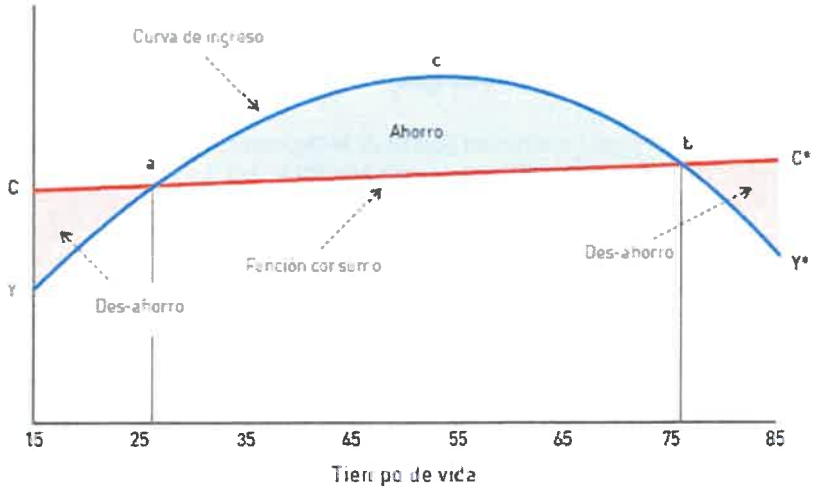


Figura 12: Ingreso, consumo y ahorro en la hipótesis del ciclo de vida.

Fuente:(F. Modigliani, 1966)

En la Figura 12 la curva azul es el ingreso promedio por edad y la línea roja el consumo.

Se puede observar los primeros 10 años que el consumo es mayor al ingreso, por lo que pasa un periodo de des-ahorro, los siguientes 50 años son un periodo de ahorro, con un ingreso mayor al consumo, para después, a los 75 años volver al des-ahorro.

Sabiendo que la esperanza de vida está cerca de los 85 años, por lo tanto, se esperan más de 10 años de " des-ahorro " al final de la vida, contemplando que la seguridad social pueda cumplir con todos los compromisos. En conclusión, es muy importante que se tenga en cuenta la importancia del ahorro y la previsión de gastos para los últimos años de vida de la población, que sean años llenos de vida digna. (Modigliani, 1986).

1.5. Revisión de la literatura

Para esta investigación se consultaron numerosas fuentes, incluyendo libros, artículos científicos, informes de Organizaciones, informes de consultoras, entre otros recursos. Muchos de estos artículos no se encuentran en referencias bibliográficas pues no se utilizó ninguna idea de ellos pero ayudaron a comprender mejor el problema actual, la solución propuesta y la importancia de estos.

Primeramente se investigó acerca de sostenibilidad pues es el punto crucial que nos llevó a este estudio, se buscaba un enfoque social, no tanto ambiental, para buscar estrategias que ayuden a solventar situaciones presentes en la sociedad.

Reconociendo el envejecimiento y la longevidad como circunstancias relevantes en todo el mundo, causantes de desequilibrios económicos, demográficos y sociales, se selecciona como pilar principal la salud, siendo un derecho universal que corre peligro en España y en muchas partes del mundo debido a las situaciones antes mencionadas.
Es entonces cuando se encontraron numerosos informes de organizaciones como la OECD, la ONU, entre otras, las cuales advierten el gasto sanitario como una variable en crecimiento y la falta de control sobre el mismo. Conceptos como inflación médica y "" que se explican a lo largo del estudio, brotan como variables cruciales al momento de pensar en un seguro de asistencia sanitaria.

La solución propuesta se encontró en un congreso de actuarios en Alemania, donde se expuso el modelo que se utiliza como seguro médico privado. Este modelo de seguros consiste en un plan médico que demanda al actuario a calcular una prima nivelada anual para solventar gastos médicos de forma vitalicia, por lo que la inflación médica, el " Steeping" , la tasa de interés, la mortalidad y las tasas de cancelación serán los datos que moverán el gasto sanitario actual para así poder calcular primas y reservas de forma consistente y exacta.
Metodologías como splines cúbicas y matemática actuarial fueron utilizadas para crear un simulador y medir la viabilidad del plan en España.
Cada una de las variables utilizadas merecen un análisis más profundo que el de este estudio para poder calcular el plan de forma práctica en una aseguradora. El gasto público en salud es preocupantemente bajo y las pensiones excesivamente altas en comparación a otros países de la OECD, por lo que hay aun más variables políticas y sociales al buscar la factibilidad del plan en España.

Por último, la reflexión más importante de la investigación ha sido la gran responsabilidad de la ciencia actuarial por encontrar soluciones sostenibles para problemas no solo económicos, sino también sociales. Buscar información de innovaciones en otros países, como en este caso Alemania y Bélgica, o también buscar aterrizar ideas propias novedosas en la búsqueda del bien presente y futuro.

2. Seguros de salud con reservas de envejecimiento

2.1. ¿Como funcionan?

Los seguros de salud con reservas de envejecimiento se tratan de un plan vitalicio de salud, con primas niveladas, en donde el asegurado paga una prima dependiendo de la edad de entrada al colectivo asegurado y manteniendo esa prima (únicamente se consideran aumentos en caso de inflación no contemplada o un riesgo modificado).

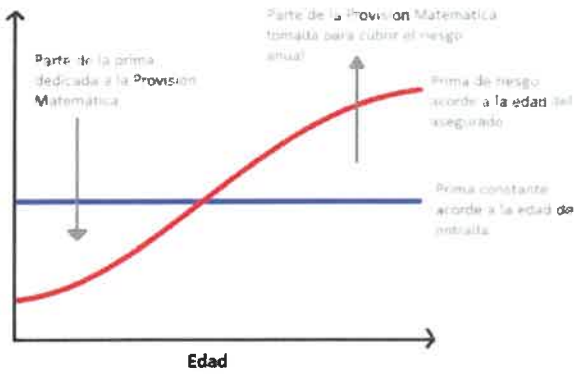


Figura 13: Modelo de seguros de salud con reservas de envejecimiento

Fuente: Elaboración propia

Hablando actuarialmente se trata de seguros de salud que se calculan con técnicas de vida. El asegurado paga una sobre prima los primeros años para generar una reserva que se capitalizará y será de uso en años posteriores. Los gastos médicos son una función creciente dependiendo de la edad del asegurado. Otro factor de riesgo podría ser el sexo al ser estadísticamente significativa la variable explicar el riesgo, por lo que al realizar este trabajo se utilizaron los gastos de forma separada para el análisis del gasto, pero al momento de hacer la tarificación en el simulador no se ha tomado como variable. Nuevamente, sabemos que la regulación Europea prohíbe la tarificación usando el sexo como variable, pero en este trabajo es simplemente objeto de análisis y estudio.

Estos seguros de atención sanitaria completa no dan un valor de rescate en caso que el asegurado quiera salir del colectivo, la reserva pasaría a ser del colectivo, ya que está contemplado en el modelo, al igual que en caso de muerte, se toma como una salida del colectivo.

En España un ejemplo de seguros con lógica similar son los de decesos, que se paga una prima hasta que se utiliza la remuneración o se sale del colectivo. Se trata de una solución sostenible y rentable al envejecimiento demográfico, un plan de previsión social que alivia al sector sanitario público.

Estos seguros tienen ya unas décadas probando su efectividad en países como Alemania y Bélgica, en donde el plan ya es una parte importante del mercado.

2.2. Otros países como ejemplo

En Alemania la seguridad social basa su sistema sanitario en dos tipos de planes, el privado y el público. Este estudio se basa en el privado.
Los empleados que cuentan con un salario mayor a cierto nivel, los autónomos o los funcionarios públicos pueden optar por utilizar un plan sustitutivo privado, en donde aceptan a todos los que aplique, sin importar si tienen alguna condición de riesgo extra, los planes cobran solo en función del salario, la edad de entrada y el plan que elija la persona y es posible que en algún momento se cambie a la sanidad pública de nuevo, pero después de los 55 años de edad una persona que se encuentra en el plan público ya no puede entrar al el plan privado. Lo más importante es que sea también de una cobertura completa por que sustituye la seguridad pública. Alrededor del año 2000 se encontraban aproximadamente 7.5 millones de personas en este plan según Schneider (2004).

Los seguros de salud con reservas de envejecimiento tienen varios años con estos planes, matemáticos como (Becker,2017) y (Milbrodt y Röhrs, 2016) han desarrollado la matemática actuarial detrás de estos planes, los cuales se han ido perfeccionando a través de los años.
En Alemania hay varios planes y los asegurados pueden ir de uno al otro, por lo que su modelo contempla transferencia de reservas, nuestra propuesta no, ya que no es nada relacionado con el gobierno ni es un plan de sustitución, es complementario.
En Bélgica es muy similar, pero es aún poco desarrollado y se están introduciendo los valores de rescate como una proporción de la reserva menos una penalización o una las primas pagadas capitalizadas menos una penalización, en cualquier caso, este estudio no las contempla. (Dhaene et al., 2017)

3. Metodología

3.1. Splines cúbicos

Para realizar el suavizado de los datos se utiliza la técnica de splines cubicos, cuya teoría fundacional fue desarrollada en la época de los 40s por Isaac Jacob Schienberg (Munguia y Bhatta, 2015). Es un método por tramos, que ajusta un polinomio cúbico distinto entra cada par de puntos de datos para modelizar una curva, por lo que se va ajustando entre punto y punto. El spline cubico es el más utilizados pues es el de mayor eficiencia, es decir la exactitud y complejidad tienen un punto óptimo en splines cúbicos, proporciona un excelente ajuste a los puntos tabulados y su cálculo no es excesivamente complejo.

Para cada intervalo $[t_0,\ t_1]$, $[t_1, t_2]$, ..., $[t_{n-1},\ t_n]$

Se define *S(x)* que es polinomio distinto para cada intervalo, por lo tanto:

$$\mathrm{S(x)} = \begin{cases} S_0(x) & \text{si } x \in [t_0, t_1] \\ S_1(x) & \text{si } x \in [t_1, t_2] \\ \vdots & \vdots \\ S_{n-1}(x) & \text{si } x \in [t_{n-1}, t_n] \end{cases}$$

También, se debe cumplir que $\mathrm{S}_{i-1}(x)$ y $S_i(x)$ interpolan el mismo valor para el punto t_i .

Entonces se cumple que $S_{i-1}\,(t_i) = S_i\,(t_i)$ cuando $(1 \leq i \leq n-1)$

Además, se supone que S' y S'' son continuas.
Por lo tanto:

$$S_i\,(x) = \frac{z_i}{6\,h_i}\left(t_{i+1} - x^3\right) + \frac{z_{i+1}}{6\,h_i}\,(x - t_i)^3 + \left(\frac{y_{i+1}}{h_i} + \frac{z_{i+1}\,h_i}{6}\right)(x - t_i) + \left(\frac{y_i}{h_i} - \frac{z_i\,h_i}{6}\right)(t_{i+1} - x)$$

Dónde h y z son incógnitas que obtenemos por optimización.

3.2. Matemática actuarial de seguros de salud con reservas de envejecimiento

3.2.1. Primas

El apartado de primas se obtuvo de (Bohn, 1980). Entendiendo que Kx es el gasto sanitario a la edad x, el cual ya se suavizó y modelizó anteriormente, se puede definir también como prima de riesgo y depende únicamente de la edad, también podemos llamar a la Kx como beneficios esperados asegurados y la equivalencia actuarial sería algo así:

$\sum$ beneficios asegurados = $\sum$ ingreso por primas

El principio de equivalencia de la matemática actuarial establece que un contrato de seguro es justo si el valor del beneficio en efectivo es igual al valor en efectivo de la prima en el momento en que comienza el contrato.

Siendo x la edad actuarial de un nuevo cliente al inicio del contrato, su ecuación de equivalencia actuarial con una prima neta constante P se vería así:

$$P \cdot \ddot{a}_x$$

Se definen primero las salidas del colectivo, que para este modelo son únicamente la mortalidad, definida como

$$q_x^{(m)}$$

las cuales vienen en las tablas de mortalidad ya explicadas en el apartado anterior.
La segunda opción de salida del colectivo sería las anulaciones

$$q_x^{(w)}$$

que explicamos también dentro del apartado de tasas de anulación.

Entonces, en terminología actuarial diríamos que lx siendo el número de personas de edad x en el colectivo, estableceríamos la siguiente relación:

$$l_{x+1} = l_x \times (1 - q_x^{(m)} - q_x^{(w)})$$

Para entonces poder obtener el q_x del colectivo se obtendría con la fórmula:

$$q_x = 1 - \frac{l_{x+1}}{l_x}$$

o análogamente

$$ {}_tq_x = 1 - \frac{l_{x+t}}{l_x} $$

para obtener la probabilidad de salida del colectivo en t años para una persona de x años.

Después, se obtiene äx , el valor presente de una renta financiera actuarial vitalicia prepagable para una persona de edad x, que no es más que la forma en la que se pagará la prima.

$$ v^x = \frac{1}{(1+i)^x} $$

Siendo i la tasa de interés anual que se utilice en ese periodo.
Siendo x la edad.

$$ D_x = l_x \times v^x $$

$$ N_x = \sum_{\varepsilon=0}^{\omega-x} D_{x+\varepsilon} $$

Siendo

$$ \omega $$

la edad máxima, que para este estudio la definiremos en 105 años.
Por lo tanto,

$$ \ddot{a}_x = N_x / D_x $$

Ya habiendo definido la forma en la que se pagará, se calcula A_x que será el valor del beneficio futuro de una póliza de seguro médico operada en el tipo de seguro de vida (sin valor de transferencia). Esta parte se obtiene de Becker (2017).
Sabiendo que $p_x = 1 - q_x$

$A_x = \sum_{j=0}^{\omega-x} v^j \cdot {}_jp_x \cdot K_{x+j}$

Y finalmente la prima neta sería simplemente

$P_x = A_x / \ddot{a}_x$

3.2.2. Reservas de envejecimiento

Así obtenemos las reservas de envejecimiento o antigüedad por el método prospectivo bajo Becker (2017).

La reserva de una persona de edad x habiendo transcurrido *m* años en el plan:

$$ {}_mV_x^{pro} = \sum_{t=0}^{\omega-x-m} v^t \cdot {}_tp_{x+m} \cdot K_{x+m+t} - P_x \sum_{t=0}^{\omega-x-m} v^t \cdot {}_tp_{x+m} $$

$$ {}_mV_x^{pro} = A_{x+m} - P_x \cdot \ddot{a}_{x+m} $$

4. Bases técnicas de los seguros de salud

4.1. Estadísticas

4.1.1. Tablas de mortalidad

Puntualmente este trabajo se centra en el desarrollo actuarial, la modelización y tarificación del producto para evaluar su viabilidad en España, por lo que se utilizan las tablas de mortalidad PERM 2020 individuales publicado por la Dirección General de Seguros y Fondos de Pensiones de España. Para tarificación se utilizarán las de 1er orden, que contienen recargos, para las reservas utilizaremos las de 2do orden, que no contienen recargos.

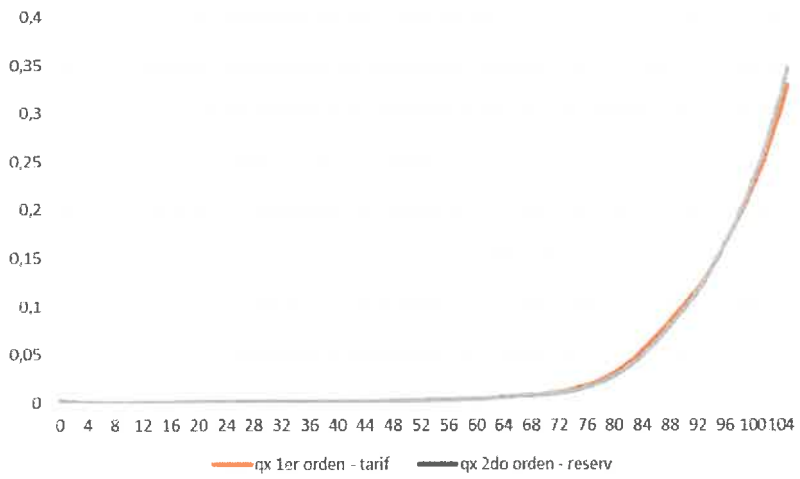


Figura 14: qx – Probabilidad de muerte por edad x

Fuente: Elaboración propia con las tablas de mortalidad PERM 2020 de la DGSFP.

4.1.2. Coste de riesgo unitario

Para el coste de riesgo unitario se utilizará información proporcionada por una entidad aseguradora española, de un producto de asistencia sanitaria con servicios completos para captar de la mejor manera el mercado español y se le llamaremos coste unitario o gasto sanitario al coste total entre expuestos. Al coste de riesgo unitario le llamaremos gasto unitario.

