



**“¿Es óptima la tasa de cotización del Sistema de Pensiones  
chileno?: Análisis de bienestar en el ciclo de vida”**

**TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE  
MAGISTER EN ANÁLISIS ECONÓMICO**

**Alumno: Antonio Fernandois**

**Profesor Guía: José Luis Ruiz**

**Santiago, marzo 2017**

# ¿Es óptima la tasa de cotización del Sistema de Pensiones chileno?: Análisis de bienestar en el ciclo de vida

Antonio Fernandois  
Universidad de Chile

José Luis Ruiz  
Universidad de Chile

## Abstract

**El sistema de pensiones chileno se ha visto cuestionado en el último tiempo por distintos grupos de la ciudadanía, apuntando a falencias en el cumplimiento de solvencia y cobertura de sus pensiones, principalmente por deficiencias en la fase de ahorro. Este trabajo busca identificar la tasa óptima de cotización en el sistema y dar mecanismos que incentiven el ahorro de los agentes, los resultados señalan que la tasa actual es subóptima y que hay espacio para nuevos incentivos como lo puede ser una tasa de cotización diferenciada según la edad.**

## Índice

<b>I.- Introducción .....</b>	<b>1</b>
<b>II.- Revisión de literatura.....</b>	<b>4</b>
<b>III.- Datos .....</b>	<b>10</b>
<b>III.1.- Simulación de trayectorias salariales.....</b>	<b>10</b>
<b>III.2.- Trayectorias salariales individuos tipo .....</b>	<b>12</b>
<b>IV.- Modelo.....</b>	<b>14</b>
<b>IV.1.- Consumo del individuo.....</b>	<b>14</b>
<b>IV.2.- Renta vitalicia.....</b>	<b>15</b>
<b>IV.3.- Utilidad .....</b>	<b>16</b>
<b>V.- Estrategia empírica.....</b>	<b>18</b>
<b>VI.- Resultados.....</b>	<b>19</b>
<b>VI.1.- Resultados caso base.....</b>	<b>19</b>
<b>VI.2.- Equivalente cierto consumo .....</b>	<b>20</b>
<b>VI.3.- Análisis de sensibilidad.....</b>	<b>21</b>
VI.3.1- Escenario de rentabilidad positiva .....	22
VI.3.2- Escenario de rentabilidad negativa .....	22
VI.3.3- Cambios en la aversión al riesgo ( $\gamma$ ).....	22
VI.3.4- Desempleo .....	23
VI.3.5- Mejoras en la expectativa de vida.....	25
<b>VII.- Conclusiones.....</b>	<b>26</b>
<b>Referencias.....</b>	<b>28</b>
<b>Anexos .....</b>	<b>32</b>
<b>Anexo 1: Trayectorias salariales .....</b>	<b>32</b>
Anexo 1.1: Trayectorias salariales con datos NESI .....	32
Anexo 1.2: Trayectorias salariales con datos simulados.....	33
<b>Anexo 2: Estimación polinomio edad sobre salario.....</b>	<b>34</b>
<b>Anexo 3: Tablas de resultados caso base.....</b>	<b>34</b>
Anexo 3.1.a: Tasas óptimas caso base (datos NESI) .....	34
Anexo 3.1.b: Tasas óptimas caso base (datos simulados).....	35
Anexo 3.2.a: Utilidad caso base (datos NESI).....	36

Anexo 3.2.b: Utilidad caso base (datos simulados) .....	37
Anexo 3.3.a: Equivalente cierto del consumo caso base (datos NESI) .....	38
Anexo 3.3.b: Equivalente cierto del consumo caso base (datos simulados) .....	39
<b>Anexo 4: Rentabilidad real histórica Fondo C AFP.....</b>	<b>40</b>
<b>Anexo 5: Tablas de resultados análisis de sensibilidad.....</b>	<b>40</b>
Anexo 5.1.a: Tasa óptima escenario positivo en rentabilidad (datos NESI).....	40
Anexo 5.1.b: Utilidad escenario positivo en rentabilidad(datos NESI).....	41
Anexo 5.1.c: Equivalente cierto consumo escenario positivo en rentabilidad (datos NESI).....	42
Anexo 5.2.a: Tasa óptima escenario positivo en rentabilidad (datos simulados) .....	43
Anexo 5.2.b: Utilidad escenario positivo en rentabilidad (datos simulados).....	44
Anexo 5.2.c: Equivalente cierto consumo escenario positivo en rentabilidad (datos simulados) .....	45
Anexo 5.3.a: Tasa óptima escenario negativo en rentabilidad (datos NESI).....	46
Anexo 5.3.b: Utilidad escenario negativo en rentabilidad (datos NESI) .....	47
Anexo 5.3.c: Equivalente cierto consumo escenario negativo en rentabilidad (datos NESI).....	47
Anexo 5.4.a: Tasa óptima escenario negativo en rentabilidad (datos simulados) .....	48
Anexo 5.4.b: Utilidad escenario negativo en rentabilidad (datos simulados).....	50
Anexo 5.4.c: Equivalente cierto consumo escenario negativo en rentabilidad (datos simulados) .....	51
<b>Anexo 6: Tablas de resultados análisis de sensibilidad - Desempleo .....</b>	<b>52</b>
Anexo 6.1.a: Tasa óptima escenario con desempleo (datos NESI).....	52
Anexo 6.1.b: Utilidad escenario con desempleo (datos NESI).....	52
Anexo 6.1.c: Equivalente cierto consumo escenario con desempleo (datos NESI).....	52
Anexo 6.2.a: Tasa óptima escenario con desempleo (datos simulados) .....	53
Anexo 6.2.b: Utilidad escenario con desempleo (datos simulados).....	53
Anexo 6.2.c: Equivalente cierto consumo escenario con desempleo (datos simulados) .....	53
<b>Anexo 7: Tablas de resultados análisis de sensibilidad – Cambio de aversión al riesgo.....</b>	<b>54</b>
Anexo 7.1.a: Tasa óptima escenario con menor aversión al riesgo ( $\gamma=2.5$ ) (datos NESI).....	54
Anexo 7.1.b: Utilidad escenario con menor aversión al riesgo ( $\gamma=2.5$ ) (datos NESI).....	54
Anexo 7.1.c: Equivalente cierto consumo escenario con menor aversión al riesgo ( $\gamma=2.5$ ) (datos NESI).....	55
Anexo 7.2.a: Tasa óptima escenario con menor aversión al riesgo ( $\gamma=2.5$ ) (datos simulados) .....	55
Anexo 7.2.b: Utilidad escenario con menor aversión al riesgo ( $\gamma=2.5$ ) (datos simulados).....	55
Anexo 7.2.c: Equivalente cierto consumo escenario con menor aversión al riesgo ( $\gamma=2.5$ ) (datos simulados) .....	56

Anexo 7.3.a: Tasa óptima escenario con menor aversión al riesgo ( $\gamma=7.5$ ) (datos NESI).....	56
Anexo 7.3.b: Utilidad escenario con menor aversión al riesgo ( $\gamma=7.5$ ) (datos NESI).....	56
Anexo 7.3.c: Equivalente cierto consumo escenario con menor aversión al riesgo ( $\gamma=7.5$ ) (datos NESI).....	57
Anexo 7.4.a: Tasa óptima escenario con menor aversión al riesgo ( $\gamma=7.5$ ) (datos simulados) .....	57
Anexo 7.4.b: Utilidad escenario con menor aversión al riesgo ( $\gamma=7.5$ ) (datos simulados).....	57
Anexo 7.4.c: Equivalente cierto consumo escenario con menor aversión al riesgo ( $\gamma=7.5$ ) (datos simulados) .....	58
<b>Anexo 8: Tablas de resultados análisis de sensibilidad – Cambio de probabilidad mortalidad</b>	<b>58</b>
Anexo 8.1.a: Tasa óptima escenario con menor probabilidad de morir (-10%) (datos NESI) .....	58
Anexo 8.1.b: Utilidad escenario con menor probabilidad de morir (-10%) (datos NESI).....	58
Anexo 8.1.c: Equivalente cierto consumo escenario con menor probabilidad de morir (-10%) (datos NESI).....	59
Anexo 8.2.a: Tasa óptima escenario con menor probabilidad de morir (-10%) (datos simulados)	59
Anexo 8.2.b: Utilidad escenario con menor probabilidad de morir (-10%) (datos simulados) .....	59
Anexo 8.2.c: Equivalente cierto consumo escenario con menor probabilidad de morir (-10%) (datos simulados) .....	60
Anexo 8.3.a: Tasa óptima escenario con menor probabilidad de morir (-20%) (datos NESI) .....	60
Anexo 8.3.b: Utilidad escenario con menor probabilidad de morir (-20%) (datos NESI).....	60
Anexo 8.3.c: Equivalente cierto consumo escenario con menor probabilidad de morir (-20%) (datos NESI).....	61
Anexo 8.4.a: Tasa óptima escenario con menor probabilidad de morir (-20%) (datos simulados)	61
Anexo 8.4.b: Utilidad escenario con menor probabilidad de morir (-20%) (datos simulados) .....	61
Anexo 8.4.c: Equivalente cierto consumo escenario con menor probabilidad de morir (-20%) (datos simulados) .....	62
<b>Anexo 9: Tasa de reemplazo para cada escenario .....</b>	<b>62</b>

## I.- Introducción

En el año 1980, Chile se vio enfrentado a la mayor reforma en materia de pensiones. Se trató de un cambio estructural, en donde se pasó de un sistema de reparto<sup>1</sup>, a uno de capitalización individual<sup>2</sup>. Este sistema de cuentas individuales, pasó a ser administrado por instituciones privadas, denominadas Administradoras de Fondos de Pensiones (AFP). Este fenómeno migratorio entre ambos sistemas es algo que se ha implementado en varios países, especialmente de América Latina y Europa, con diversos matices y formas en que se define el ahorro. Comparativamente, los sistemas de cuentas individuales tienen diversas fortalezas al ser comparados con los tradicionales esquemas de reparto, sin embargo, en poblaciones que presentan una distribución de ingreso deficiente no son capaces por si mismos de lograr resolver el financiamiento de la vejez o invalidez futura.

Dentro de los desafíos que se enfrentan al elaborar políticas públicas está el de garantizar que se cumplan los derechos humanos básicos que un ciudadano debiese recibir. Es así como las materias de salud, educación, seguridad social y pensiones deben estar constantemente bajo ajuste y perfeccionamiento. Para un sistema de pensiones, es importante que se logre generar pensiones con amplia cobertura y suficiencia. Bajo esa perspectiva, el sistema de pensiones chileno se ha visto cuestionado, principalmente por el no cumplimiento de las expectativas de pensiones futuras por parte de los cotizantes.

Este paper, busca contribuir a la literatura existente, dando una mirada al análisis de bienestar e incentivos en que se enmarca la fase de ahorro del sistema, de manera de identificar y proponer mejoras aplicables dentro del actual modelo y que permitan un funcionamiento más sostenible en el tiempo. Así, se postula un modelo que permite representar el comportamiento de los individuos a través de sus trayectorias de ingresos laborales, diagnosticando cuán óptima es la actual tasa de cotización del sistema de pensiones chileno. Entendiendo que fortalecer el ahorro previsional por medio de la cotización es una propuesta de política factible de aplicar. El desarrollo del modelo permite postular complementos a la actual forma en que se cotiza, de manera que se den mayores incentivos y ganancias de bienestar a los agentes durante su ciclo de vida.

---

<sup>1</sup> Sistema donde las generaciones más jóvenes financian las pensiones de quienes estaban en edad de retiro.

<sup>2</sup> Sistema de ahorro en cuentas individuales, donde cada agente ahorra a lo largo de su vida para financiar su propia pensión.

En Chile, el año 2006 se realizó un diagnóstico por parte del Gobierno<sup>3</sup> que dio cuenta de que existía una parte importante de la población que enfrentaría dificultades para contar con los ahorros suficientes para lograr el financiamiento de su pensión. La baja densidad de cotizaciones resalta como uno de los principales determinantes, cuestión que afectaría tanto a hombres como mujeres. Además de los efectos por género, la baja densidad de cotizaciones estaría asociada a la informalidad del mercado laboral, la baja cotización en empleos independientes y por los largos periodos donde no se realizan cotizaciones por motivos de salud, como lo puede ser la maternidad en el caso de las mujeres. Para el año 2008, se llevó a cabo la promulgación de la principal reforma al actual sistema de pensiones desde su origen en el año 1980. Con esta nueva reforma se mantiene al sistema de AFP como eje del sistema previsional, pero además se introducen una serie de medidas que tienen como objetivo el mejorar la cobertura del pilar de prevención de la pobreza, aumentar la densidad de cotizaciones, mejorar la equidad de género en el sistema de pensiones, incrementar la intensidad competitiva de la industria de AFP y flexibilizar el régimen de inversión que las regula.

La búsqueda del cumplimiento del derecho a pensiones decentes y que cumplan con los criterios de suficiencia y cobertura, es algo que ha estado presente en las demandas sociales a nivel internacional. Dentro de los objetivos en común que tienen las reformas estructurales que han vivido los sistemas de pensiones en la región, está el de mejorar los niveles de suficiencia y cobertura de las pensiones. Estudiar los impactos de dichas reformas es algo que no se ha logrado identificar con evidencia cuantitativa sólida en la literatura existente. Con ello, la discusión ha guiado los argumentos hacia una perspectiva más ideológica y política, situación donde el estudio de los fenómenos y formulación de políticas de mejoramiento de los sistemas ha perdido fuerza y consistencia.

Este trabajo permite a través del uso de funciones de utilidad encontrar en una primera instancia la tasa óptima de cotización en el sistema de pensiones, entendiendo como óptima a aquella tasa que maximiza el bienestar del individuo durante su ciclo de vida. Los resultados son consistentes con la idea de la necesidad de aumentar el nivel de contribución en las cuentas personales. Con dicha información, en una segunda etapa se da una mirada a la posibilidad de implementar sistemas de cotización de forma diferenciada según la edad del individuo, apoyados en la experiencia internacional de Suiza. Los resultados de esta segunda fase, reflejan la existencia de ganancias en bienestar al aplicar este tipo de incentivos al ahorro.

---

<sup>3</sup> Consejo Asesor Presidencial para la Reforma Previsional (2006)

Los resultados del modelo permiten dar cuenta de que la tasa actual de cotizaciones del sistema de pensiones chileno, es una tasa inferior a la necesaria para alcanzar el óptimo de bienestar. La tasa óptima en un esquema de tasa fija debiese ser de 12.7% para los hombres y de 20% para las mujeres manteniendo las actuales edades de jubilación<sup>4</sup>. Además esquemas de cotización de tasa variable, generan ganancias en el bienestar de los individuos.

El trabajo se estructura de la siguiente manera, en la sección II hay una revisión de literatura relacionada, en la sección III se encuentra el modelo económico subyacente, sección IV descripción del modelo con que se define el ahorro y consumo de los individuos en el tiempo, luego se presentan los datos simulados a utilizar en la sección V. Los resultados del modelo se encuentran en la Sección VI. Finalmente las conclusiones se encuentran en la sección VII y anexo al final del documento se encuentran las tablas de resultados para los distintos escenarios de análisis.

---

<sup>4</sup> Actuales edades de jubilación en el Sistema de Pensiones de Chile son 60 años para las mujeres y 65 años para los hombres.