Cabe mencionar que es un producto temporal anual renovable con revisión de primas anuales, por lo que la exposición en grupos mayores es inconsistente, es decir, hay muy pocos asegurados que pueden pagarlo y que cuentan con el seguro.

La información que nos proporcionó la aseguradora se compone de la base de datos de ejercicios anteriores, específicamente de los años 2004 a 2006 y de 2015 a 2023.

Los gastos sanitarios se comportan de esta manera:

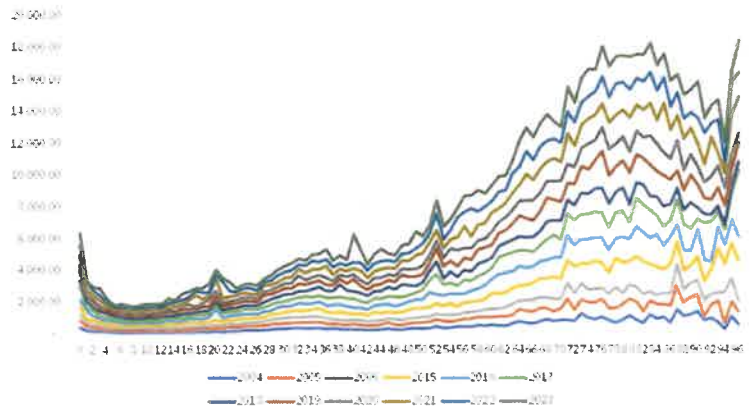


Figura 15: Gasto unitario por edad (2004 - 2023)

Fuente: Elaboración propia.

A simple vista se muestra un ligero efecto de steeping, ya que en edades mayor a 60 las líneas comienzan a separarse un poco más conforme avanzan los años.

Viendo más de cerca de el gráfico de la Figura 15 :

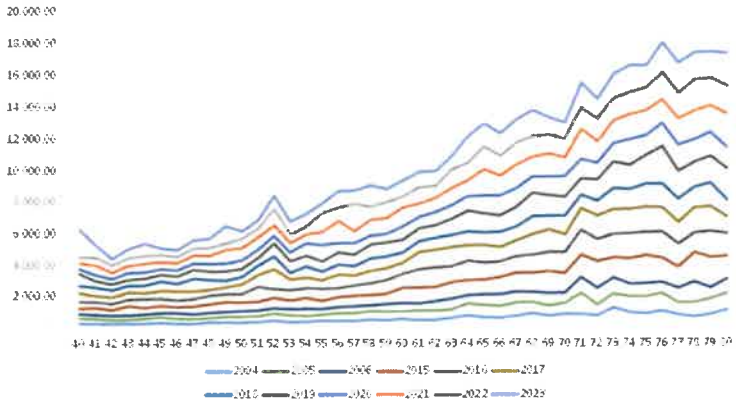


Figura 16: Gasto por edad de 40 a 80 años (2004 - 2023)

Fuente: Elaboración propia.

La pendiente de los últimos años es más elevada en la Figura 16
El producto al que corresponde la base de datos se dejó de vender después del 2006, por lo que la exposición se comporta de forma sumamente diferente en los distintos periodos de años:

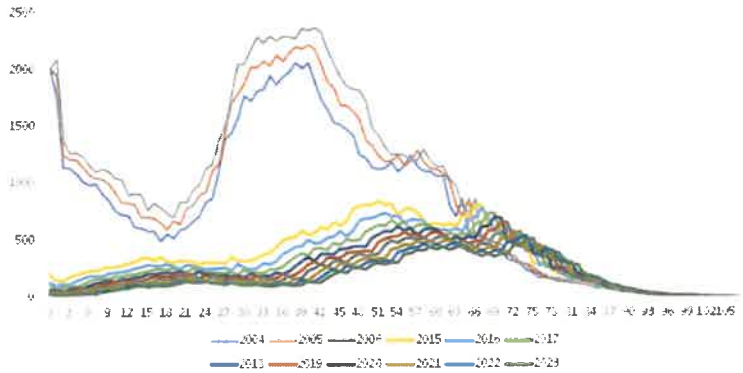


Figura 17: Exposición (2004 - 2023)

Fuente: Elaboración propia.

Ahora, se observan los gastos de 2004, los que tienen mayor exposición, por sexo y el total por sexo.

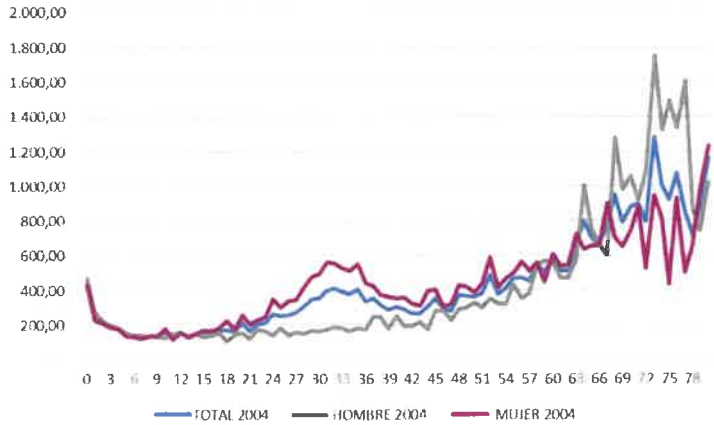


Figura 18: Gasto unitario por sexo (2004 - 2023)

Fuente: Elaboración propia.

Puede verse en la Figura 18 la curva de gastos obstétricos pronunciada entre los 20 y 40 años de edad y más tarde, aproximadamente a la edad de 60 años, lo hombres comienzan a elevar los gastos, esto está totalmente relacionado con la esperanza de vida de los hombres siendo más baja, al estar más cercanos a la muerte, la conclusión sería que sus gastos sean más elevados. A partir de los 75 años la exposición es tan pequeña que el gráfico se dispersa mucho y se concluye que entonces esos datos no son representativos.

Cuando se comparan gastos hospitalarios con extrahospitalarios se pueden encontrar figuras similares a esta en todos los años, utilizaremos 2015 como ejemplo:

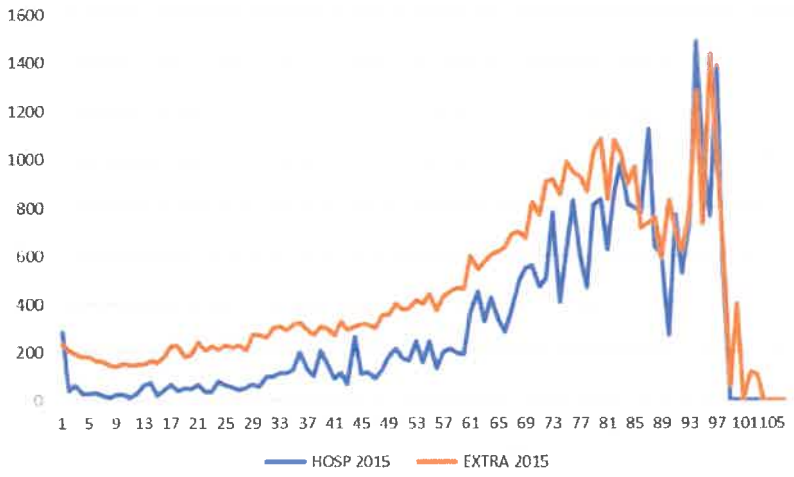


Figura 19: Gasto unitario hospitalario y extrahospitalario (2015)

Fuente: Elaboración propia.

Los gastos extrahospitalarios son más elevados que los hospitalarios, esto se debe a que el servicio médicos y farmacéutico es más frecuente que el hospitalario en cualquier paciente. Simplemente la mayor parte de la población puede pensar en su entorno y como la mayoría de las personas suelen tener gastos de consulta, laboratorios y farmacia, pero pocos de hospital.
A partir de los 75 años el gasto unitario presenta un comportamiento anómalo derivado de la falta de exposición al riesgo para ese tramo de edad.

Ahora, tomando en cuenta población asegurada según los datos proporcionados por la aseguradora, elaborando una pirámide poblacional con eje "y" edades y eje "x" población relativa, es decir el porcentaje de población asegurada en cada edad, con información de exposición de 2004 que es el año más representativo.

Así se comporta la población asegurada relativa (2004) :

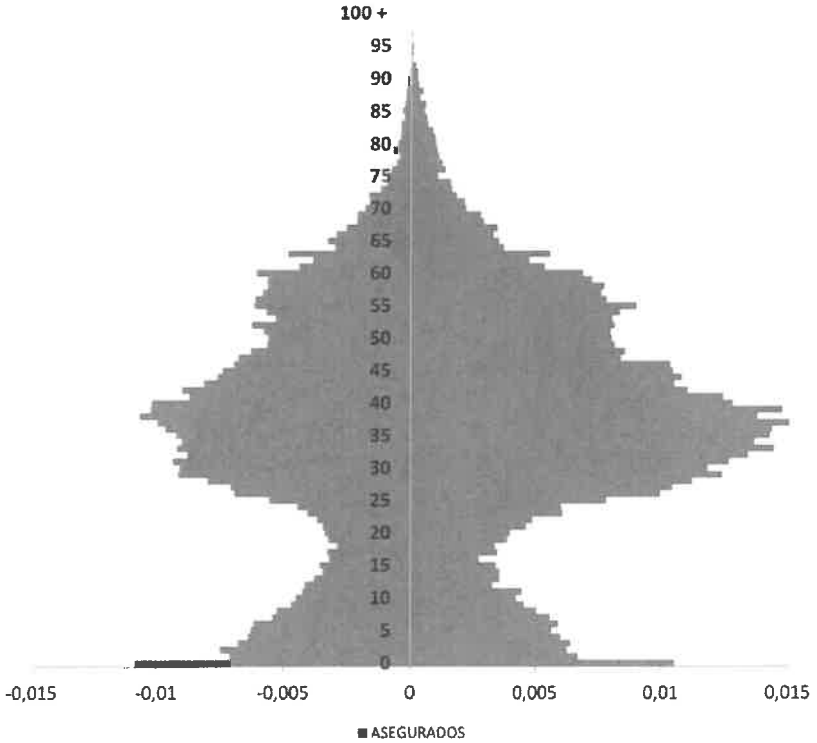


Figura 20: Distribución población asegurada

Fuente: Elaboración propia.

Se recuerda que en una pirámide poblacional el lado izquierdo representa hombres y el derecho mujeres. El lado izquierdo del eje "x" es negativo únicamente por temas de formato para elaborar la pirámide poblacional.

Se puede observar que la mayor parte de los asegurados del seguro de salud están entre 25 y 45 años, predominando las mujeres. Las edades más altas de asalariados de las que hablamos anteriormente se reflejan en esta pirámide. Vamos a asumir que la población asegurada en España se comporta de manera similar a la de la aseguradora que nos proporcionó los datos.
A continuación, una comparación a través de los años de la población asegurada vs la población total de España:

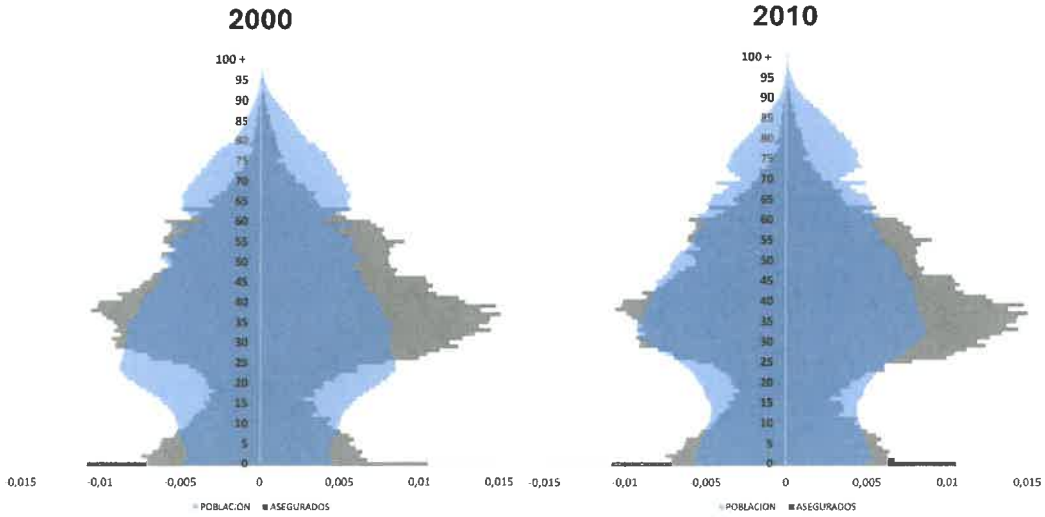


Figura 21: Pirámides población España vs población asegurada (2000 - 2010)

Fuente: Elaboración propia con datos del INE.

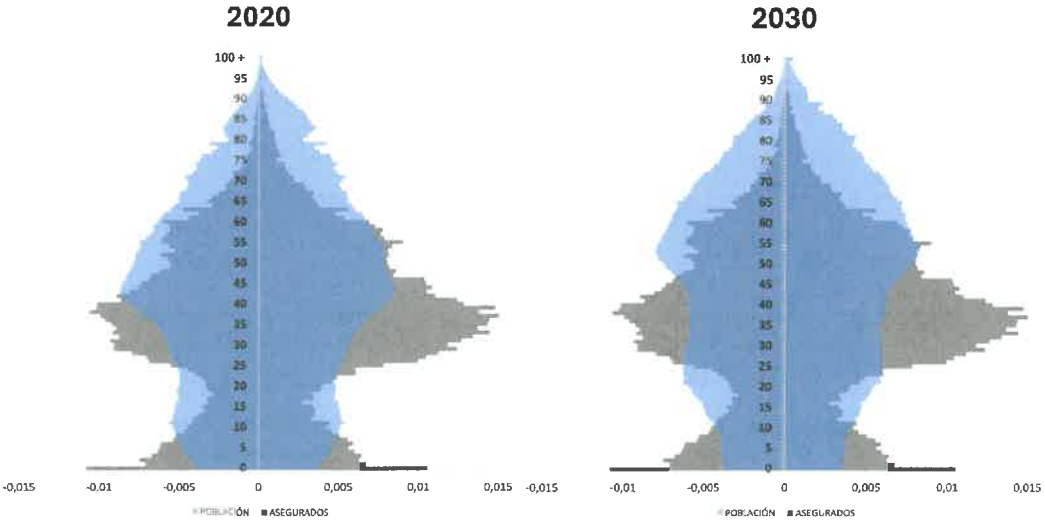


Figura 22: Pirámides población España vs población asegurada (2020 - 2030)

Fuente: Elaboración propia con datos del INE.

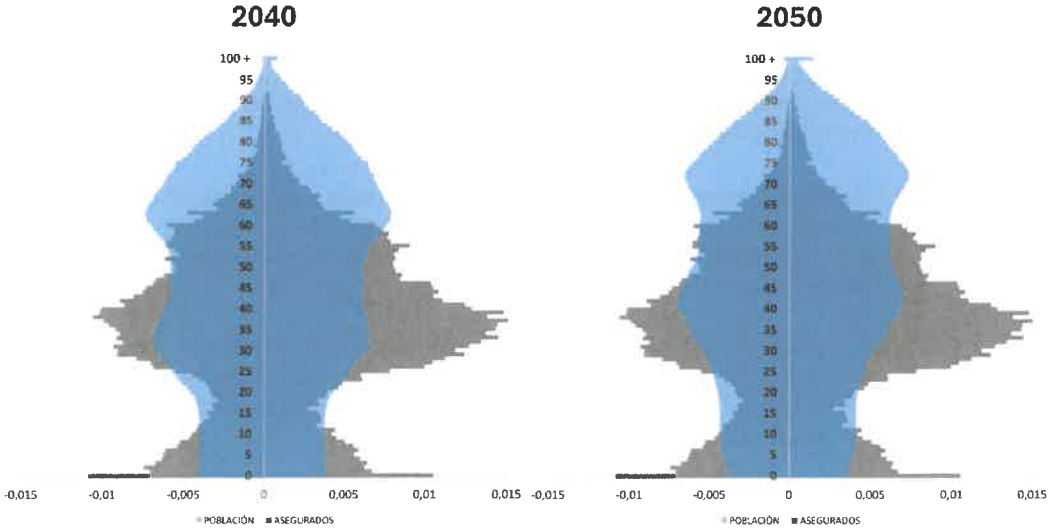


Figura 23: Pirámides población España vs población asegurada (2040 - 2050)

Fuente: Elaboración propia con datos del INE.