## II.- Revisión de literatura

A partir de la década de los ochenta, en la región latinoamericana se comenzaron a vivir reformas a los sistemas de pensiones. Con una migración desde sistemas de reparto, hacia sistemas que incorporan la capitalización individual. Según Navarro (2004), la mayoría de los estudios relacionados a evaluar el impacto de las reformas previsionales se han centrado en los aspectos financieros e impactos presupuestarios, donde se destaca el interés por documentar los efectos en la equidad y el cumplimiento del objetivo que tiene la seguridad social como garantía de derechos sociales como lo es el recibir una pensión y seguridad económica futura. Además se sostiene que la literatura existente da evidencia de diferencias por género en el mercado laboral e incluso en el cálculo de pensiones, donde dichas diferencias existen tanto para sistemas de capitalización individual como de reparto.

El envejecimiento de la población es una situación de carácter global, Chile y otros países<sup>5</sup> lideran el proceso en la región latinoamericana. Publicaciones de Naciones Unidas, proyectan para la región que en el año 2023 el grupo etario de los 20 a 39 años pasará a ser el más numeroso, situación que llevaría a que en el 2045 el grupo dominante sea entre los 40 y 59 años para luego en 2052, pasar a ser una sociedad envejecida donde el grupo etario con mayor incidencia sea el mayor a los 60 años. A medida que aumente el dinamismo del envejecimiento etario, tendrán mayor influencia sobre las demandas sociales las relacionadas a las generaciones de personas mayores.

Según Naciones Unidas<sup>6</sup>, dado lo reciente de la transformación de las economías a ser envejecidas, se conoce poco sobre las consecuencias a largo plazo en el crecimiento económico, la desigualdad y cuan sostenibles sean los sistemas que dependan de un apoyo intergeneracional<sup>7</sup>. Con ello es de esperar que las presiones demográficas sobre los sistemas de salud y de pensiones se incrementen. El Banco Mundial por su parte, apunta a que los cambios demográficos involucran la necesidad de una amplia gama de políticas, que apunten a mejorar la educación, mercado laboral, como también las relacionadas a pensiones y salud.

---

<sup>5</sup> Junto con Cuba, Argentina, Brasil y Uruguay. (Observatorio Demográfico, CEPAL 2011).

<sup>6</sup> Panorama social para América Latina, CEPAL, 2015.

<sup>7</sup> Como lo puede ser un sistema de reparto en un sistema de pensiones.

Durán y Peña (2011), estudian los distintos determinantes que pueden contribuir a las brechas de género en materia de pensiones. Así, dan cuenta de que el número mínimo de cotizaciones requeridas para acceder a la pensión mínima es mayor para las mujeres debido a que acceden con menor probabilidad a empleos que garantizan ahorros previsionales. Esta situación la fundamentan dado que las mujeres reciben menores salarios en comparación a los hombres, enfrentan mayores tasas de desempleo y se retiran del mercado laboral antes.

Águila et al (2010), encuentran que la contribución intermitente tiene efectos negativos sobre el monto acumulado en los fondos de pensiones y por consiguiente en el monto a recibir en el retiro. Los trabajadores de menores ingresos usualmente quedarían con mayor probabilidad desempleados y tendrían una duración media en el desempleo mayor, como también en empleos que pertenezcan al sector informal. El análisis de los autores, se relaciona con el hecho de que individuos más jóvenes, dado que tienen menor ingreso, pueden verse enfrentados a estas vulnerabilidades con mayor probabilidad que cuando se es mayor en edad y más rico en salario. Los autores realizan un seguimiento del sistema de pensiones chileno, apuntando a que es importante implementar políticas que disminuyan los incentivos, tanto para empleadores como para trabajadores, del empleo informal, se debería fomentar la educación previsional de los individuos para que valoren el ahorro previsional, sobre todo a edades tempranas, y las cotizaciones no sean entendidas como un impuesto.

En el tema de los incentivos, es importante reconocer qué factores influyen la decisión de ahorrar. Lo que la literatura muestra es que, existe una relación positiva entre las tasas de ahorro de los hogares y el nivel de ingreso corriente, tanto para países desarrollados<sup>8</sup>, como para países en desarrollo<sup>9</sup>.

En la literatura se observa una relación entre el ingreso y el gasto de los hogares a lo largo del ciclo de vida, conocida como un paralelismo entre el ingreso y el gasto<sup>10</sup>. Lo que quiere decir que el ingreso y el gasto se mueven conjuntamente, quitando el espacio a la posibilidad de ahorrar diferenciadamente. Ahora bien, otro grupo de estudios encuentra que luego de los 35-40 años el paralelismo desaparece y los consumidores comienzan a mostrar tasas positivas de ahorro (Gourinchas y Parker, 1999; Carroll y Summers, 1991; Carroll y Samwick, 1997).

---

<sup>8</sup> Bosworth et al., 1991, Poterba, 1994 y Browning y Lusardi, 1996

<sup>9</sup> Coronado, 1998, Székely, 1998, Attanasio y Székely, 1998 y Denizer y Wolf, 1998

<sup>10</sup> Carroll y Summers, 1991, Paxson, 1996 y Deaton, 1997

Gourinchas y Parker (2002) proponen acumular ahorro líquido hasta cierta edad, tratando de evitar el ahorro ilíquido como aportes a pensiones de vejez. Una vez alcanzada esa edad, iniciar aportes para pensiones, aunque sean ilíquidos. Además después de esa edad, subir gradualmente la tasa de ahorro, hasta el rango de 15 a 20% del ingreso. Según datos empíricos y simulaciones, dicha edad es cercana a los 35-40.

Lo anterior se enmarca en la Teoría del Ciclo de vida de Modigliani, la cual postula que una persona cumple un ciclo de vida con tres etapas donde: percibe ingresos bajos, luego percibe altos ingresos y finalmente se jubila. Basado en el supuesto de que los individuos intentarán suavizar su consumo.

Se trata de un modelo de optimización intertemporal para predecir el comportamiento del consumo del individuo a lo largo de su vida. Donde la persona planifica sus decisiones de consumo y ahorro de manera que pueda lograr estabilidad en el consumo, en los años que no tenga ingresos laborales.

Cui (2008), propone<sup>11</sup> distintos escenarios y opciones para elegir la forma óptima de invertir y ahorrar las cotizaciones. En ese sentido, la dependencia a la edad en la estructura de tasas otorga ganancias en bienestar. Sus resultados, dan cuenta de que un esquema de tasa de cotización diferenciada según la edad del individuo genera mayor bienestar si el monto de cotización es creciente según la edad.

Valdés (2014), apunta a “superar la falacia” del ahorro previsional temprano, es decir que ahorrar tempranamente para la vejez sería conveniente para todos. La teoría del ciclo de vida va en sentido contrario, avalada por muy amplia evidencia empírica. Se propone, ahorrar menos en los años donde se más pobre en relación al resto de la vida, es decir en el inicio de la vida laboral. Diferenciar la tasa de cotización por edad a 3% para los jóvenes, subiendo hasta 21% para los mayores de 60. Quienes coticen más que el mínimo cuando jóvenes, podrán reducir su tasa de cotización obligatoria después de los 40 años. Además, dar un descuento de 3 puntos porcentuales por cada hijo menor de 18 años de edad.

Dado el contexto de posibles reformas para la economía chilena, es importante considerar la información obtenida gracias al trabajo realizado por la Comisión Asesora Presidencial sobre el Sistema de Pensiones. En 2014, surge esta Comisión, donde sus principales funciones eran: (i) Realizar un estudio y análisis de los resultados observados y proyectados del Sistema de Pensiones,

---

<sup>11</sup> Basado en la Teoría del Ciclo de vida

tomando en consideración las necesidades de la población; (ii) Elaborar un diagnóstico acerca de los atributos, limitaciones, deficiencias y desafíos del Sistema de Pensiones; (iii) Elaborar propuestas orientadas a resolver las principales deficiencias del Sistema de Pensiones.