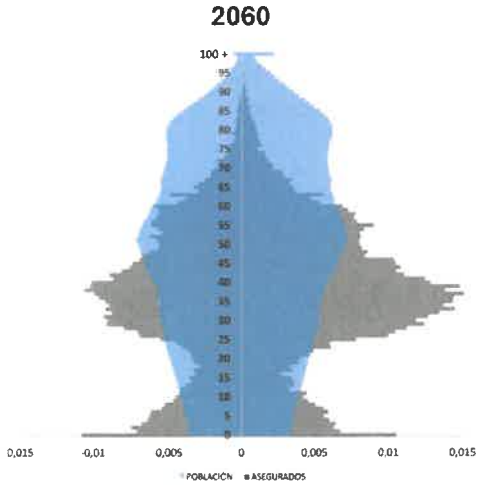


Figura 24: Pirámides población España vs población asegurada (2060)

Fuente: Elaboración propia con datos del INE.

En las Figuras 21, 22, 23 y 24 se muestran las pirámides de población asegurada (asumiendo se comporta como nuestra muestra de datos) en gris y población total Española en azul, en donde se muestra a partir de los 60 años, la población total de España además de ensancharse década tras década, puede observarse una brecha de "no asegurados" que sería el área azul caro de la parte de arriba.

También es interesante ver como la línea de 100 años y más crece, tal como la OECD advirtió, la esperanza de vida en España será aún más alta los siguientes años según las proyecciones del INE. Puede resaltar la falta de aseguramiento en la población mayor, absolutamente preocupante.

El INE informa que aproximadamente el 30 % de la población española cuenta con algún tipo de seguro médico, conociendo la cantidad de personas mayores de 65 podemos estimar la cantidad de personas mayores con falta se aseguramiento médico privado.
Los datos a continuación:

Año	Asegurados 65+	Población 65+	Diferencia
2000	0,8	6,69	5,9
2010	0,93	7,81	6,88
2020	1,10	9,21	8,12
2030	1,37	11,49	10,13
2040	1,7	14,28	12,58
2050	1,84	15,46	13,63
2060	1,88	15,79	13,91

Cuadro 1: Tabla en millones de personas.

Fuente: Elaboración propia con datos del INE.

El número de personas aproximada con falta de aseguramiento privado se encuentra en la columna ¨ Diferencia¨ en el Cuadro 1a y puede verse que para el año 2040 la población mayor a 65 no asegurada se duplica conforme al 2000.

Expresado en gráfico:

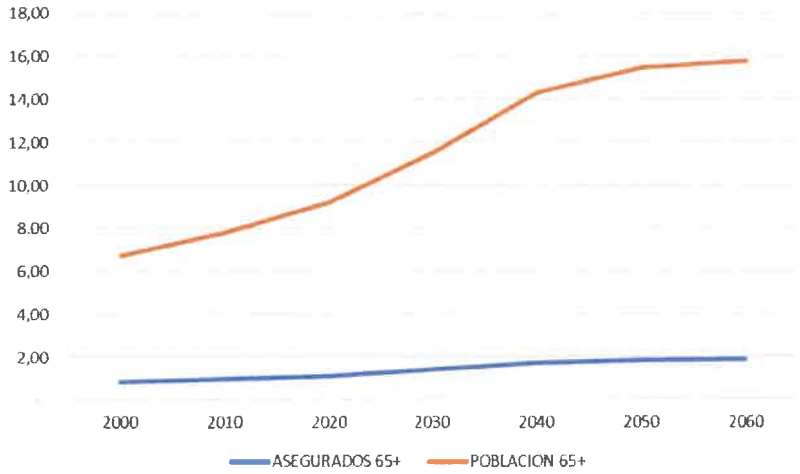


Figura 25: Asegurados vs población total (2000 - 2060)

Fuente: Elaboración propia con datos del INE. Gráfico en millones de personas

Se revela entonces que la población mayor de 65 años en España pasa de ser 6.7M en el 2000 a 11.5M en 2030, es decir casi el doble y para 2060 15.8M, que es 2.4 veces más que en el 2000. Asumiendo que la proporción de asegurados se mantiene y se comporta de forma similar, la diferencia, es decir, la población mayor de 65 con falta de aseguramiento va de 5,9 a 13,6 millones en tan solo 50 años (2000-2050).

Evaluación de la existencia del efecto Steeping Para comprobar la existencia del efecto ¨ Steeping¨ mencionado anteriormente, se toma como referencia Buchner y Wasem (2004) en donde se prueban distintas metodologías para comprobar la existencia del efecto steeping en unos datos.

En Buchner y Wasem (2004) se proponen 3 metodologías en las que se comparan perfiles de gasto que deben de utilizarse con los datos brutos, para asegurarse de que no hay variables adicionales que estén causando este efecto. Recordando, el steeping es el fenómeno que se produce cuando las edades mayores tienden a aumentar su gasto sanitario a mayor ritmo que los jóvenes.

Los métodos son los siguientes:

Método corte de edad (Age cut method): Mide la relación entre el gasto per cápita de los mayores y los jóvenes. Separa en dos grupos, el de los jóvenes y el de los mayores. A cada grupo se le calcula su gasto per cápita promedio y entonces se divide el gasto per cápita de los mayores por el de los menores. Esta relación de corte de edad " age cut"muestra que tan pronunciado es el perfil, si la relación aumenta al pasar de los años, entonces el fenómeno "Steeping" está presente en los datos.

$$AR_{65} = PCE_{65+}/PCE_{<65}$$

AR es el ratio por grupo de edad, PCE es el gasto per cápita.
Este método tiene como desventaja que, si la edad promedio de alguno de los dos grupos aumenta, entonces aumentará el gasto promedio y se concluiría un signo engañoso de Steeping. Para los años que fueron evaluados, no hay diferencias significativas, por lo que no debería de afectar este tema. La ventaja es que quita el efecto de inflación, ya que afecta a ambos grupos.

Este método es simple, fácil de calcular y transparente. Este estudio lo reconoce como el método principal.

Aumento del gasto específico del grupo de edad (Age group specific expenditure increase - ASI): Se trata de una comparación de la pendiente lineal del gasto para los grupos de edad. Para esta metodología se mide el aumento del gasto unitario durante un periodo para cada grupo de edad y se comparan, para ver si el de las edades avanzadas es mayor. Utilizamos la fórmula:

$$PCE_Y^{AG}/PCE_Y^7 = a + b(Y - 1979)$$

PCE_Y^{AG} es el gasto unitario del año Y, en el grupo de edad AG,

Se aplica una regresión lineal para obtener a y b. La pendiente b es la medida de aumento. Para hacer imparcial la comparación se estandariza el gasto per cápital por el del grupo más pequeño, así ya no es b una pendiente sino la tasa de crecimiento del gasto, que compararemos con los otros grupos. Este no es tan recomendado, es más complejo y no toma en cuenta el primer y último valor, puede sesgar resultados. La ventaja es que señala si algunos datos tienen más ¨ steeping¨ que otros.

Utilizaremos el año 2004 como año Y, el grupo 7 es el de edades de 30 a 34 años.

$$PCE_{2004}^{AG}/PCE_{2004}^{(30-34)} = a + b(2004 - 1979)$$

Modelado exponencial (Exponential profile modelling EPM): Mide una tendencia temporal en modelos exponenciales, no lineales, ya que una función exponencial parece ajustarse mejor a las funciones de gasto. Se utiliza un modelo exponencial estandarizado, que contiene una variable aditiva, como se muestra a continuación:

$$PCE_{AG}/PCE_7 = c + exp(d * AG)$$

PCE_{AG}es el gasto unitario del grupo de edades medias.

Se calculan los parámetros c y d por una modelización no lineal, donde d es la medida de como crece el perfil de gasto. Lo importante es el parámetro d a través del tiempo. Este método toma en cuenta inflación, mide bien los aumentos del gasto y ofrece buenas condiciones, pero es mucho más complejo y no es transparente, por lo que sólo se utilizará de referencia pero no es principal.

A continuación, los **resultados** de cada uno de los métodos aplicados a los datos de la aseguradora.

RESULTADOS CON AGE CUT METHOD

Se utiliza en específico la base de datos brutos de 2015 a 2019 ya que los datos de 2004 a 2006 son muy pocos años consecutivos para ver tendencias. Esta metodología la hicimos con un corte en 65 y otro en 70.

Resultado Age cut method en 65+:

$\mathrm{AR}_{65} = PCE_{65+}/PCE_{<65}$

Hombres

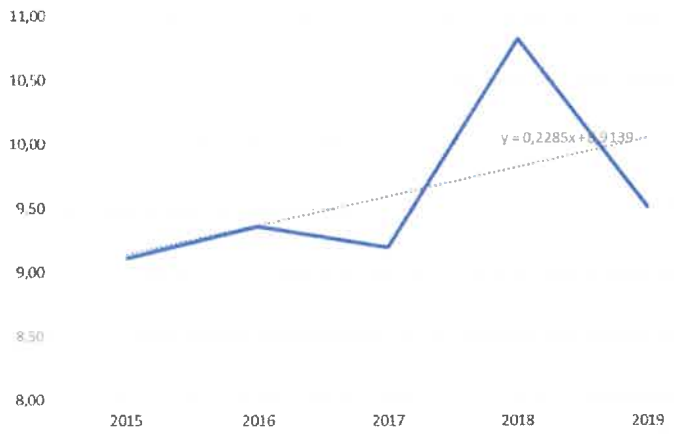


Figura 26: Age cut - Hombres >65

Fuente: Elaboración propia

Mujeres

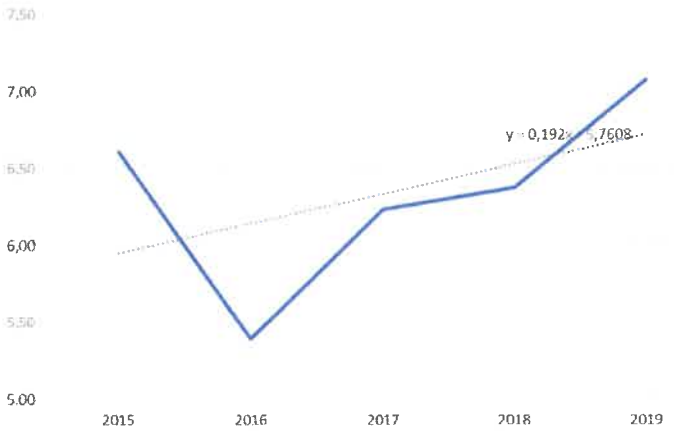


Figura 27: Age cut - Mujeres >65

Fuente: Elaboración propia

Ambos casos muestran la recta lisa, que son la relación entre mayores y menores, la proporción de como aumentan, una pendiente positiva, lo que indica steeping en ambos casos. La línea punteada indica la tendencia y puede verse su fórmula, con pendiente positiva.

Resultado Age cut method en 70+:

$$AR_{70} = PCE_{70+}/PCE_{<70}$$

Hombres

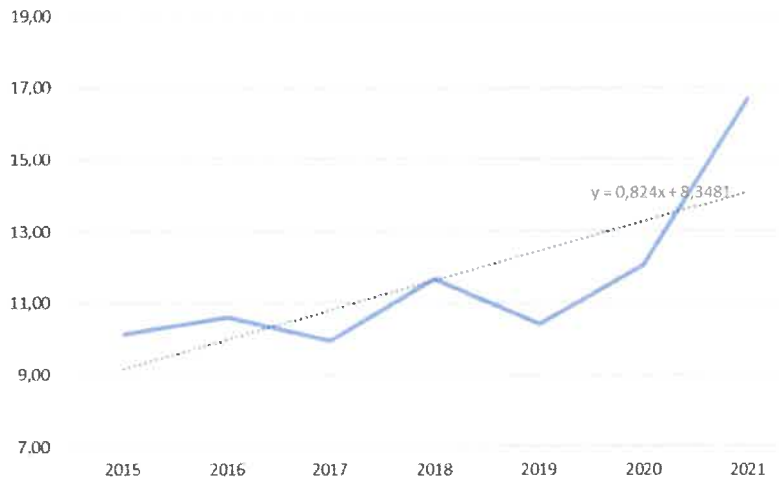


Figura 28: Age cut - Hombres >70

Fuente: Elaboración propia

Mujeres

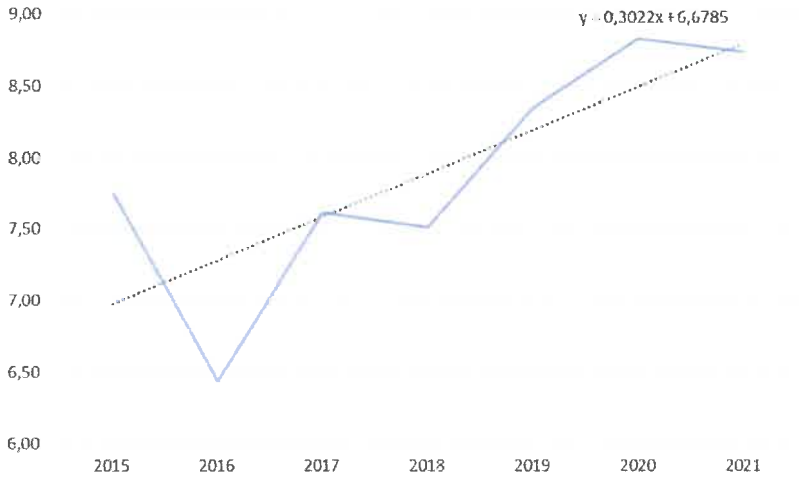


Figura 29: Age cut - Mujeres >70

Fuente: Elaboración propia

Para este caso, las pendientes son un poco menos pronunciadas, pero igualmente positivas. Se confirma la existencia de steeping.

RESULTADOS CON LA METODOLOGÍA DE AUMENTO DEL GASTO ESPECÍFICO DEL GRUPO DE EDAD:

Como tenemos pocos datos en edades mayores, vamos a juntar las edad a 80 y más, entonces obtenemos los siguientes resultados:

$$PCE_{2004}^{AG} / PCE_{2004}^{30-34}$$

Hombres

GRUPOS	2004	2005	2006	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
30-34	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
35-39	1,18	1,07	1,16	1,29	1,51	1,69	1,26	0,98	1,23	0,93	0,87	1,00
40-44	1,18	1,41	1,27	1,60	1,53	1,92	1,44	1,01	1,29	1,82	1,21	1,49
45-49	1,60	1,58	1,44	1,73	1,72	2,12	1,66	1,41	1,62	1,50	1,24	2,16
50-54	1,89	1,96	1,94	2,19	2,22	2,90	2,73	1,63	2,35	2,15	1,91	2,55
55-59	2,66	2,84	2,27	2,53	2,84	3,64	3,00	2,59	2,97	3,34	3,61	2,91
60-64	3,62	3,42	3,40	4,19	5,14	4,66	3,64	2,93	4,43	4,16	3,11	3,20
65-69	5,05	4,92	4,53	5,15	5,21	7,04	5,89	4,23	6,83	5,14	5,12	5,16
70-74	7,22	6,58	6,52	7,17	7,89	9,35	6,35	4,94	7,48	6,11	4,77	5,03
75-79	7,12	7,05	5,76	8,41	7,31	9,19	7,09	6,59	9,10	8,05	6,73	6,68
80 +	25,59	20,14	27,53	25,31	29,77	32,59	34,27	21,29	35,39	59,49	21,35	24,83

Figura 30: Hombres

$\mathrm{PCE}^{AG}_{2004}/PCE^{30-34}_{2004}$ Fuente: Elaboración propia

Mujeres

GRUPOS	2004	2005	2006	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
30-34	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
35-39	0,81	0,86	0,76	1,09	1,08	1,03	1,41	0,95	0,92	1,18	1,06	1,37
40-44	0,65	0,69	0,65	0,87	0,96	0,95	1,05	1,34	1,04	0,84	1,16	2,88
45-49	0,71	0,76	0,74	1,00	1,07	0,93	1,32	1,22	1,06	1,35	1,01	1,24
50-54	0,87	0,92	0,84	1,18	1,48	1,71	1,56	1,59	1,29	1,37	1,42	1,28
55-59	0,97	1,02	0,84	1,13	1,44	1,24	1,44	1,53	1,52	1,85	2,16	2,08
60-64	1,16	1,23	1,11	1,68	1,97	1,90	1,94	1,96	1,56	1,65	1,84	2,47
65-69	1,35	1,32	1,38	1,96	1,89	1,75	2,30	2,39	2,03	2,51	2,14	2,87
70-74	1,48	1,57	1,56	2,22	2,30	2,01	2,52	2,46	2,26	2,42	2,37	2,91
75-79	1,33	1,69	1,68	2,65	2,52	2,41	3,12	3,35	2,47	2,37	2,68	3,33
80 +	6,88	6,16	5,57	10,43	9,32	11,26	12,26	14,22	13,09	14,67	11,59	11,62

Figura 31: Mujeres

$\mathrm{PCE}^{AG}_{2004}/PCE^{30-34}_{2004}$ Fuente: Elaboración propia

Y sus respectivas pendientes:

GRUPOS	HOMBRES	MUJERES
30-34	0,00	0,00
35-39	-0,08	0,00
40-44	-0,03	0,02
45-49	-0,06	0,05
50-54	-0,04	0,00
55-59	0,06	0,09
60-64	-0,12	-0,03
65-69	0,01	0,09
70-74	-0,30	0,04
75-79	0,00	0,00
80 +	3,66	0,83

Figura 32: Pendientes

Fuente: Elaboración propia

Las pendientes se ven de la siguiente forma:

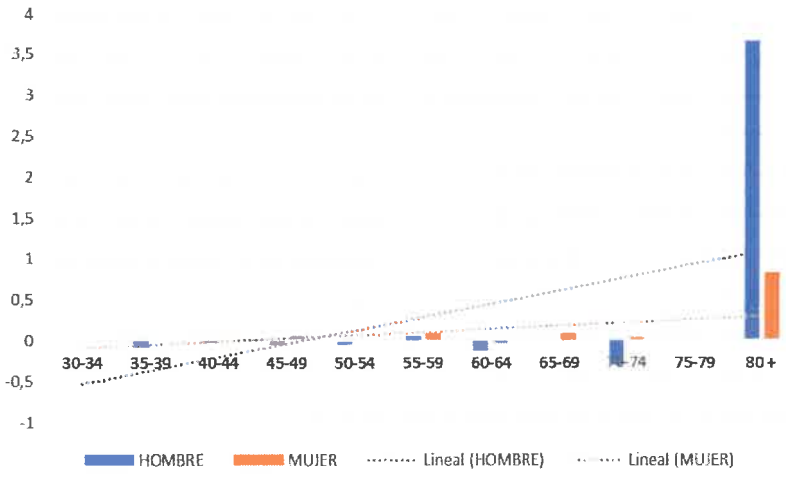


Figura 33: Pendientes

Fuente: Elaboración propia

La pendiente de las pendientes sería:

HOMBRES	MUJERES
0,1623	0,0389

Figura 34: Pendientes de las pendientes

Fuente: Elaboración propia

Ambas pendientes positivas. Por lo tanto se puede concluir que hay Steeping.