Dentro del diagnóstico, uno de los problemas que mayormente afectan a la ciudadanía son los bajos montos de las pensiones acorde a las expectativas de las personas jubiladas. Una hipótesis relacionada a ello tiene que ver con lo baja que es la densidad de cotizaciones, que corresponde a la proporción de cotizaciones que un afiliado realiza durante toda su vida en edad de trabajar, es decir mientras menor sea la densidad de cotizaciones, menor será lo acumulado en la cuenta de capitalización individual y por consiguiente, menor la pensión. Para hacer frente a una mejora en el monto que recibirán los pensionados chilenos en el futuro, una de las propuestas con mayor aceptación fue la de mejorar la fase de ahorro a través de mayores contribuciones

La actual tasa de cotización para el fondo de pensiones es del 10% y no ha sido modificada desde la reforma al Sistema. Es una tasa relativamente baja en comparación con la reportada en el promedio OCDE que es del 19,6%<sup>12</sup>. En el contexto chileno, no hay contribución del empleador, a menos que sea para de trabajos pesados y para la cobertura del Seguro de Invalidez y Supervivencia (SIS), el cual es financiado por los empleadores durante la vida laboral activa de los afiliados. Vale destacar, que en la gran mayoría de los países de la OCDE el 57,1% de las cotizaciones de vejez son de cargo del empleador y 42,9% son de cargo de trabajador.

La Comisión Asesora Presidencial sobre el Sistema de Pensiones<sup>13</sup>, estimó que 9,3% del total de ocupados no poseen un contrato de trabajo por lo que no cotizan en el sistema de pensiones, además 3,7% del total de ocupados no contribuye al sistema debido a que el empleador no efectúa el pago de las cotizaciones correspondientes por ley. Cuando se piensan propuestas lo importante es desarrollar incentivos para el cumplimiento de los nuevos objetivos. El caso de Suiza puede ser utilizado como ejemplo, donde se utiliza una tasa de cotización diferenciada en edad (creciente), como un mecanismo que permite incentivar la acumulación en las cuentas individuales de una manera acorde a las capacidades del individuo.

---

<sup>12</sup> Pensions at a Glance, OCDE 2015

<sup>13</sup> En base a datos de la Encuesta CASEN 2013

La experiencia internacional, sobre la aplicabilidad de un sistema con tasa de cotización diferenciada según la edad ratifica su posibilidad de puesta en marcha. El sistema de pensiones suizo, permite realizar una comparación interesante entre los sistemas de pensiones, de manera de descubrir posibilidades de mejora y de propuesta al actual sistema, basado en su aplicabilidad. Este sistema se fundamenta en tres pilares. El primero relacionado a las pensiones básicas estatales de jubilación y viudez, el segundo abarca los planes de pensión ocupacional y el tercer pilar los planes de pensión privados voluntarios.

El primer pilar, de carácter solidario, funciona como un sistema de reparto en donde las generaciones jóvenes financian a quienes están pensionados, a la espera de en el futuro ellos puedan pensionarse con el aporte que realicen las nuevas generaciones. En este pilar participan los empleados por cuenta propia (contribuyen 7,8% de su salario) y las personas que se encuentren en los tramos de ingresos más bajos (contribuyen empleador y empleado 4.2% cada uno). Además el gobierno complementa los aportes a través de financiamiento directo, obtenido de impuestos al valor agregado e impuestos específicos a las apuestas. La edad de jubilación es de 65 años para los hombres y 64 para las mujeres.

El segundo pilar, se basa en fondos de pensiones, donde los empleados están obligados a contribuir. Las pensiones pueden ser gestionadas por el fondo de pensiones de una empresa, un fondo estatal o fondos privados. La tasa de cotización es creciente según la edad del individuo, con tasas desde 7% a 18%. La contribución es por parte del empleador y del empleado, debiendo ser las del empleador al menos iguales a las que haga el empleado. Edad de jubilación es de 65 años para los hombres y de 64 años para las mujeres.

El tercer pilar del sistema, es de carácter voluntario, financiado completamente por el empleado y administrado por instituciones privadas. Tiene como incentivo adicional al ahorro, beneficios fiscales reduciendo el impuesto a la renta según el monto ahorrado.

La justificación detrás del uso de una tasa creciente según la edad del individuo va en post de dar incentivos a mejorar la tasa de densidad de las cotizaciones. El pagar más cuando se es más pobre en relación al resto de la vida da pie para que los agentes migren hacia sectores laborales informales y por ende disminuya la densidad de cotización. Los perfiles de ingreso laboral medio por edad en muchos países, y también en Chile revelan que el ingreso laboral sube entre 100% y 300% entre los 25 años y los 40 años de edad, por ende siguiendo la Teoría del Ciclo de Vida pagar menos donde se es más pobre relativamente puede tener mejoras en bienestar.

Paredes (2012), encuentra fuertes diferencias en las pensiones entre hombres y mujeres, lo que sugiere que existen políticas que pueden usarse para mejorar la situación de las mujeres. Se apunta a utilizar las que tienen relación con mejorar la contribución a los sistemas de pensiones, como lo son la edad de jubilación y la tasa de contribución. A mayor edad de jubilación, mayores serán las contribuciones y con ello se espera que mayores sean las pensiones.

Pertuzé y Ramírez (2014), plantean que para los más jóvenes, por ejemplo, se puede estudiar una tasa de cotización baja de manera de no afectar su contratación. También permitiría aumentar la liquidez de sus sueldos, bajo la idea de que una persona joven es más pobre, que cuando es adulto. Con el paso del tiempo, esta tasa puede ir subiendo, hasta aproximadamente un 20% para los mayores de 60 años. Los valores específicos deberán ser optimizados en función de las proyecciones de vida y tasas de reemplazo esperadas por los cotizantes. Se propone establecer premios para quienes coticen más cuando jóvenes para que puedan descontar estos ahorros de su tasa de cotización posterior.

Datos de la Comisión Asesora Presidencial para el Sistema de Pensiones, dieron cuenta de que la edad promedio de retiro en Chile es de 67.5 años, lo que muestra un incremento de cerca de 3 años con respecto a la edad promedio de 1990. Siguiendo el comportamiento de otras variables del sistema, existe una brecha por género, donde el retiro promedio en los hombres se realiza a los 69 años y a los 64 años en las mujeres, ambas cifras por sobre la edad actual establecida en la Ley.

El análisis de los resultados de nuestro modelo es complementado con otras variaciones que pudiesen ocurrir en el sistema de pensiones, como lo es el aumento de la edad de jubilación, diferencias por género y sensibilidad de los retornos de las inversiones de los fondos. De donde se obtiene que la tasa de contribución debe aumentar en los escenarios donde el ahorro presenta mayores restricciones, de manera de poder alcanzar mejores pensiones.

### **III.- Datos**

El análisis de bienestar de un individuo durante su ciclo de vida, requiere el poder conocer las distintas aristas que afectan la utilidad. En ese sentido, una simplificación validada por la literatura existente es dar una mirada al consumo durante la vida, dado ello es necesario conocer el perfil salarial que permitirá alcanzar el nivel de consumo en cada etapa de la vida.

Existen variadas formas de obtener perfiles de ingresos, para este caso se trabajará con los datos publicados por el Instituto Nacional de Estadísticas de Chile (INE) a través de la Nueva Encuesta Suplementaria de Ingresos (NESI)<sup>14</sup>. Con lo anterior, se incorporaran al análisis perfiles salariales obtenidos de simulaciones basadas en la literatura de economía laboral. El uso de estas dos formas se justifica dada la escasez de datos longitudinales que sigan la trayectoria de ingresos de un mismo individuo en el tiempo.

En conocimiento de la trayectoria de ingresos de un individuo tipo, se pueden aplicar los correspondientes descuentos por gastos en salud y previsión. Para dar simplicidad al modelo, se trabaja con el ingreso descontado de impuestos, dejando para estudios futuros la investigación de dichos efectos. Un supuesto del modelo es que el ingreso disponible tras los descuentos obligatorios, es destinado en su totalidad al consumo.

#### **III.1.- Simulación de trayectorias salariales**

La simulación de perfiles salariales, busca representar a un individuo tipo donde la utilización de parámetros observables en la economía permiten dar robustez a la interpretación. Se considera que las variaciones salariales claramente interfieren en el logro de una pensión aceptable, por lo que deben considerarse como un riesgo.

Se define el salario que recibe del individuo  $i$  para un periodo  $t$  como la ponderación de dos componentes. Por un lado se tiene un componente propio de cada individuo, dependiente de sus características. El segundo término corresponderá a la parte del salario que no depende del individuo,

---

<sup>14</sup> La Nueva Encuesta Suplementaria de Ingresos (NESI) es un módulo de la Nueva Encuesta Nacional del Empleo (NENE). Su objetivo es proveer indicadores de los ingresos que perciben las personas y los hogares, provenientes tanto del trabajo como de otras fuentes.

y que puede asociarse a que es dependiente de la industria o entorno del individuo para cada periodo  $t$ . Lo que se muestra en la ecuación (1).

$$W_{it} = Y_{it} G_t \quad (1)$$

De esta manera, el término  $Y_{it}$  representa el componente idiosincrático del salario y que es dependiente de cada individuo  $i$ . Por su parte,  $G_t$ , representa el comportamiento exógeno al individuo y puede entenderse como el reflejo del crecimiento de los salarios agregados en la industria, este término se basa en el supuesto de que no depende del mercado de capitales, por ende no tiene cobertura de riesgo.

Siguiendo la metodología empleada por Cui (2008), se busca representar el componente que depende de cada individuo, por lo que se define la ecuación (2):

$$\ln(Y_{it}) = y_{it} = y_{i,t-1} + (a_0 + a_1(\text{edad}_t)) + \eta_t \quad (2)$$

En la ecuación anterior se refleja que el componente salarial relativo al propio individuo dependerá del salario que tenía en el periodo anterior, además se contemplan los efectos que tiene la edad sobre el salario a través de los parámetros  $a_0$  y  $a_1$ . La edad tiene un retorno creciente a tasas decrecientes, lo que entrega la forma curva a la trayectoria salarial. Además se incorpora un efecto aleatorio a la ecuación ( $\eta_t$ ), de manera de incorporar otros efectos que puedan afectar el ingreso.

Para definir los parámetros  $a_0$  y  $a_1$  se sigue al trabajo realizado por Cocco, Gomes, Maenhout (2005)<sup>15</sup>, donde representan los efectos del polinomio de la edad sobre el salario, se consideran para individuos que tienen educación escolar completa. En este caso se utiliza el modelo aplicando los datos de la Nueva Encuesta Suplementaria de Ingresos (NESI 2013, 2015), que permiten conocer tanto salarios como características personales de los individuos. De esta forma se consideran los efectos que tenga la edad sobre el ingreso que obtiene un individuo con escolaridad primaria y secundarias completas y se encuentre empleado de forma dependiente en una labor formal a tiempo completo. Los resultados de dicha estimación se encuentran en el Anexo 2.

---

<sup>15</sup> Utilizado también en Ameriks, J., & Zeldes, S. P. (2004),



Como se mencionó anteriormente en la ecuación (1), el salario que recibe el individuo  $i$  en el periodo  $t$ , tiene un componente que dependerá de su industria y su entorno ( $G_t$ ). Para analizar esta parte exógena, es conveniente utilizar la metodología empleada por Cairns, Blake y Dowd (2006)<sup>16</sup>, donde se define:

$$\ln(G_t) = g_t = \left(-\frac{1}{2}\sigma_s^2 + \sigma_s Z_0(t)\right) \quad (3)$$

La ecuación (3) refleja la dinámica del índice agregado de salarios reales, donde  $G_t$  es estocástico. Este componente salarial representa un elemento exógeno y con riesgo no diversificable para el individuo, es decir, representa la evolución salarial independiente de los mercados y las situaciones económicas. Con  $Z_0(t)$  movimiento browniano y  $\sigma_s$  la desviación estándar del crecimiento real de los salarios que tomará valores distintos según el género del individuo. Es importante considerar que este método de simulación no tiene como propósito el predecir el valor real del salario en una fecha dada, sino simular la tendencia que puede seguir esta variable en el tiempo. De esta manera es conveniente la presencia de perturbaciones, que se incorporan al modelo a través de los movimientos brownianos.

La trayectoria salarial a representar en la simulación, contempla que el individuo comienza a trabajar a la edad de 25 años y se retira a la edad de 65 si es hombre y 60 si es mujer. En cuanto a la edad de retiro, para dar robustez al análisis, se tomarán en cuenta casos con propuestas de edades de jubilación distintas a la actual. Se considera como salario inicial el monto promedio que obtienen independientemente tanto hombres como mujeres para la edad entre los 15 y los 29 años, estas cifras son publicadas por el Instituto Nacional de Estadísticas en sus encuestas de ingreso para Chile.

### **III.2.- Trayectorias salariales individuos tipo**

Como una medida complementaria a la simulación de trayectorias salariales, podemos formular el ingreso que obtendría un individuo tipo según su edad. Para ello se utilizará la Nueva Encuesta Suplementaria de Ingresos (NESI 2013 y 2015), publicada por el Instituto Nacional de Estadísticas

---

<sup>16</sup> Este modelo ha sido utilizado en la literatura, Pérez y Gómez (2014) lo aplican para simular trayectorias salariales para México. Además ha servido de apoyo para diversos trabajos donde destaca Milevsky et al. (2007) y Horneff et al. (2008), entre otros.

de Chile. Dicha encuesta corresponde a un módulo de la Nueva Encuesta Nacional del Empleo, su objetivo principal es entregar indicadores de los ingresos que reciben las personas y hogares.

Esta encuesta va dirigida a personas de 15 años o más, se capturan datos demográficos e información complementaria de ingresos, como becas de estudio y otros subsidios. De manera de conocer la realidad de los ingresos laborales de chilenos y chilenas, lo que se relaciona directamente con su calidad de vida.

Para representar la trayectoria salarial, se define un individuo con edad inicial en el mercado laboral de 25 años. Se considera que es un empleado dependiente, formal y con jornada completa. Además se consideran individuos que cuentan con educación secundaria completa y se diferencia por género. La diferencia por género permite reconocer la heterogeneidad de comportamiento de los agentes y posibles diferencias a la hora de implementar políticas en materia de pensiones.

En el Anexo 1 se muestran las trayectorias salariales para hombres y mujeres. Para dar mayor heterogeneidad al análisis, se consideran tres tipos de ingreso: alto, medio y bajo. Las diferencias entre los tipos de salario bajo, medio y alto corresponden al salario promedio de la muestra, al salario promedio más una desviación estándar y al salario promedio más dos desviaciones estándar, respectivamente.<sup>17</sup>

La utilización de trayectorias laborales simuladas, como también las trayectorias laborales construidas para individuos tipo, limitan la heterogeneidad del análisis del modelo. En ese sentido, los resultados esperados sirven para ejemplificar los efectos en el bienestar de los agentes tipo de las propuestas de política. Además de los resultados obtenidos en el modelo base, se realizaron una serie de sensibilizaciones de los parámetros clave, de esta forma se busca reconocer las distintas reacciones frente a cambios tanto del sistema como de la naturaleza de los individuos. Este tipo de análisis de sensibilidad permite fortalecer, en la medida de lo posible, el reconocimiento de efectos heterogéneos en los resultados.

---

<sup>17</sup> Además los gráficos están diferenciados según el origen de los datos con que fueron construidos, de esta manera se aprecia que tanto datos simulados como los observables en la Nueva Encuesta Suplementaria de Ingresos representan un comportamiento similar de las trayectorias salariales y por ende son consistentes.