RESULTADOS CON LA METODOLOGÍA DE MODELADO EXPONENCIAL:

Como se comentaba, esta metodología es la más compleja, para este estudio se realizó la regresión en Microsoft Excel y nos sorprende que los resultados difieren un poco de las metodologías anteriores, ya que el steeping se muestra de forma más pronunciada en Mujeres que en hombres, en cambio en los métodos anteriores es al contrario.
A continuación los resultados.

Con todos los grupos de edades:

Hombres

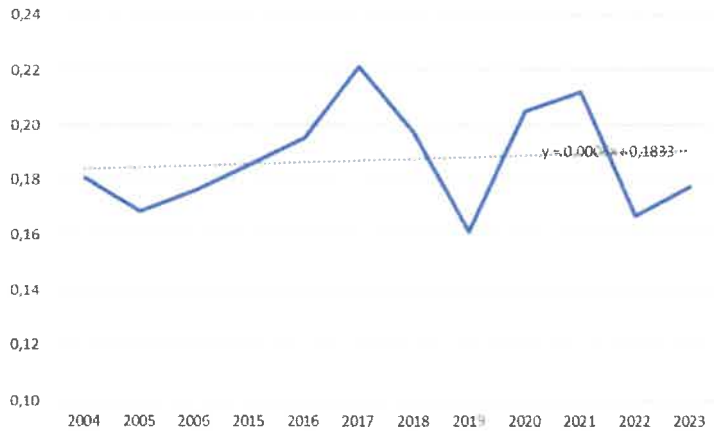


Figura 35: Resultados modelado exponencial Hombres

Fuente: Elaboración propia

Mujeres

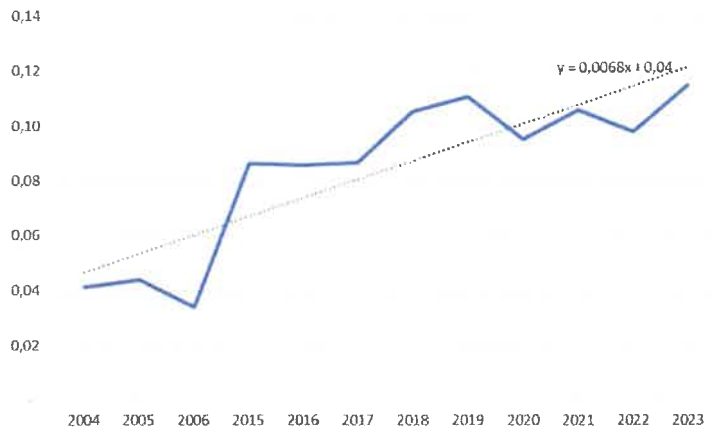


Figura 36: Resultados modelado exponencial Mujeres

Fuente: Elaboración propia

Lo que se debe observar en las Figuras 35 y 36 es la pendiente que tiene el trazo. A mayor pendiente, mayor presencia de "Steeping". Este método refleja más presencia de "Steeping.[cn] mujeres que en hombres.
Ya se mencionó que es una metodología compleja y no estima bien si no se tiene un software potente.

A pesar de que tienen pendiente positiva y se puede concluir presencia de "Steeping", para asegurarlo también se modeliza con la agrupación de edades de 80 años en adelante:

Hombres

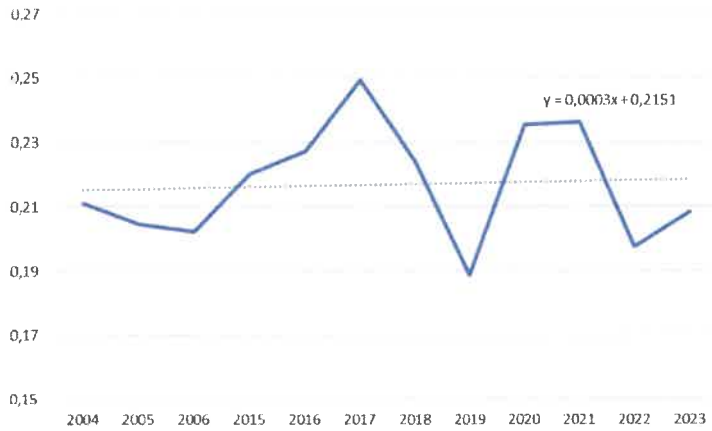


Figura 37: Resultados modelado exponencial Hombres

Fuente: Elaboración propia

Mujeres

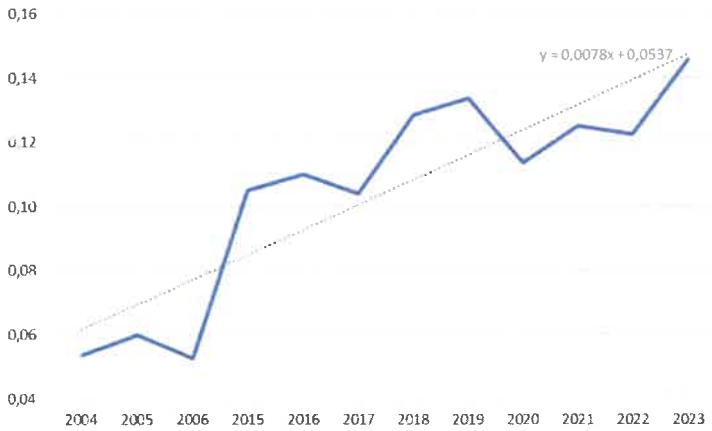


Figura 38: Resultados modelado exponencial Mujeres

Fuente: Elaboración propia

En cualquier caso, se concluye la existencia de steeping.

4.1.3. Tasas de anulación

Para las tasas de anulación se decide evaluar dos hipótesis distintas. Inicialmente se emplea la metodología propuesta en (Vercruysse et al., 2013), que expone que la función de tasas de anulación es una función decreciente a lo largo de los años, que solo depende de la edad del asegurado y no del tiempo transcurrido desde su adición al plan y se utiliza una formula lineal entre los 25 y 70 años cuando las reservas son intransferibles, como en nuestro estudio.
Las tasas de anulación se comportarían así:

$$q_x^{(w)}(y) = \begin{cases} 0{,}1 - 0{,}002 \cdot (y - 20), & 25 \leq y \leq 70 \\ 0, & \text{cualquier otro caso} \end{cases}$$

$q_x^{(w)}(y)$ es la probabilidad de cancelación en función a la edad.

La primera propuesta se ve de la siguiente forma:

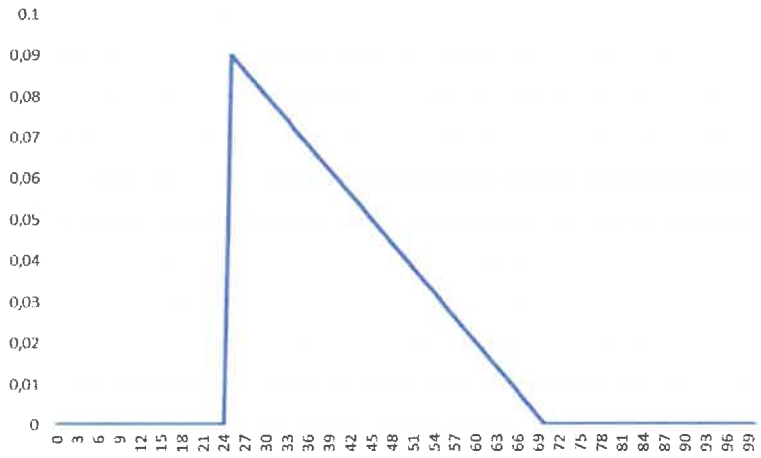


Figura 39: qx w

$q_x^{(w)}(y)$ Fuente: Elaboración propia

La Figura 39 muestra como en edades menores a 25 y mayores a 70, no existen anulaciones, mientras que en el periodo donde existen anulaciones inicia con un porcentaje del 9 % en 25 años y desciende de forma lineal año con año.

A pesar de que este es el escenario utilizado en Bélgica, hay opiniones distintas en el medio como en Dhaene et al. (2017), se comenta que puede ser mejorado para cada mercado y contemplando tasas en edades menores a 25 y mayores a 70.

Es entonces donde se relaciona el seguro propuesto con el de decesos. Siendo un seguro similar en cuanto a la metodología de cálculo se modelizan las tasas de anulación de un producto de decesos de una aseguradora en España. El comportamiento muestra un patrón en pendiente decreciente de anulación con la edad como el propuesto en Vercruysse et. al (2013).

Los datos brutos se comportan de esta forma:

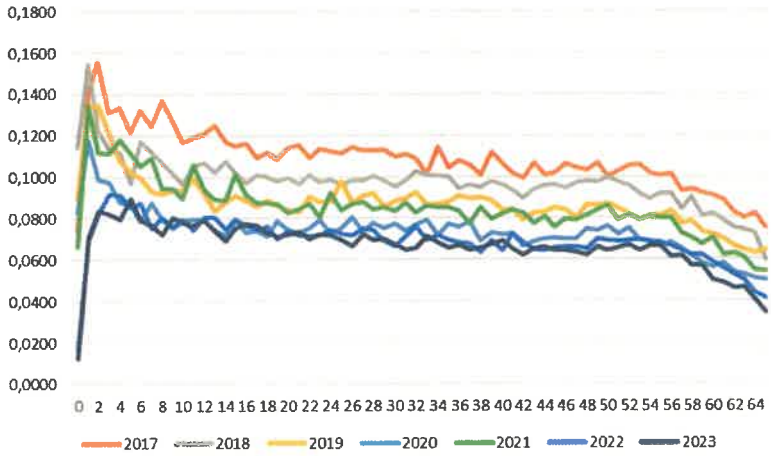


Figura 40: Tasas de anulación del producto de decesos

Fuente: Elaboración propia

El seguro de salud tiene la característica distinta de que se utiliza constantemente durante todo el periodo, por lo que es aún más atractivo mantenerlo, así que suavizamos de forma lineal por tramos el año 2023 y nos quedamos con la siguiente información:

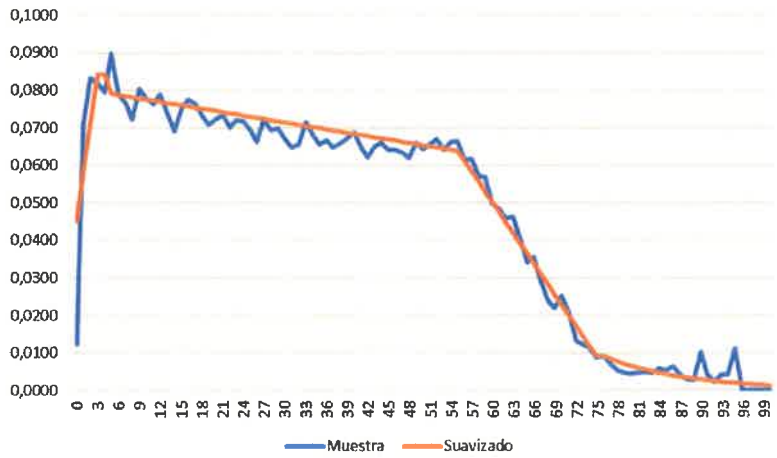


Figura 41: Tasas de anulación del producto de decesos

Fuente: Elaboración propia

Los datos de la línea anaranjada son los que se utilizan para modelizar primas y reservas en este estudio.

4.2. Descripción de la muestra. Derivación del coste del riesgo (Kx)

4.2.1. Coste de riesgo bruto

En el apartado anterior se mostraron los datos brutos que obtuvimos de la aseguradora y su producto de salud completo, temporal anual renovable. Ahora tenemos que modelizar el gasto de forma que podamos suavizar la curva y estimar los gastos de los últimos años en los que era muy corta la exposición.

Se utilizan los datos de 2004 ya que fue el mejor ajuste y además es el de mayor exposición, por lo que se muestran los datos brutos:

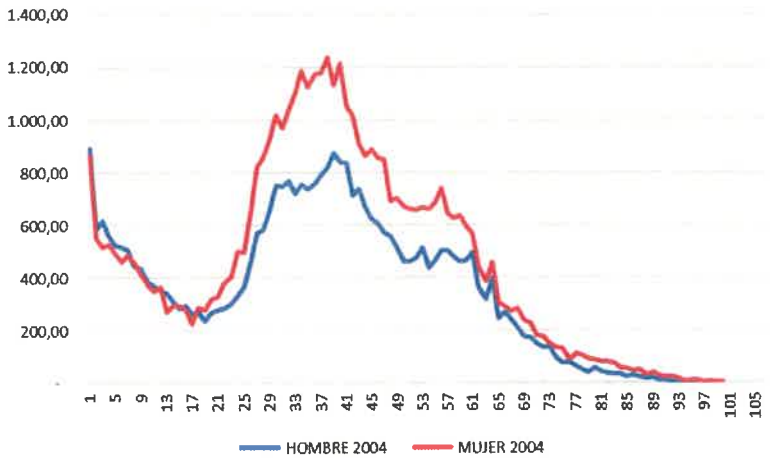


Figura 42: Exposición por edad (2004)

Fuente: Elaboración propia

Ahora el gasto unitario.

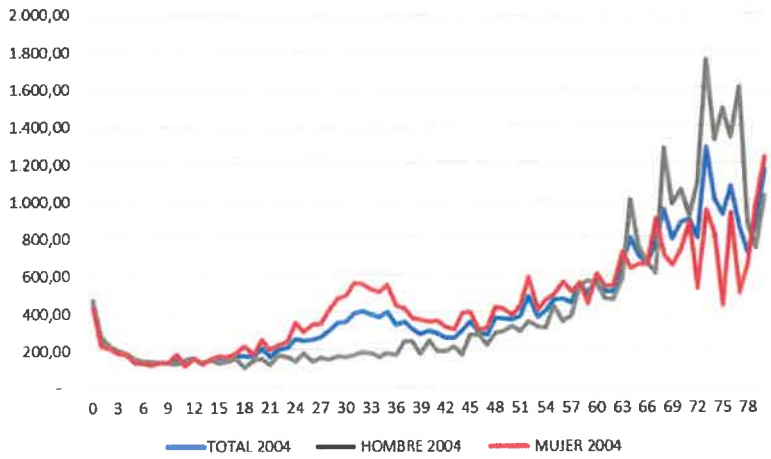


Figura 43: Gasto unitario (2004)

Fuente: Elaboración propia

Es importante recordar que estos datos hay que suavizarlos, quitarles la curva de gastos obstétricos y después incorporar el efecto steeping y el de inflación médica.
Para el tratamiento de los datos se normaliza, eligiendo el gasto base como el de edad de 55 años, específicamente el gasto en mujer, utilizando como criterio la exposición. Para normalizar se divide el gasto en cada edad por el gasto de mujer a los 55 años, obteniendo así una escala "normalizada".

$$\text{Dato normalizado } K_x^{(norm)} = K_x \ / \ K_{55}^{mujer}$$

Este gasto de normalización debe ser algo significativo, pero no afecta si utilizamos otro, los resultados serían muy similares.

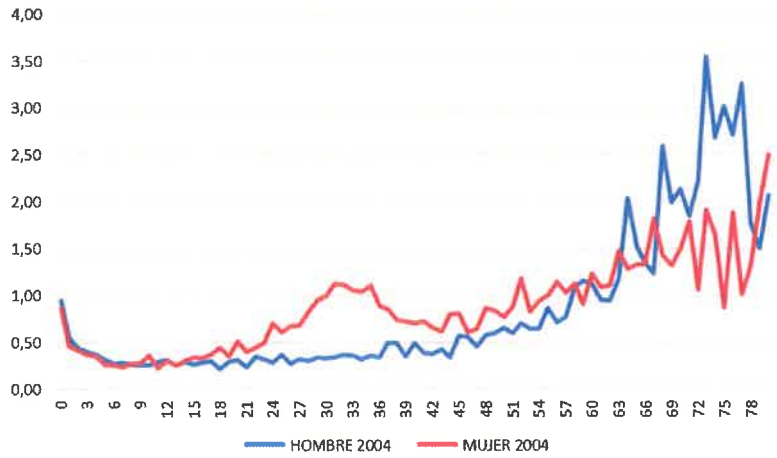


Figura 44: Gasto unitario normalizado (2004)

Fuente: Elaboración propia

El gasto en mujer 2004 utilizado para la normalización es de 493.74 euros.

4.2.2. Metodologías de suavizado aplicadas (cubic splines)

Se modeliza utilizando una herramienta programada en Visual Basic (código en Anexo) para el suavizado mediante splines cúbicos, donde hay que colocar los nodos necesarios para minimizar el error y obtener residuos insignificantes homocedásticos.

Primeramente, se expone el suavizado de la curva de Hombres, recordando que no se utilizará para la tarificación el sexo, pero si para el análisis de datos en este estudio.

Número de nodos = 9
Error medio total = 0.0234
Ajuste:

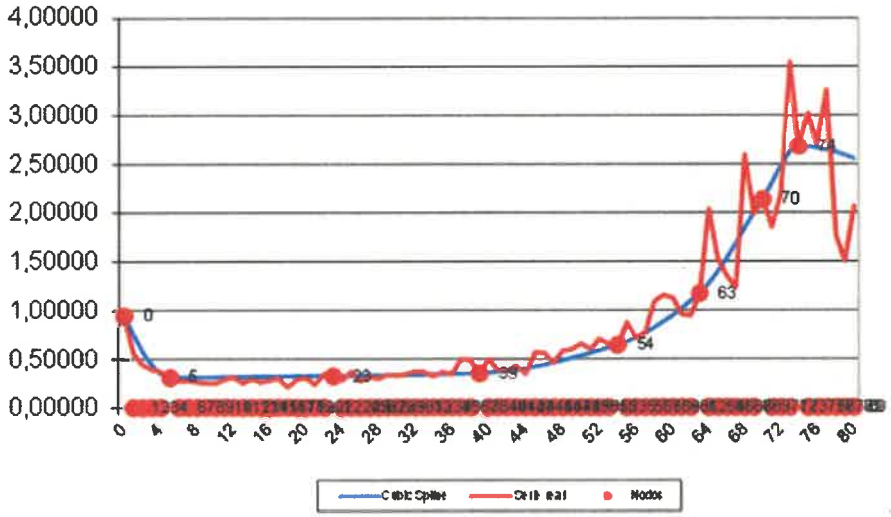


Figura 45: Ajuste por cúbicas - Hombres

Fuente: Elaboración propia

Residuos:

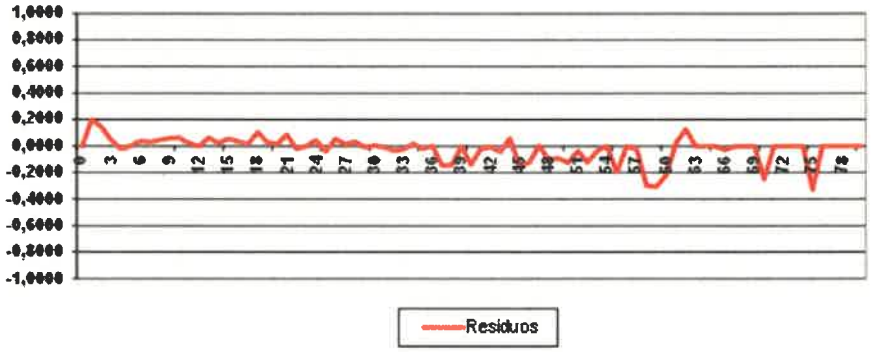


Figura 46: Residuos del juste por cúbicas - Hombres

Fuente: Elaboración propia

Número de nodos: 9
Error medio total: 0.0185
Ajuste:

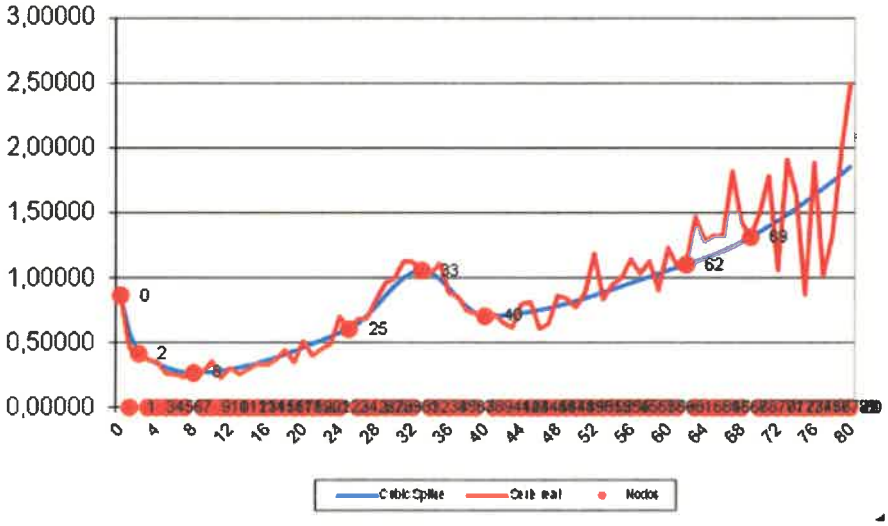


Figura 47: Ajuste por cúbicas - Mujeres

Fuente: Elaboración propia

Residuos:

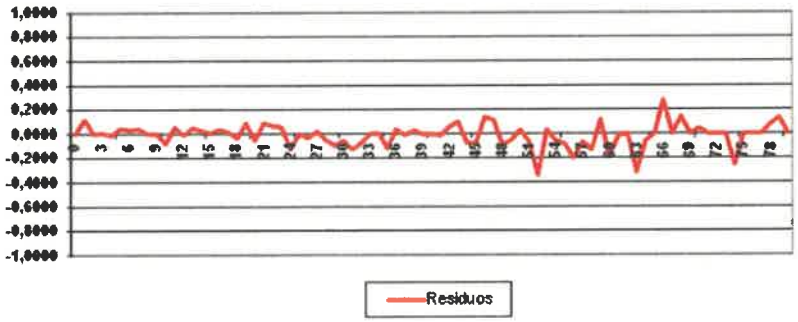


Figura 48: Residuos del juste por cúbicas - Mujeres

Fuente: Elaboración propia

De 80 años en adelante lo recomendable es agregar una recta con una pequeña pendiente, ya que los libros en los que se basa la matemática actuarial explican que los gastos se comportan de esa forma. Es importante entender que los libros son alemanes y es un país donde estos datos están mucho más trabajadas que en España. Los libros de referencia son de Becker (2017) y Milbrodt Röhrs (2016).

Ahora definiendo el gasto unitario *Kx* como nomenclatura actuarial, tenemos las siguientes curvas:

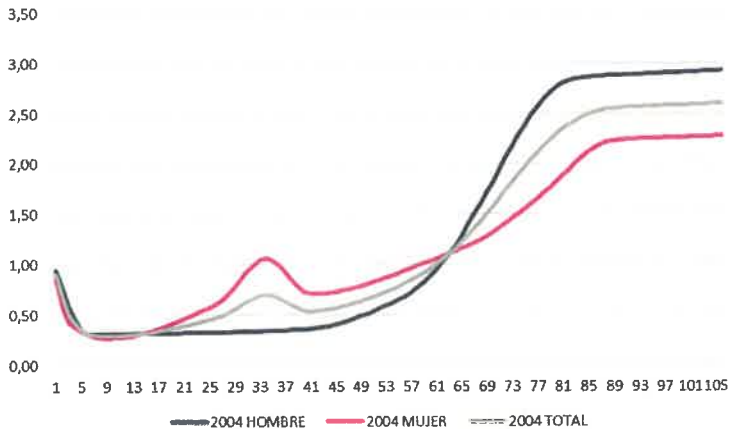


Figura 49: Kx suavizado con cubic splines

Fuente: Elaboración propia

4.2.3. Curva de gastos obstétricos

Ya se ha discutido un poco de los gastos obstétricos como curva en el gasto, es la pequeña joroba que está entre los 20 y 40 años en las mujeres. Esta curva debe de repartirse no sólo entre hombres y mujeres de edad 20 a 40, sino entre todo el colectivo. No sería correcto que solo las mujeres fueran afectadas por este efecto, y tampoco las personas en edades reproductivas, sino que la demografía demanda que la natalidad es necesaria para todos, para la pirámide poblacional y su equilibrio, por lo que se debe repartir este efecto entre todos. Se obtiene la siguiente curva de gastos.

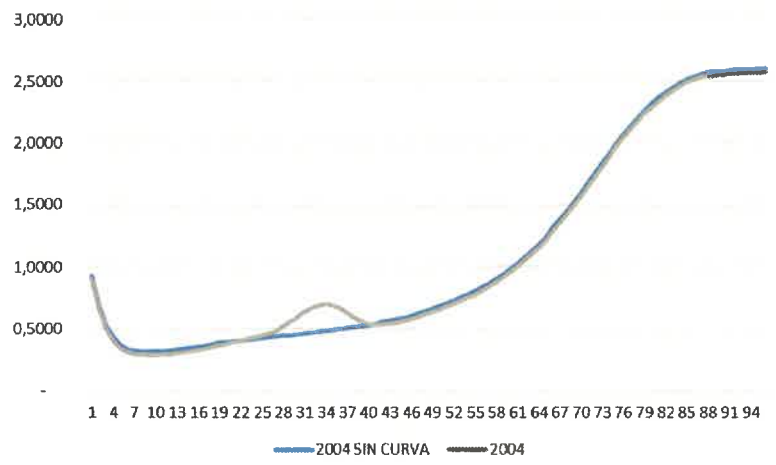


Figura 50: Kx con y sin curva de gastos obstétricos

Fuente: Elaboración propia

En el gráfico de la Figura 50 se observa en gris la curva total sin hacer el reparto de gastos obstétricos entre todo el colectivo. En azul, la curva de gasto o mejor llamado prima natural que utilizaremos en el modelo.
La curva en comparación con la de cada sexo se ve de la siguiente forma:

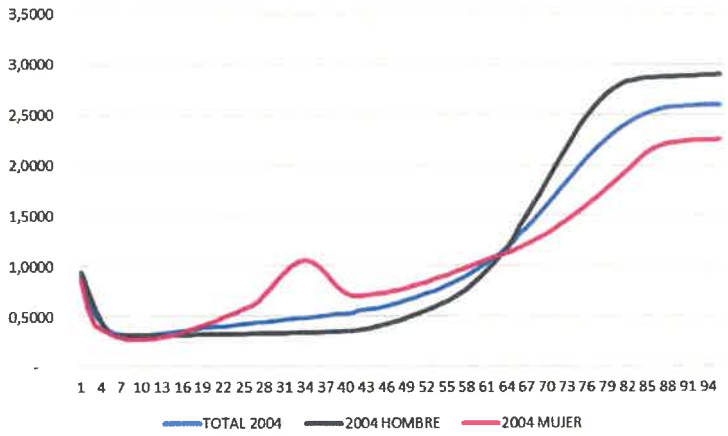


Figura 51: Kx

Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, el gasto por edad, que ahora se expresará como *Kx* o prima natural, ya que es el coste del riesgo puro, se ve de esta forma:

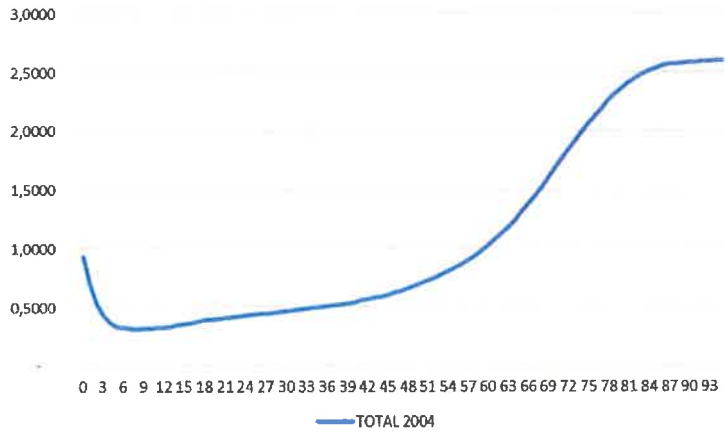


Figura 52: Kx

Fuente: Elaboración propia

4.2.4. Derivación de factor cohorte (año calendario)

Esta parte del trabajo es novedosa ya que el efecto steeping no está lo suficientemente estudiado como para incluirlo en modelos, la inflación sanitaria se incluye como estimación, pero se tiene en las cláusulas del contrato que al haber alzas no esperadas, se aumentaría la prima para nivelar.

Incorporación del efecto "Steeping

Una vez que se confirma la existencia del efecto "Steeping.[en] los gastos sanitarios españoles, se debe de obtener de cuánto es este efecto para poder aplicarlo. El cálculo del steeping no es la parte central de este proyecto, ya que solo es un input para el cálculo actuarial que realizaremos, por lo que explicaremos brevemente como se estimaron los datos a presentar, pero siempre enfocados a la idea de que es simplemente un input y puede cambiarse al momento de desarrollar el producto.

Para obtener datos más significativos en las últimas edades, se parte de la información de (Borrell et al., 2012), artículo en donde se toman los datos del Sistema de Cuentas de Salud, las Estadística de Gasto Sanitario Público y las Encuestas Nacionales de Salud. Habiendo obtenido estos datos, se normalizan y se obtiene su pendiente para cada grupo de edad, con ello se crea una regresión lineal de las pendientes de los grupos a partir de los 65 años y esos valores se traducen al efecto Steeping de este estudio . Estos datos actuarán como factor y elevarán la pendiente en edades de 65 en adelante.

La regresión lineal arroja la siguiente formula, siendo x la edad. Se restan 64 ya que la regresión se hizo para un x que inicia en 1.

$$y = (x - 64) \cdot 0,00002 + 0,0005 \text{ para todo} x \geq 65$$

El steeping calculado se ve así en relación con las edades:

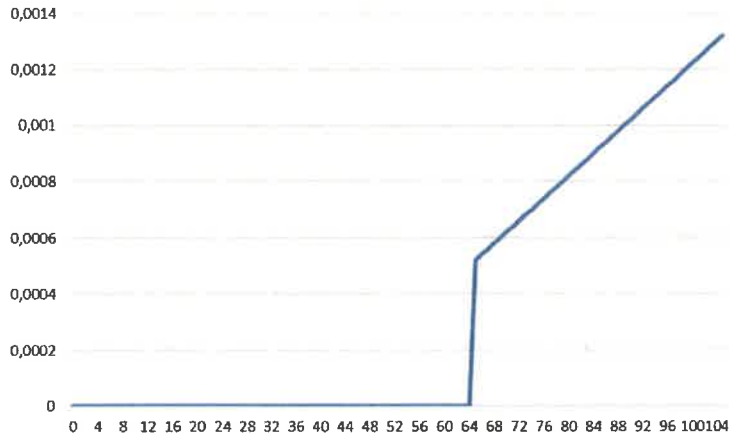


Figura 53: Factores de Steeping anuales por edad

Fuente: Elaboración propia

El efecto "Steeping"se incorpora como efecto anual. Únicamente se utilizan valores para edades de 65 años en adelante. El efecto en el gasto se comporta como la siguiente gráfica muestra:

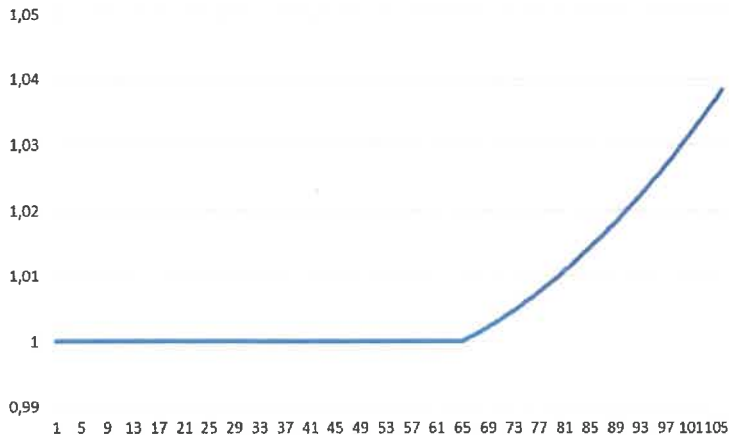


Figura 54: Acumulado Steeping

Fuente: Elaboración propia

Este vector de steeping será un input para el simulador de primas y reservas del estudio.