## IV.- Modelo

### IV.1.- Consumo del individuo

Dadas las trayectorias salariales obtenidas, nos enfocaremos en el consumo del individuo en el tiempo como proxy al bienestar. Dicho lo anterior,  $C_t$  representará el consumo del individuo promedio en el periodo  $t$ . El consumo ( $C_t$ ), se considerará como el ingreso líquido del individuo, es decir, el salario bruto descontado de gastos obligatorios previsionales e impuestos. Del salario bruto primero se descuentan los gastos en salud, comisión AFP, monto de cotización en AFP y aporte para el seguro de desempleo.

Donde el gasto en salud que corresponde a un 7% del ingreso, la comisión de la Administradora de Fondo de Pensiones (AFP) a utilizar será el promedio de las comisiones que actualmente cobran las seis Administradoras del sistema chileno<sup>18</sup>. En cuanto a la tasa de cotización, actualmente el sistema cuenta con una contribución fija del 10%, en este trabajo se buscará encontrar si es o no una tasa óptima, además de compararla con una tasa de cotización que sea variable en el tiempo. El aporte para el seguro de desempleo será por 0.6% del salario bruto.

La renta imponible corresponde al salario bruto descontado por los gastos previsionales obligatorio. Así, luego de aplicar la tasa de impuesto correspondiente al tramo en que se ubique el salario<sup>19</sup>, se obtienen los salarios líquidos.

Por ende, el consumo  $C_t$  para cada periodo  $t$  ( $1, \dots, t_j$ ) corresponderá al salario líquido obtenido por el individuo en dicho periodo  $t$ . Para los periodos posteriores a la jubilación,  $C_t$  ( $t_{j+1}, \dots, T$ ), corresponde al consumo del individuo en  $t$ , representado por la renta vitalicia obtenida tras su fase de ahorro.

Durante la fase de ahorro, el individuo cotizara consistentemente de manera mensual en su cuenta de capitalización individual. Dichos fondos al ser Administrados por una AFP serán invertidos en el mercado de capitales, por lo que tendrán asociada una rentabilidad en el tiempo. Dado ello, se

---

<sup>18</sup> Es del 1,2% (promedio a diciembre de 2016 de las actuales 6 Administradoras, cifras publicadas por la Superintendencia de Pensiones)

<sup>19</sup> Basado en la reglamentación del Sistema de Impuestos Internos de Chile vigente a la fecha

considerara que el retorno que tendrán los fondos en el modelo será igual al promedio de los retornos reales del Fondo C (equilibrado en términos de riesgo) de los últimos cinco años<sup>20</sup>. Dicho supuesto posteriormente será modificado en dos escenarios, uno positivo y otro negativo, sobre el comportamiento futuro de las tasas de interés.

## IV.2.- Renta vitalicia

Al enfrentar el periodo del ciclo de vida donde el individuo ya no trabaja, pues se encuentra jubilado, resulta conveniente el uso de una renta vitalicia como mecanismo retiro de manera de mantener la simplicidad en el modelo. Una renta vitalicia es contratada por el afiliado con una compañía de seguros de vida, la que por medio del cobro de una comisión y cálculos actuariales entregará un monto fijo mes a mes al individuo hasta su muerte.

Dado lo anterior, podemos representar el cálculo de la renta vitalicia que recibirá del individuo desde el momento que comience su retiro, a la edad de jubilación, hasta su muerte. Con esta forma de retiro el afiliado no deja herencia a sus familiares, por lo que el monto restante en su cuenta individual no influirá en su utilidad.

La renta vitalicia a la edad de  $t$  años en el año  $y + y_0$  se puede calcular en forma implícita de la siguiente manera:

$$Fondo_t \times (1 - com) = \sum_{i=t}^{t_{max}} \frac{RV_{t,y}}{(1 + \rho)^{i-t}} \times L_{t,y}^i \quad (5)$$

Donde:

- i.  $com$ : prima de aseguradora
- ii.  $y_0$ : año de referencia para construcción de tabla de mortalidad
- iii.  $\rho$ : tasa de descuento
- iv.  $RV_{t,y}$ : es la renta vitalicia fija anual

---

<sup>20</sup> Según lo publicado por la Superintendencia de Pensiones, que equivale a un 3,33%.

- v.  $L_{t,y}^i$ : es la probabilidad de vivir hasta el año  $i$  dado que en el año  $y + y_0$  tiene  $t$  años
- vi.  $t_{max}$ : años es el máximo de años de vida en tabla de mortalidad

### IV.3.- Utilidad

Conociendo la forma en que se estructura tanto el ingreso como el consumo de los individuos en el tiempo, incorporamos la utilidad del consumo en cada periodo. Se define la utilidad del consumo en el periodo  $t$ , para un individuo con aversión relativa al riesgo constante e igual a  $\gamma$  de la siguiente manera:

$$u(C_t) = \frac{C_t^{1-\gamma}}{1-\gamma} \quad (6)$$

Para modelar las preferencias de los individuos de manera intertemporal, inicialmente se supone que se empieza a trabajar a los 25 años y la edad de retiro es a los 65 años para hombres y 60 para mujeres, durante este periodo cada uno de los individuos acumulará recursos en su cuenta de capitalización individual. Además se toma en consideración que el individuo fallece a la edad que indique su expectativa de vida a la edad de jubilación basado en las tablas de mortalidad<sup>21</sup>, por ende el consumo para la etapa donde no trabaja será lo acumulado en la fase previa.

Siguiendo a Ruiz (2009), se utiliza la siguiente ecuación para modelar la utilidad de los individuos durante el ciclo de vida:

$$U = \sum_{t=1}^T \frac{p_t}{(1+\rho)^t} u(C_t) \quad (7)$$

Donde  $\rho$  es la tasa de descuento en el tiempo y  $p_t$  representa la probabilidad de estar vivo en el periodo  $t$ . Como utilidad del consumo estará condicionada a la probabilidad del individuo de estar vivo dado que estuvo vivo el periodo anterior, se construye dicha probabilidad gracias a las tablas de mortalidad publicadas por la Superintendencia de Pensiones, para hombres y mujeres chilenos. Las

---

<sup>21</sup> Con las actuales edades de jubilación la expectativa de vida para hombres es de 85 años y mujeres de 90 años, según Superintendencia de Pensiones de Chile

tablas de mortalidad se utilizan para el cálculo de retiro programado, rentas vitalicias y pensiones de invalidez y sobrevivencia, de esta manera cambios en las expectativas de vida tienen un impacto directo en el cálculo de las pensiones recibidas por los afiliados. A mayor expectativa de vida disminuyen las pensiones en un sistema de capitalización individual, es decir, una población más longeva reducirá las tasas de reemplazo del sistema<sup>22</sup>.

Tendremos que el valor de la preferencia en el tiempo ( $\rho$ ) será igual a la tasa de interés para un retiro programado, por lo que  $\rho=3,12\%$ .<sup>23</sup> Se tomará una aversión al riesgo constante en el tiempo por lo que  $\gamma=5$  siguiendo a los trabajos realizados por Cocco (2005), Mehra (1985), Cui (2008), entre otros de la literatura relacionada.

---

<sup>22</sup> La tasa de reemplazo mide qué tan efectivamente el Sistema de Pensiones provee ingresos de retiro para reemplazar los ingresos provenientes de la principal fuente de ellos antes del retiro.

<sup>23</sup> Al igual que las tablas de mortalidad dicho parámetro es publicado por la Superintendencia de Pensiones de Chile.

## **V.- Estrategia empírica**

El objetivo principal del modelo es encontrar el esquema óptimo de tasas que permitan maximizar el bienestar del individuo en el tiempo. En un primer problema, se buscará la tasa en un esquema de tasa fija, que maximiza la utilidad del individuo. En una segunda instancia, se busca el esquema de tasas variables de forma creciente con la edad, que permite alcanzar el mismo nivel de ahorro en la cuenta de capitalización individual que en un sistema con tasa de ahorro fija óptima (obtenida en el primer problema). Para definir el esquema de tasas variables según la edad, se divide la trayectoria laboral en cuatro etapas: (i) De los 25 a los 34 años; (ii) de los 35 a los 44 años; (iii) de los 45 a los 54 años; (iv) desde los 55 a la edad de jubilación.

El análisis se realiza diferenciando por género, gracias a que tanto en los datos simulados como en los obtenidos de la Nueva Encuesta Suplementaria de Ingresos permiten dividir la muestra. La importancia de contemplar esta heterogeneidad está vinculada con los distintos tratamientos que tienen las tablas de mortalidad, como también por las diferentes trayectorias salariales, donde los hombres obtienen salarios mayores en promedio.

Otra forma de incorporar la heterogeneidad en el modelo es definir tres tipos de ingreso por cada género. Lo relevante es ver si los cambios en la tasa de cotización son consistentes para los individuos de bajo ingreso, medio ingreso e ingreso alto.

Como caso base se define el escenario que contempla una rentabilidad de los fondos de pensiones de un 3,33% real anual.

## VI.- Resultados

### VI.1.- Resultados caso base

En un escenario base, el objetivo del modelo contempla en una primera etapa encontrar la tasa fija óptima, es decir la que maximiza la utilidad del individuo en el tiempo. Los resultados del modelo indican que para los tres tipos de ingreso<sup>24</sup> la tasa actual de cotización del 10% es subóptima, tanto para hombres como para mujeres. La tasa óptima para los hombres de ingreso medio es de 12.7%, mientras que para las mujeres es de 20%, con edades de jubilación en 65 y 60 años respectivamente. Lo anterior nos muestra que existe una necesidad de una mayor contribución en las cuentas de capitalización individual y de aumentar la edad de jubilación en las mujeres de manera de reducir el fuerte cambio en la tasa óptima.

Complementario al análisis anterior, si la edad de jubilación de las mujeres llegase a 65 años la tasa óptima de cotización sería de 15%. La diferencia con respecto a la tasa que tienen los hombres viene explicada por las brechas salariales que llevan a un nivel menor de ahorro para las mujeres y su mayor expectativa de vida. Si la edad de jubilación llegase a 67 años para ambos sexos, se tiene que la tasa óptima sería de 11% para hombres y 13% para mujeres, señal de que al alargar la etapa de ahorro hay mayor margen para no tener un crecimiento muy pronunciado de tasas.

Otro hecho interesante de los resultados obtenidos, es que al aumentar el ingreso de los individuos, las tasas de cotización óptimas son levemente superiores. Esta relación positiva, reflejaría una mayor disposición al ahorro cuando se obtienen mayores recursos.

En una segunda etapa, se busca encontrar el esquema de tasas de cotización crecientes según la edad, de manera de alcanzar el mismo nivel de ahorro en la cuenta de capitalización individual que en el caso de la tasa óptima fija. En ese sentido, en términos de utilidad los esquemas variables de forma creciente según la edad son preferidos a los esquemas de tasa fija tanto para hombres como para mujeres en el contexto de edades de jubilación actuales. Para los casos con edad de jubilación propuestos, tendremos que es clara la preferencia por esquemas de tasa variable en hombres, pero no así en mujeres donde los niveles de utilidad son similares.

---

<sup>24</sup> Ingreso bajo, medio y alto



Una conclusión que se extrae de los resultados del modelo, es que se está dispuesto a pagar una tasa en promedio mayor, que la tasa fija óptima, pero bajo el beneficio de poder hacerlo de forma variable con una carga menor cuando se es joven.

En cuanto a la tasa de reemplazo<sup>25</sup>, se tiene que un esquema de tasa fija óptima alcanzaría una tasa de reemplazo de 73% para el caso de los hombres y de 70% para las mujeres<sup>26</sup>. Dichas tasas suben al incrementar la edad de jubilación a 67 para ambos sexos, llegando a valores de 77% para hombres y de 78% para mujeres.

Se obtienen resultados similares tanto para los datos simulados como para los datos observables, señal de la consistencia en la obtención de las trayectorias salariales y de la aplicabilidad de la metodología para el seguimiento del bienestar en ciclo de vida. Ahora bien, las funciones de utilidad sólo nos entregan relaciones de preferencias de carácter ordinal, por lo que se deben desarrollar mecanismos que permitan cuantificar de una manera más clara los cambios en bienestar.

## VI.2.- Equivalente cierto consumo

Una forma de poder medir el bienestar de los individuos es la utilización del Equivalente Cierto en Consumo (CEC). El equivalente cierto es un retorno garantizado que alguien aceptaría en lugar de correr el riesgo de un mayor, pero incierto, de retorno. Medida que se obtiene implícitamente de la siguiente ecuación:

$$U = \sum_{t=1}^T \frac{1}{(1 + \rho)^t} \times \frac{CEC^{1-\gamma}}{1 - \gamma} \quad (8)$$

Además, para simplificar la interpretación de la medida, el CEC obtenido es dividido por el salario promedio de los últimos 10 años del individuo.

---

<sup>25</sup> Definida como la tasa entre el monto de la pensión y el salario promedio del individuo durante sus últimos 10 años laborales. Resultados en Anexo 9

<sup>26</sup> Bajo el esquema actual con tasa de cotización de 10%, dichas cifras serían 58% para hombres y 35% para mujeres (con edades de jubilación 65 y 60 años, respectivamente)

De esta manera, para el caso de los datos obtenidos de la encuesta NESI, el esquema actual del 10% de tasa de cotización da un bienestar de 0,70 veces el salario promedio de los últimos 10 años para hombres y 0,50 para mujeres. Si la tasa llega a los niveles óptimos, se obtiene 0,72 veces el salario inicial para los hombres y de 0,71 veces las mujeres. Lo anterior es una señal importante de la existencia de un espacio para obtener ganancias en términos de bienestar con un alza de tasas en el esquema fijo. En los esquemas de tasa variable, el bienestar medido en términos del salario inicial es mayor para ambos casos. Un punto relevante es que las ganancias en bienestar son menores a medida de que el ingreso del individuo es mayor, lo que se fundamenta con la teoría en que se enmarca el modelo.

### **VI.3.- Análisis de sensibilidad**

El modelo permite la sensibilización de parámetros, de manera de contemplar los distintos efectos que tendrían sobre las tasas de cotización óptimas ciertos cambios en los fundamentales del modelo, lo permite reconocer y preparar de mejor manera las posibles políticas a recomendar según sea el caso.

La rentabilidad real del sistema de pensiones ha ido variando en el tiempo, debido a cambios en la forma en que se realizan las inversiones, cambios en el sistema de multifondos, cambios en el mercado de capitales y cambios en el contexto económico, entre otros. Así, el Anexo 4 muestra la evolución histórica de la rentabilidad real del sistema, donde toma valores de rentabilidades sobre el 15% real para algunos años, como también rentabilidades más bajas, como las que observamos en nuestros días. De esta manera se puede dar cuenta de que la rentabilidad promedio ha ido cayendo en el tiempo, y por ende no es tan claro el camino que debiesen tomar los retornos en el futuro.

Es por ello que se definen dos escenarios, uno con rentabilidad más alta y otro con rentabilidad más baja: positivo y negativo respectivamente.

Además se analiza un tercer escenario, donde se mantiene la rentabilidad del caso base, pero que busca hacer frente a los efectos del desempleo sobre la densidad de cotización y las consiguientes tasas óptimas.

### VI.3.1- Escenario de rentabilidad positiva

En el escenario positivo tendremos que la rentabilidad de los aportes a la cuenta de capitalización individual aumenta a un 4,33% real.

Los resultados se muestran en el Anexo 5, donde se tiene que la tasa de cotización fija óptima de la primera etapa cae para ambos géneros y edades de jubilación, aunque a niveles superiores que el actual 10%, lo que ratifica el resultado de que no es una tasa óptima.