Inflación sanitaria Nuevamente, se trata de otro input para la simulación de primas y reservas, si bien se comentó en apartados anteriores que el plan propuesto puede aumentar la prima por razones de inflación, lo mejor es incluir algo en el modelo para hacer los menores aumentos a medida de lo posible. Al momento de incluir una hipótesis de inflación se debe aclarar que a estos planes los afecta una inflación sanitaria, que es adicional a la inflación general y los últimos años ha sido elevada.

En 2023 por primera vez, los niveles de inflación médica alcanzaron la doble cifra (Willis Towers Watson, 2023), en 2022 el aumento fue de 7,4 %, pasando a ser de 10,7 % en 2023 y con una proyección de 9,9 % para 2024 de manera global. La razón principal de estas cifras es el costo de las nuevas tecnologías, pero también se habla de conflictos geopolíticos, migraciones y una disponibilidad reducida de proveedores. Entendiendo que las razones son temas a resolver en el corto o mediano plazo, la inflación sanitaria volvería a cifras promedio como las que se veían los últimos 15 años, cerca del 4 %.

La salud mental y los trastornos musculoesqueléticos son algunas de las principales incidencias con costos en incremento. El cáncer como enfermedad con mayor crecimiento en el mundo y con una acelerada incidencia. El uso de nuevas tecnologías como las herramientas de Inteligencia Artificial para diagnosticar y la terapia génica siguen siendo el principal factor externo en aumentos según Marsh McLennan (2024).

En cuanto al manejo de las aseguradoras para protegerse se ve cada vez más el uso de deducibles, centros médicos propios y exclusiones médicas de condiciones que son también importantes. El modelo de inflación médica que se utiliza es un estimado realizado únicamente como input para este estudio, cabe aclarar que debe hacerse una investigación mucho más a fondo para esta estimación al momento de crear un producto similar, pero no es el objetivo central de este estudio.

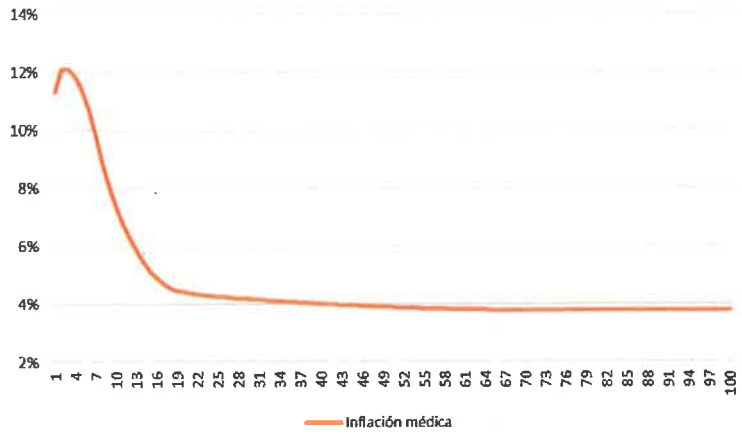


Figura 55: Proyección Inflación médica

Fuente: Elaboración propia

Esta es la proyección que se utilizará en el simulador del estudio. El valor tiende a 4 %, ya que es el promedio de inflación médica de los últimos 15 años.

Aquí un zoom del gráfico de la Figura 56.

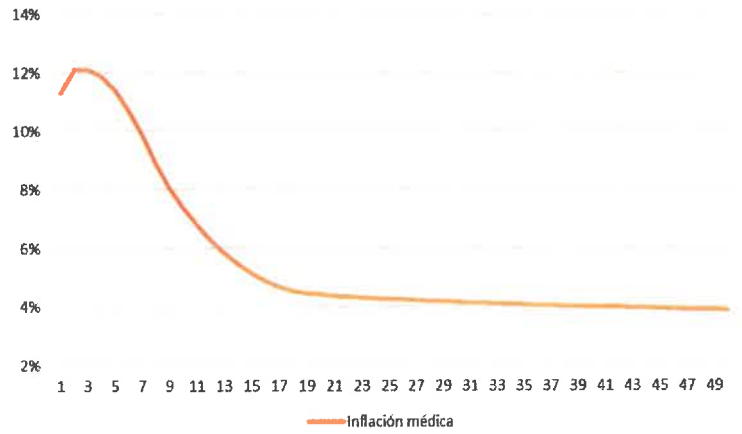


Figura 56: Proyección Inflación médica (primeros 50 años)

Fuente: Elaboración propia

4.3. Ecuación de equilibrio financiero actuarial

Toda la matemática actuarial de este estudio está basada en (Bohn, 1980), (Becker, 2017) y (Milbrodt y Röhrs, 2016).

4.4. Revisión de primas

Prima antigüa se refiere a la prima calculada anteriormente, sin incorporar efectos de inflación y "Steeping", prima nueva al calculo que se detalla a continuación, incorporando inflación y "Steeping" en el modelo.
La innovación de este proyecto además de adaptar el modelo de seguros de salud con reservas de envejecimiento a España e investigar su viabilidad, es también revisar los gastos estimados incorporando la aproximación de inflación y el efecto "Steeping" el cual ya se comprobó que existe y además se aproximó de cuanto podría ser.
Para incorporar estos efectos, creamos una matriz de *Kx* en el que agregamos 100 columnas. En cada columna es un año transcurrido de forma que:

$K_x{}^t$ sería el gasto de una persona de edad x en el año t y entonces:

$$K_x{}^{t+1} = K_x{}^t(1 + inflacion_t) \cdot (1 + steeping_t)$$

$K_0{}^1$	$K_0{}^2$	$K_0{}^3$	...	$K_0{}^{100}$
$K_1{}^1$	$K_1{}^2$	$K_1{}^3$	...	$K_1{}^{100}$
$K_2{}^1$	$K_2{}^2$	$K_2{}^3$	...	$K_2{}^{100}$
...	...	...	...	
$K_{104}{}^1$	$K_{104}{}^2$	$K_{104}{}^3$	...	$K_{104}{}^{100}$
$K_{105}{}^1$	$K_{105}{}^2$	$K_{105}{}^3$	...	$K_{105}{}^{100}$

Figura 57: Gasto Kx con steeping e inflación

Fuente: Elaboración propia

Y entonces el gasto real de una persona de edad "0"que entre en el año 1 sería la diagonal de esta matriz, por ejemplo:

$$K_0 \text{ a través de los años será: } K_0^1, K_1^2, K_2^3, \ldots, K_{99}^{100}, \ldots$$

Y así sucesivamente, ya que no es lo mismo el gasto de una persona de 60 años hoy (2024) que el gasto de una persona de 60 años en el 2035. Para entender mejor, puede verse como ejemplo el año 1 como el 2024, entonces se vería de esta forma:

${K_0}^{2024}$	${K_0}^{2025}$	${K_0}^{2026}$	...	${K_0}^{2124}$
${K_1}^{2024}$	${K_1}^{2025}$	${K_1}^{2026}$	...	${K_1}^{2124}$
${K_2}^{2024}$	${K_2}^{2025}$	${K_2}^{2026}$	...	${K_2}^{2124}$
...	...	...	...	
${K_{104}}^{2024}$	${K_{104}}^{2025}$	${K_{104}}^{2026}$	...	${K_{104}}^{2124}$
${K_{105}}^{2024}$	${K_{105}}^{2025}$	${K_{105}}^{2026}$	...	${K_{105}}^{2124}$

Figura 58: Gasto Kx con steeping e inflación

Fuente: Elaboración propia

Y entonces el gasto real de una persona que nace en 2024 sería la diagonal de esta matriz, por ejemplo:

$$K_0 \text{ a través de los años será: } K_0^{2024}, K_1^{2025}, K_2^{2026}, \ldots, K_{99}^{2124}, \ldots$$

Por lo tanto sustituimos Kx a sus valores correspondientes en todas las fórmulas anteriores de primas y reservas.
Cuando se calcula el beneficio futuro de una persona de edad x, se utiliza la diagonal de la matriz, es decir el gasto actualizado con inflación y steeping.

$$A_x^{(t)} = \sum_{j=0}^{\omega-x} v^j \cdot {}_jp_x \cdot K_{x+j}{}^{t+j}$$

Y de manera análoga para las reservas:

$${}_mV_x^{(t)} = \sum_{j=0}^{\omega-x-m} v^j \cdot {}_jp_{x+m} \cdot K_{x+m+j}{}^{t+j+m} - P_x \sum_{j=0}^{\omega-x-m} v^j \cdot {}_jp_{x+m}$$

4.5. Resultados

Aquí se dimensiona el impacto de la inflación y el steeping en el *Kx*, pues la curva de gasto de cada año aumenta por el avance de edad, por inflación aproximadamente un 4 % y por steeping para edades de más de 65. La curva tiene un efecto creciente exponencial con el tiempo. A continuación, la diferencia de *Kx* con y sin los efectos:

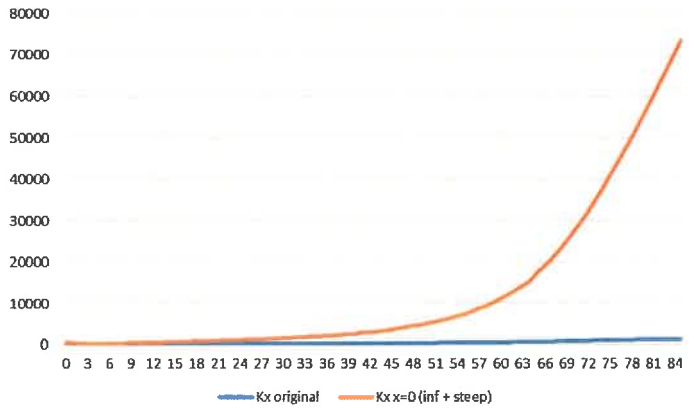


Figura 59: Kx con y sin efectos de inflación y steeping (x=0)

Fuente: Elaboración propia

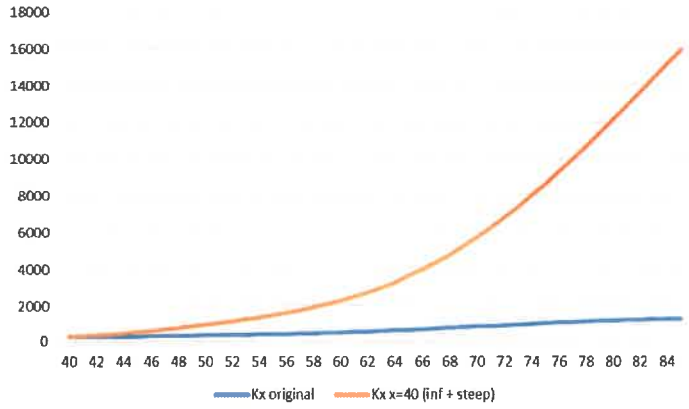


Figura 60: Kx con y sin efectos de inflación y steeping (x=40)

Fuente: Elaboración propia

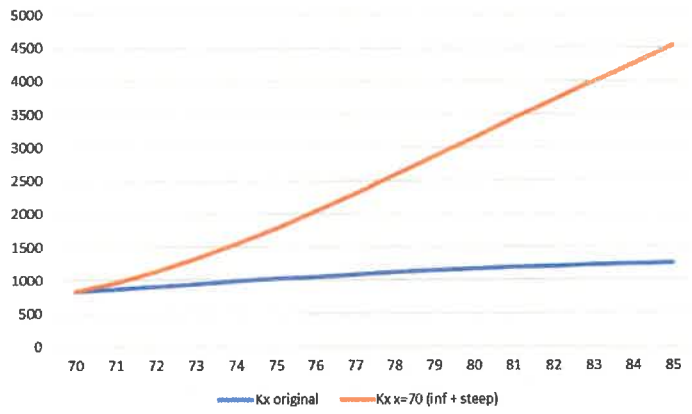


Figura 61: Kx con y sin efectos de inflación y steeping (x=70)

Fuente: Elaboración propia

Conforme pasa el tiempo, la diferencia es cada vez mayor y como en general, las personas mayores vivirán menos tiempo, habrá "menos.ªumento de gastos por inflación y steeping.

Los gastos con inflación y steeping para distintas edades se verían así a través de los años:

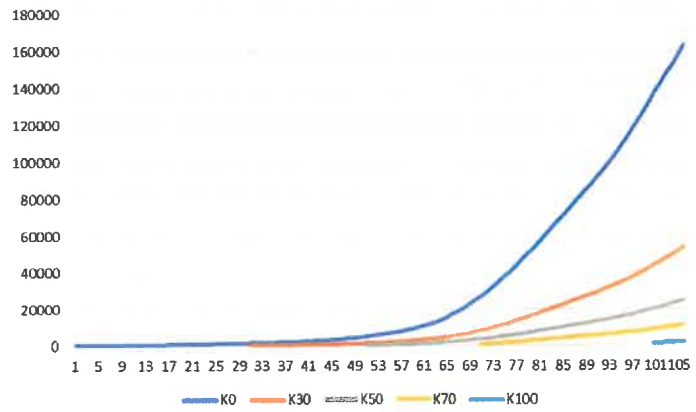


Figura 62: Kx (2024)

Fuente: Elaboración propia

El eje x es la edad de la persona y la línea el gasto anual *Kx*. En la línea azul se dibuja el gasto estimado de una persona que nace en 2024, la línea naranja para una persona que hoy (2024) tiene 30 años y así sucesivamente.

	Año			
	2024	2054	2084	2124
Edad	0	30	60	90
Gasto	457 €	1.549 €	10.897 €	137.678 €
Edad	30	60	90	
Gasto	229 €	3.420 €	29.232 €	
Edad	50	80		
Gasto	346 €	8.085 €		
Edad	70	100		
Gasto	826 €	9.043 €		
Edad	100			
Gasto	1.289 €			

Figura 63: Kx a través de los años

Fuente: Elaboración propia

Se puede apreciar como conforme más pasa el tiempo, la inflación y el steeping elevan la curva y obligan al asegurado a crear reservas más altas para el futuro y esto se verá reflejado en las primas. A continuación se muestran los resultados de la prima (con steeping e inflación). La prima neta es una prima nivelada en función a la edad, estimando edad de entrada al 2024 y se comportará de la siguiente forma:

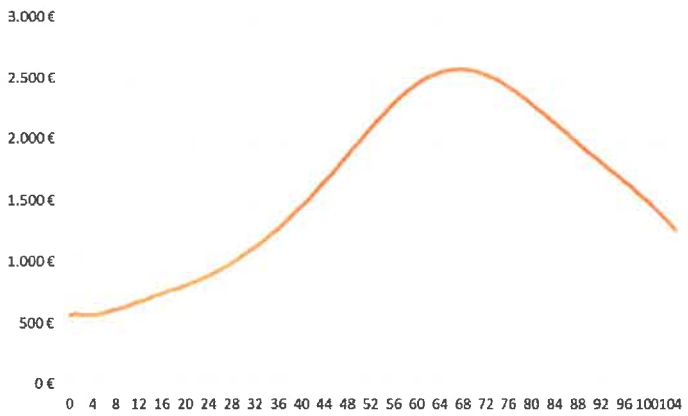


Figura 64: Prima nivelada Px

Fuente: Elaboración propia.

Prima neta nivelada por edad, en un modelo sin incorporar inflación y/o steeping.

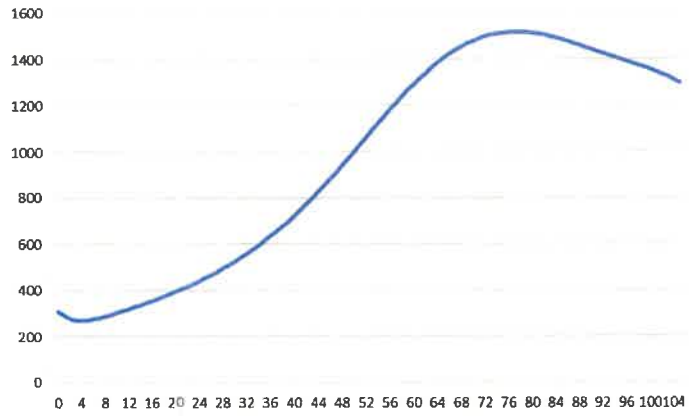


Figura 65: Prima nivelada Px (sin steeping, sin inflación)

Fuente: Elaboración propia

Comparando un modelo con el otro se ve la importancia del paso de los años. Como estos efectos suben de manera crucial las primas, con máximos de más de 2,5 mil euros cuando incorporamos los efectos, cuando en un modelo que no se incorporan, las primas toman valores máximos de 1.500 euros.

El resultado de la prima neta con efectos de steeping e inflación sorprende ya que de primer momento no se espera que las primas de las últimas edades bajen a ese ritmo, ya que en el modelo anterior la línea es creciente en general, es importante entender que la prima nivelada con efectos baja después de los 68 años, la explicación sería la siguiente:

Una persona que hoy 2024 tiene 60 años tiene esperanza de vida de 25 años aproximadamente, por lo que serán 25 años de gastos con inflación. El gasto será de 505€ para 2024, el gasto a sus 85 años, en 2049 será de 7.057€ y si llega a los 100 años en 2064 su gasto será de 13.629€.

Figura 66: Línea de tiempo K60

Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, una persona que hoy a 2024 tiene 80 años y entra al plan, se esperan solo 5 años de vida. Hoy en 2024 los gastos del asegurado son de 1.166€, a sus 85 años en 2029 serán de 2.192€ y si llega a los 100 años en 2044 sus gastos serán de 5.893€.

Figura 67: Línea de tiempo K80

Fuente: Elaboración propia.

Se entiende entonces que, a mayor edad de entrada, menor periodo esperado se compromete la aseguradora. Y que a menor periodo, menor efecto de inflación hacia el gasto, a pesar de que las edades jóvenes tienen mayor periodo de capitalización y ahorro. Por esto la prima nivelada de edades muy avanzada comienza a bajar en comparación a las edades "medias".
Observando la prima nivelada con respecto al gasto de cada edad, toman formas similares.

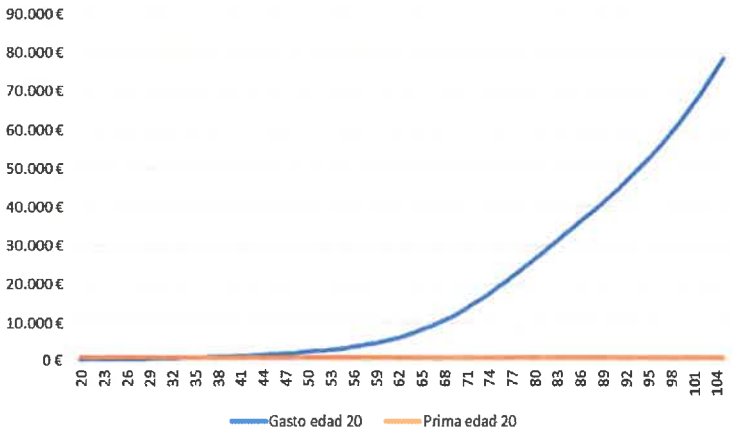


Figura 68: Prima nivelada vs Prima natural (x=20)

Fuente: Elaboración propia

La Figura 68 muestra la prima nivelada vs el gasto esperado, como es una edad muy joven, hay cerca de 20 años de sobreprima para ahorrar y la diferencia prima vs gasto a edad muy avanzada, como por ejemplo 100 años, es enorme. En todos esos años ahorra y capitaliza de forma que la reserva se eleva y puede sustentar esa diferencia. También cabe mencionar que la prima nivelada es muy baja, no se aprecia en el gráfico pero es de 194 euros.

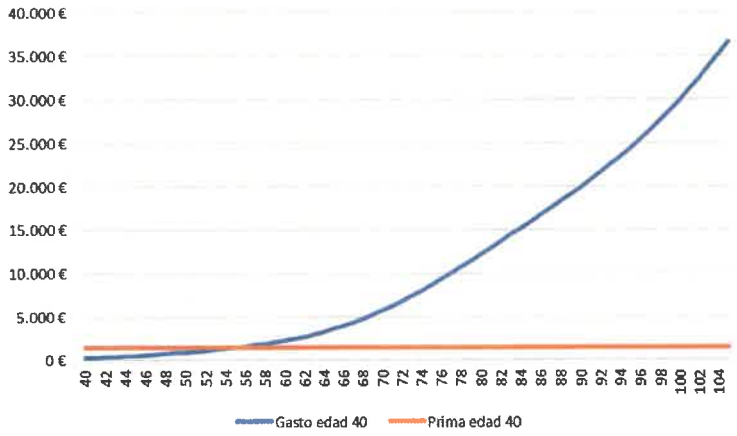


Figura 69: Prima nivelada vs Prima natural (x=40)

Fuente: Elaboración propia

De forma similar a la Figura 68, la Figura 69 muestra el pago de sobreprima los primeros años y después de los 56 años, el uso de la reserva para complementar los gastos sanitarios. La prima anual en este caso es de 1.175 euros.

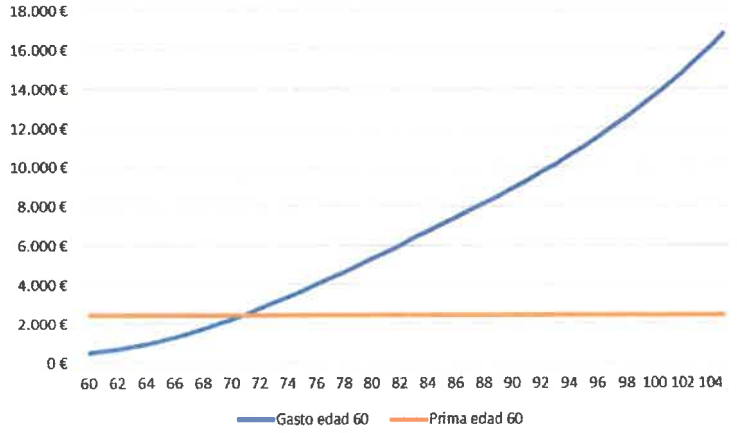


Figura 70: Prima nivelada vs Prima natural (x=60)

Fuente: Elaboración propia

La Figura 70 muestra, a diferencia de las figuras 69 y 70, una sobre prima aún más alta los primeros años y menor diferencia de prima vs gasto en edad avanzada. La explicación es que son menos años de ahorro y capitalización, sin contemplar que la prima nivelada está por arriba de los 2.000 euros.

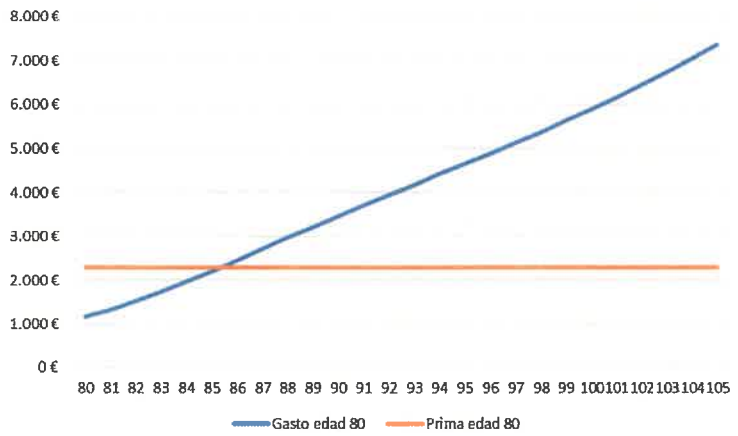


Figura 71: Prima nivelada vs Prima natural (x=80)

Fuente: Elaboración propia.

Por último en la Figura 71 se pronuncia aún menos la diferencia entre prima nivelada y gasto en edades avanzadas.

En todas las gráficas se puede ver como en los primeros años se genera una reserva y después de un tiempo, esta reserva ayudará a cubrir la diferencia entre la prima y el gasto anual esperado.
Este sería el modelo de prima neta haciendo la valoración actuarial incorporando inflación y steeping al modelo.

5. Herramienta de modelización

5.1. Modelización

En el apartado anterior se describe el modelo propuesto. Para la herramienta de simulación se utilizó VBA.

La herramienta es un fichero de excel que al abrirlo aparece una Userform en la que se seleccionan los escenarios de curva de tipo de interés, tasa de caídas e inflación médica. Adicional da a elegir una edad para evaluar la reserva por año de una persona de esa edad de entrada. Al presionar calcular, la herramienta lanza un mensaje de confirmación de que ha calculado las primas y reservas. En la pestaña de outputs aparecen las tablas y gráficos resultantes.

5.2. Simulaciones

5.2.1. Escenarios de mortalidad

El simulador hace las primas y reservas con 3 escenarios de mortalidad distintos, el escenario central, siendo la tabla de mortalidad de tarificación, el escenario up que se trata de un incremento del 5 % de la qx correspondiente y por último el escenario down, que se trata de una reducción del 5 % del escenario central. Se eligen estos escenarios ya que el análisis se requiere para ver la viabilidad de un producto, no se utiliza un criterio prudencial como en Solvencia II con su 15 y 20 % de estrés como prevención de ruina, sino que se estresa la mejor estimación, por lo que se selecciona un parámetro del 5 %.

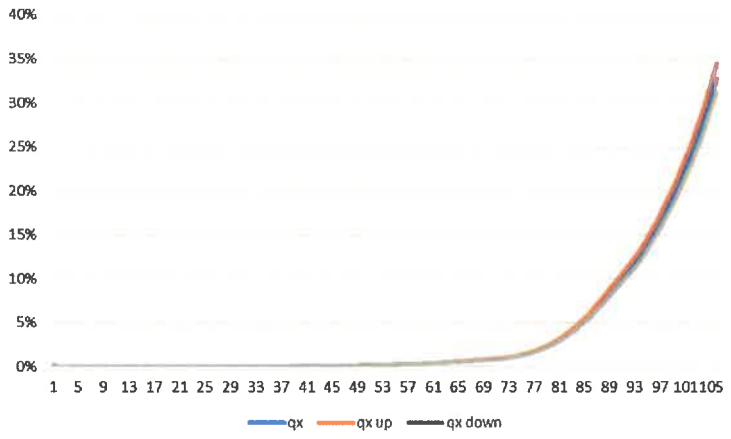


Figura 72: Escenarios de mortalidad

Fuente: Elaboración propia

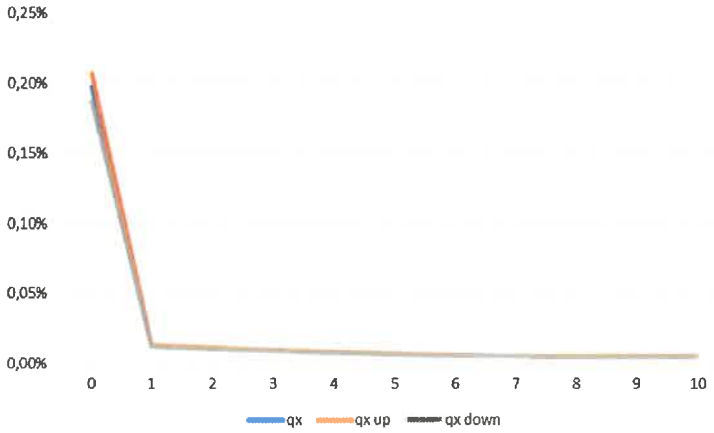


Figura 73: Escenarios de mortalidad (zoom 0 - 10 años)

Fuente: Elaboración propia

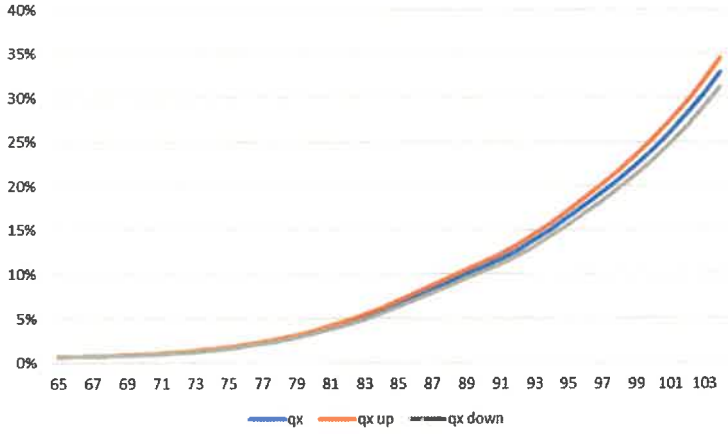


Figura 74: Escenarios de mortalidad (zoom 65 - 105 años)

Fuente: Elaboración propia

5.2.2. Escenarios de curva de tipo de interés

Para la curva de tipos de interés utilizamos la curva de EIOPA Marzo 2024 y estresamos agregando o disminuyendo un 20 % de esa tasa central anual.

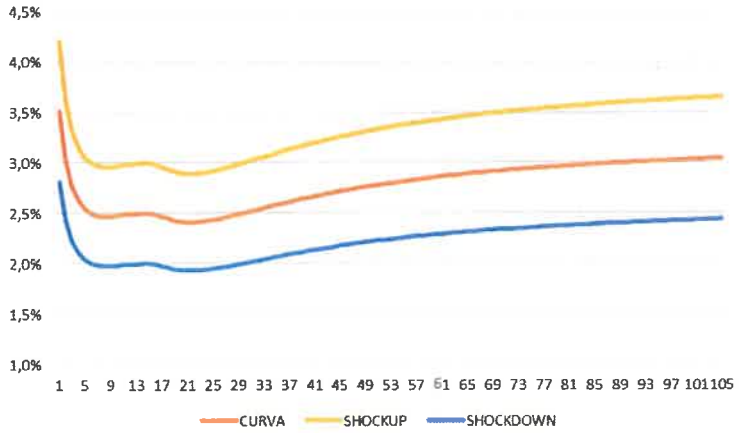


Figura 75: Escenarios curva tipo de interés

Fuente: Elaboración propia

5.2.3. Escenario de tasas de cancelación

Se analizan 3 escenarios de tasas de anulación o también llamadas tasas de cancelación. El modelo propuesto es el central. uno en el que suben 6,5 % las tasas y otro en que bajan 6,5 % las tasas, una desviación estándar de las tasas centrales.

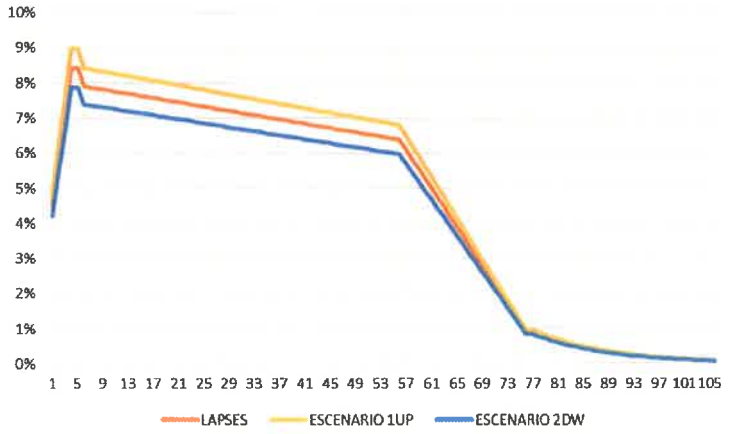


Figura 76: Tasas de cancelación por edad

Fuente: Elaboración propia

5.2.4. Escenarios de inflación médica

Los escenarios de inflación médica pueden elegirse en el simulador como opción, todos inician desde el mismo punto, pero aumenta o disminuye (respectivamente) 3 desviaciones estándar a cada dato del escenario central proyectado. Por lo que las curvas quedan de la siguiente forma:

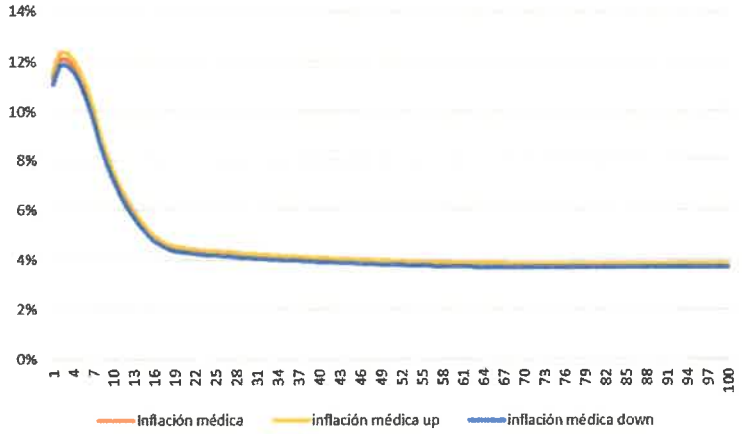


Figura 77: Tasas de inflación médica

Fuente: Elaboración propia.

5.3. Análisis de sensibilidades

A continuación se mide el impacto que tiene cada escenario para una edad de entrada de 46 años, fundamentado en que es la edad con mayor exposición en la población Española en 2023.
El resumen se puede observar en esta tabla:

	Sensibilidad			Prima nivelada	Valor resultante
Escenario base 1.937,39 €	Escenarios de mortalidad	±5%	Shock up ↑	- 23,58	1.913,81 €
			Shock down ↓	24,89	1.962,27 €
	Tasas de interés	±20%	Shock up ↑	- 198,36	1.739,02 €
			Shock down ↓	231,51	2.168,89 €
	Tasas de cancelación	± 1 σ	Shock up ↑	- 67,94	1.869,45 €
			Shock down ↓	69,64	2.007,03 €
	Inflación médica	± 1 σ	Shock up ↑	64,97	2.002,36 €
			Shock down ↓	- 62,62	1.874,77 €

Figura 78: Análisis de sensibilidades x=46

Fuente: Elaboración propia

Misma información en términos porcentuales:

	Sensibilidad			Prima nivelada		Valor resultante
Escenario base 1.937,39 €	Escenarios de mortalidad	±5%	Shock up ↑	-1,2%		1.913,81 €
			Shock down ↓		1,3%	1.962,27 €
	Tasas de interés	±20%	Shock up ↑	-10,2%		1.739,02 €
			Shock down ↓		11,9%	2.168,89 €
	Tasas de cancelación	± 1 σ	Shock up ↑	-3,5%		1.869,45 €
			Shock down ↓		3,6%	2.007,03 €
	Inflación médica	± 1 σ	Shock up ↑		3,4%	2.002,36 €
			Shock down ↓	-3,2%		1.874,77 €

Figura 79: Análisis de sensibilidades en porcentaje x=46

Fuente: Elaboración propia

Lo que se intenta, es que los criterios sean estresados con la misma severidad, el de tasas de interés es sin duda tiene un valor más elevado, ya que es un criterio que suele fluctuar más que los otros y el análisis de sensibilidades confirma que sin duda es el criterio que afecta más la prima. Sabiendo esto, interesaría llevar a cabo un estudio exhaustivo destinado a formular un plan de inversiones que garantice la tasa de interés técnica correspondiente.
Para medir de mejor forma los resultados del análisis de sensibilidad, se muestra el mismo análisis pero para una persona de edad 65, para ver si causa algún efecto distinto a una edad avanzada.

	Sensibilidad			Prima nivelada		Valor resultante
Escenario base 2.747,88 €	Escenarios de mortalidad	±5%	Shock up ↑	- 32,54		2.715,33 €
			Shock down ↓		34,27	2.782,14 €
	Tasas de interés	±20%	Shock up ↑	- 135,68		2.612,19 €
			Shock down ↓		146,41	2.894,29 €
	Tasas de cancelación	± 1 σ	Shock up ↑	- 12,43		2.735,44 €
			Shock down ↓		12,42	2.760,30 €
	Inflación médica	± 1 σ	Shock up ↑		67,44	2.815,31 €
			Shock down ↓	- 65,67		2.682,21 €

Figura 80: Análisis de sensibilidades x=65

Fuente: Elaboración propia

Misma información en términos porcentuales:

	Sensibilidad			Prima nivelada	Valor resultante
Escenario base 2.747,88 €	Escenarios de mortalidad	±5%	Shock up ↑	-1,2%	2.715,33 €
			Shock down ↓	1,2%	2.782,14 €
	Tasas de interés	±20%	Shock up ↑	-4,9%	2.612,19 €
			Shock down ↓	5,3%	2.894,29 €
	Tasas de cancelación	± 1 σ	Shock up ↑	-0,5%	2.735,44 €
			Shock down ↓	0,5%	2.760,30 €
	Inflación médica	± 1 σ	Shock up ↑	2,5%	2.815,31 €
			Shock down ↓	-2,4%	2.682,21 €

Figura 81: Análisis de sensibilidades en porcentaje x=65

Fuente: Elaboración propia.

Comparando las Figuras 78a y 79 y las Figuras 80 y 81, se observa que en escenarios de mortalidad fluctúa de forma similar en términos porcentuales, las tasas de interés afectan mucho menos a los 65 años, esto es porque el plazo futuro proyectado es menor en una edad más avanzada.

Por la parte de tasas de cancelación para 65 años es menor el impacto pues a mayor edad, menor es la tasa de cancelación. Por último, la inflación médica actúa de forma similar a las tasas de interés, ya que, a mayor edad, menor plazo y por consecuencia menor impacto.

5.4. Análisis de reservas de envejecimiento

Continuando con las comparaciones de una persona de 46 años de edad de entrada vs una persona de 65, veremos a continuación como se comportan sus reservas de antigüedad, también llamadas "reservas de envejecimiento" con distintos escenarios de mortalidad.

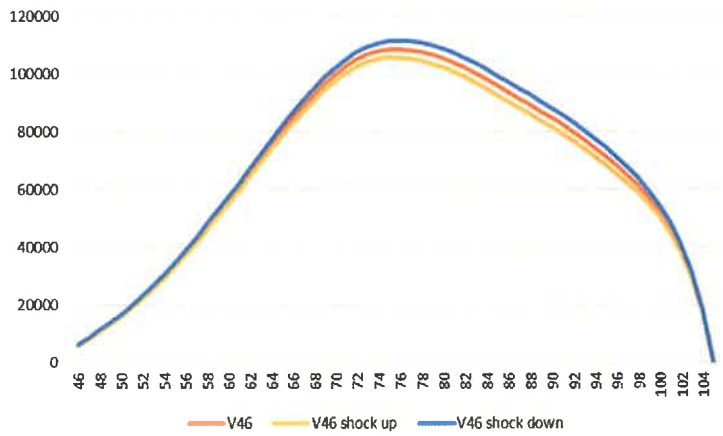


Figura 82: Reservas de envejecimiento x=46

Fuente: Elaboración propia.

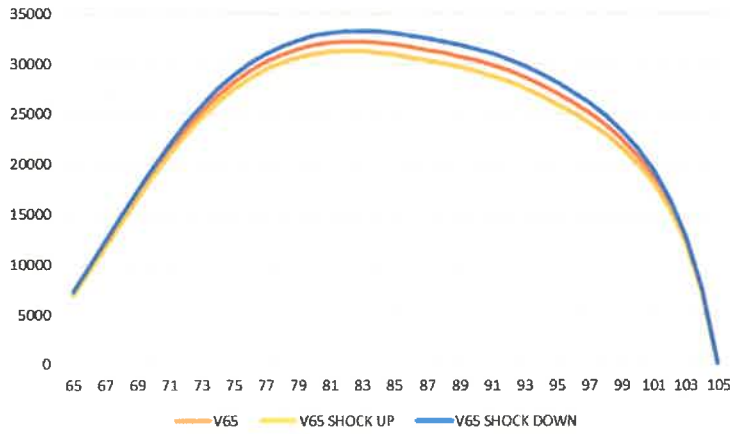


Figura 83: Reservas de envejecimiento x=65

Fuente: Elaboración propia.

Los gráficos de las Figuras 82 y 83 muestran que, a mayores tasas de interés, menor reserva se acumula y viceversa, este efecto se debe al efecto causado en las primas, si bien, el gasto no se ve afectado por la tasa de interés, las primas y por tanto las reservas si, a mayor tasa de interés, menores primas serán necesaria pues habrá más capitalización.

A menor tasa de interés, mayores primas y por tanto, mayores reservas.
Las formas de las curvas son distintas ya que las primas en 65 años son mucho más elevadas que en 46 años, en el caso de 46 años las reservas comienzan a consumirse a los 78 años, pero en el caso de 65 años a los 83.

Se muestra ahora una comparación entre varias edades, para observar las distintas formas y altitudes con ejemplos para las edades 20, 45, 65 y 80 años.

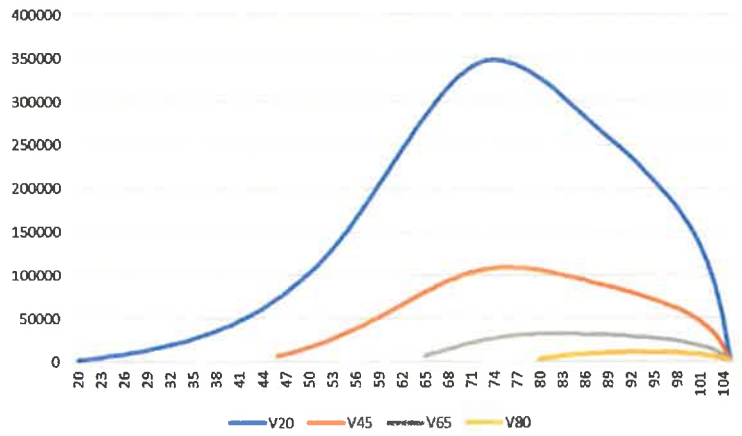


Figura 84: Reservas de envejecimiento para x = 20, 45, 65 y 80

Fuente: Elaboración propia.

El gráfico muestra las cantidades de reservas que genera cada persona de distintas edades de entrada, hasta llegar a sus 105 años. Tienden a ser más altos cuando son más jóvenes, ya que son más años capitalizando y también se esperan mayores gastos debido al steeping y la inflación proyectada en futuros años. También son más planas las curvas cuanto mayor es la edad de entrada ya que se tiene menos tiempo para generar la reserva.

Este apartado complementa la explicación de la Figura 64 que explica la prima nivelada y como para las últimas edades comienzan a bajar las primas por sus altas probabilidades de muerte, cortos periodos y por tanto menores efectos de inflación y "Steeping".

6. Conclusiones

Numerosos estudios han dado a conocer la importancia de crear estrategias para tomar acciones respecto a la longevidad y el envejecimiento, siendo la ciencia actuarial la encargada de consecuencias económicas con probabilidades, el actuario es responsable de cuantificar y crear productos para proteger a la parte de la población que prevé como vulnerable a partir de metodologías de cálculos que convierten este seguro sostenible financieramente para el colectivo de personas mayores.

El aumento de la esperanza de vida no lleva consigo un mayor número de años libre de enfermedad. Las enfermedades crónicas, cardiovasculares y el cáncer están cada vez más presentes en la sociedad y en específico en la población mayor. Por su parte la OECD advierte que España tiene un salario reemplazo a la jubilación del 80 %, mientras que la media de los países en la organización está cerca al 50 %. España debe de preparar y modificar su modelo de pensiones, lo que vulnerará aún más a la población mayor derivado del estrés en los sistemas de protección pública. Es entonces que los jóvenes españoles deben plantearse planes de ahorro para la vejez, no solo bajo lo referido a las pensiones sino también en sanidad.

El estudio ha mencionado ya numerosas razones para proteger a la población mayor, que tomará una importancia vital en la sociedad tanto por necesidad de calidad de vida, como por cantidad de personas involucradas y su impacto económico en consecuencia. El sector privado será en definitiva un aliado en sostener la sanidad del país y será cada vez más importante cotar con un plan de salud simultáneo a la seguridad social.

La conclusión principal de este estudio es que la viabilidad del seguro de salud con reservas de envejecimiento en España es posible. La proyección adecuada tanto de inflación como de steeping pueden ser cruciales en el modelo y que la tasa de interés debe ser estimada con prudencia, ya que un movimiento de tan solo el 20 % de la curva de tipos de interés implica un movimiento de más del 10 % de la prima neta.

Los siguientes pasos de este estudio deberían ser:

- Un estudio profundo de la inflación médica, factores de riesgo y una proyección estudiada y bien fundamentada
- La revisión de gastos sanitarios Kx comparados con la sanidad social y otras compañías.
- Un plan de inversión que asegure el interés técnico de la reserva para fijarlo de manera exacta o incluso incluir un modelo de previsión social, que establecería un cambio de aversión al riesgo dependiendo de las edades del asegurado.

Por último, se debe mencionar que aún queda mucho por hacer en temas sostenibilidad social enfocada al envejecimiento. La creación de modelos rentables de salud, gestión de patrimonio, asistencia social, entre otros, siempre enfocada en generar una vida **digna** para las personas sin importar su edad.

7. Referencias Bibliográficas

Aguado A, Rodríguez D, Flor F, Sicras A, Ruiz A, Prados-Torres A; (2011) ACG-España. Distribución del gasto sanitario en atención primaria según edad y sexo: un análisis retrospectivo [Distribution of primary care expenditure according to sex and age group: a retrospective analysis]. *Aten Primaria*. 2012 Mar;44(3):145-52. Spanish. doi: 10.1016/j.aprim.2011.01.011. Epub 2011 Jun 8. PMID: 21641689; PMCID: PMC7025229.

Anghel, B., Jimeno, J. F., & Jovell, P. (2023). El envejecimiento de la población trabajadora: Tendencias y consecuencias. *Papeles de Economía Española*, 176, 11-33. ISSN: 0210-9107.

Arroniz Martínez, E. (2001). Garantizando la financiación de la Asistencia Sanitaria en el Futuro: Un modelo para Europa. *Actuarios* (19), 5

Becker, T. (2017) *Mathematik der privaten Krankenversicherung*. Springer Fachmedien Wiesbaden. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-658-16666-3.

Bohn, K. (1980). *Die Mathematik der deutschen Privaten Krankenversicherung*. Karlsruhe: Verlag versicherungswirtschaft E.V.

Borrell, C., Pasarín, M. I., Díez, E., Pérez, K., Malmusi, D., Pérez, G., Artazcoz, L., & Grupo de la Agència de Salut Pública de Barcelona. (2020). Las desigualdades en salud como prioridad política en Barcelona. *Gaceta Sanitaria*, 34(1), 11-18

Breyer, F., Costa-Font, J. y Felder, S. (2010). Ageing, health, and health care *Oxford Review of Economic Policy*, 26(4), 674-690

Buchner, F,, Wasem, J. (2004) : "Steeping.°f Health Expenditure Profiles, *Diskussionsbeitrag*, No. 139, Universität Duisburg-Essen, Fachbereich Wirtschaftswissenschaften

Casado D. (2001) Los efectos del envejecimiento demográfico sobre el gasto sanitario: mitos y realidades. *Gaceta Sanitaria.*; 15 (2), 154-163.

Dhaene, J., Godecharle, E., Antonio, K., Denuit, M., & Hanbali, H. (2017). Lifelong health insurance covers with surrender values: Updating mechanisms in the presence of medical inflation. *ASTIN Bulletin: The Journal of the IAA*, 47(3), 803-8361

Dr.med. Elke Jakubowski, M.& Social Medicine, M., (1998). *Health Care Systems in the EU: A Comparative Study,* EPRS: European Parliamentary Research Service. Bélgica. Recuperado de: https://policycommons.net/artifacts/1340929/health-care-systems-in-the-eu/1951972/ El 10 de Abril 2024. CID: 20.500.12592/wx4w99.

Foreman, K. J., Marquez, N., Dolgert, A., Fukutaki, K., Fullman, N., McGaughey, M., ... & Murray, C. J. L. (2018). Forecasting life expectancy, years of life lost, and all-cause and cause-specific mortality for 250 causes of death: reference and alternative scenarios for 2016–40 for 195 countries and territories. *The Lancet*, 392(10159), 2052-2090

Fuchs, V. R. (1984). "Though much is taken": reflections on aging, health, and medical care. *Milbank Memorial Fund Quarterly. Health and Society*, 62(2), 143-166. PMID: 6425716

Marsh McLennan. (2024). *MMB Health Trends 2024*. Recuperado de https://www.marsh.com/en/services/employee-health-benefits/insights/health-trends-report/health-trends-report-download.html

Milbrodt, H., Röhrs V. (2016) *Aktuarielle Methoden der deutschen Privaten Krankenversicherung.* VVW-Verlag; Karlsruhe

Ministerio de Sanidad. (2022). *Informe Anual del Sistema Nacional de Salud 2020-21.* Recuperado de https://www.sanidad.gob.es/estadEstudios/estadisticas/sisInfSanSNS/tablasEstadisticas/InfSNS2020-21.htm

Munguia, M., Bhatta, D. Üse of Cubic B-Spline in Approximating Solutions of Boundary Value Problems"(2015). *Mathematical and Statistical Sciences Faculty Publications and Presentations.* 74.

ONU. (2023). *Informe sobre los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2023: Edición especial.*

Organización Mundial de la Salud. (2015). *Informe mundial sobre el envejecimiento y la salud.*

Schneider, E. (2004). *The Main Features of German Private Health Insurance* (Informe n° M-35.631-2021). ISBN: 978-84-9844-796-5

Willis Towers Watson. (2023). *2024 Global Medical Trends Survey: Executive summary and key findings*. Recuperado de https://www.wtwco.com/en-us/insights/2023/11/2024-global-medical-trends-survey

Zweifel P., Felder S., Meiers M. (1999) Ageing of population and health care expenditure: a red herring? *Health Economics* 8(6), 485-496. doi: 10.1002/(sici)1099-1050(199909)8:6<485::aid-hec461>3.0.co;2-41099-1050(199909)8:6<485::aid-hec461>3.0.co;2-4). PMID: 10544314