Destaca la consistencia con respecto a los resultados del escenario base donde los individuos de mayor ingreso tienen mayor disposición a contribuir y que al aumentar la edad de jubilación la tasa óptima cae. El esquema de tasa variable también ve recortadas sus tasas óptimas y es preferido por sobre el esquema de tasa fija. La tasa de reemplazo incrementa tanto para hombres como mujeres.

### VI.3.2- Escenario de rentabilidad negativa

En el escenario negativo, la rentabilidad real cae a un 2.33%, ello implicaría una menor capitalización de los fondos acumulados en la cuenta individual y por consiguiente existirían dificultades para alcanzar mayores niveles de ahorro en el sistema.

Los resultados del Anexo 5, muestran que las tasas óptimas en este caso serán superiores a las del escenario base, aunque se mantienen efectos comunes, como lo es que las tasas decrecen al aumentar la edad de jubilación y los individuos de mayores ingresos están dispuestos a pagar más. Consistente con lo anterior, el esquema de tasa variable es preferido por sobre el esquema de tasas fija. La tasa de reemplazo cae tanto para hombres como mujeres.

Es decir frente a escenarios de mayor riesgo y menor retorno, es óptimo que las tasas de cotización sean superiores.

### VI.3.3- Cambios en la aversión al riesgo ( $\gamma$ )

Un análisis de sensibilidad relevante para los resultados del modelo, tiene que ver con cambios en las características de los individuos y su relación frente al riesgo. El escenario base, utiliza el parámetro

$\gamma = 5$ , apoyado en la literatura existente. Sin embargo, la misma literatura a expuesto escenarios extremos de mayor o menor aversión al riesgo.

Para el caso de este modelo, se analizaran dos casos con  $\gamma = 2.5$  y con  $\gamma = 7.5$ . En el Anexo 7 se detallan los resultados para ambos tipos de datos, de ellos se puede extraer que la tasa óptima de cotización aumenta cuando la aversión al riesgo es menor y disminuye cuando los individuos son más aversos al riesgo. Dicho resultado es consistente con lo que plantean Ruiz – Tagle y Tapia (2011), donde ofrecen evidencia de que mientras más alto es el nivel de aversión al riesgo del individuo, más se incrementa la impaciencia, la incertidumbre que rodea el poder disfrutar de mayor calidad de vida en el futuro hace que los individuos aversos al riesgo prefieran el consumo presente al consumo futuro.

Se mantiene el hecho de que los individuos de mayor ingreso tienen mayor disposición a cotizar más, el aumento en la edad de jubilación entrega mayor utilidad y el esquema de tasa de cotización variable es preferido por sobre uno de tasa fija. La tasa de reemplazo incrementa tanto para hombres como mujeres, en el escenario de menor aversión al riesgo, caso contrario las tasas de reemplazo caen.

#### VI.3.4- Desempleo

Al trabajar con datos simulados y con trayectorias construidas en base a individuos tipo, los resultados del modelo no se han hecho cargo de los efectos que tengan las lagunas salariales sobre las tasas óptimas de cotización. Una hipótesis relacionada con ello, tiene que ver con los posibles efectos que tengan las lagunas sobre las tasas óptimas. Es decir, mientras mayores sean las lagunas salariales, mayor debiese ser la cotización en el sistema.

Bajo el supuesto de que la laguna salarial no viene determinada por una decisión intrínseca del individuo, para comprender los efectos se deben considerar la probabilidad de tener una laguna salarial, como también la duración de dicha laguna salarial.

Basados en el trabajo de Castellar (2002), teóricamente se descompone la tasa de desempleo en dos componentes: (i) probabilidad de quedar desempleado; (ii) tiempo medio que dura esta condición. Es decir:

$$TD_t = \frac{DES_t}{PEA_t} = \frac{E_t}{PEA_t} * \frac{DES_t}{E_t} \quad (9)$$

Donde  $(PEA_t)$ , es la población económicamente activa. El primer término de la expresión  $(E_t/ PEA_t)$  es la tasa de entrada al desempleo, es decir, la probabilidad de que un agente económico activo en el mercado de trabajo, ingrese a la condición de desempleado en el período t.

El segundo término es el cociente entre el stock de desempleados y el número de ellos que sale del desempleo en un período dado  $(S_t)$ , supuesto igual al de los que entran en el mismo  $(S_t = E_t)$ , período; como resultado aparece que este cociente corresponde a la duración media  $(DM_t)$ , para los que entran al desempleo.

Es decir, que la tasa de desempleo, que se puede entender como la probabilidad de que un individuo de la PEA esté desempleado, es el producto de la tasa de entrada o probabilidad de entrar en el desempleo por el tiempo medio de estar en él, para un agente que acaba de entrar.

Conocida dicha probabilidad, se redefine el cálculo de la utilidad, de manera tal que ahora se considera la probabilidad de estar empleado en el periodo t. Es decir:

$$U = \sum_{t=1}^T \frac{p_t e_t}{(1 + \rho)^t} u(C_t) \quad (7)$$

Donde  $e_t$  representa la probabilidad de tener empleo en el periodo t. En el Anexo 6 se muestran los resultados para el caso donde se considera la probabilidad de desempleo. Como podría haberse intuido, las tasas optimas debiesen ser más altas, una medida de previsión frente a fases del ciclo laboral donde no se cuente con ahorro en la cuenta.

Los resultados son consistentes con los encontrados en el modelo inicial, donde los agentes de mayor ingreso tienen mayor disposición a cotizar más, el aumento en la edad de jubilación entrega ganancias de bienestar y además el esquema de tasa de cotización variable es preferido por sobre uno de tasa fija. La tasa de reemplazo incrementa tanto para hombres como mujeres.

### VI.3.5- Mejoras en la expectativa de vida

Un ejercicio interesante a analizar a través del modelo, son los efectos de mayor expectativa de vida sobre las tasas óptimas de cotización en el sistema de pensiones. Se modifica la probabilidad de la tabla de mortalidad, utilizada para el cálculo de las pensiones del sistema, disminuyéndola en 10% y luego en 20%.

Para el caso de una disminución de 10% en la probabilidad, se tiene que la expectativa de vida para los hombres sube desde 85 años a 87 y para las mujeres la expectativa sube desde 90 años a 92 . Así mismo, al disminuir la probabilidad de la tabla de mortalidad en 20% se tiene que la expectativa de vida alcanza los 87 años en los hombres y los 92 años en las mujeres, aproximadamente<sup>27</sup>.

Al existir una mayor expectativa de vida, el fondo de pensiones acumulado en la vida, debe ser distribuido entre más años durante la etapa donde el individuo está pensionado, de manera que las pensiones resultan menores si la tasa de cotización se mantiene igual.

Los resultados del modelo, con una mayor expectativa de vida de los individuos dan cuenta de la necesidad de una mayor tasa de cotización, en ese sentido, la tasa óptima en el contexto de una disminución de 20% de la mortalidad, es de 13% en un esquema de tasa fija. Los resultados generales del modelo siguen siendo consistentes con los encontrados inicialmente.

---

<sup>27</sup> Por simplicidad, las edades se redondean al número entero más cercano

## VII.- Conclusiones

El modelo desarrollado en el presente trabajo, permite representar el bienestar en el tiempo con respecto al consumo. En ese sentido el modelo es aplicable a la discusión actual de reforma al sistema de pensiones, contribuyendo como herramienta que permite cuantificar y sensibilizar las distintas propuestas de política relacionadas a las mejoras de la fase ahorro. En estas políticas destaca la necesidad de una mayor tasa de cotización como también de la posibilidad de esquemas alternativos que fomenten y flexibilicen el ahorro en el tiempo.

El modelo refleja la necesidad de mejorar los aportes a la cuenta de capitalización, siendo la tasa actual subóptima. Se deben buscar tasas de contribución superiores, la importancia de un esquema variable es que permite tener mayores ganancias de utilidad, sobretodo para los individuos más jóvenes que al tener menores ingresos un alza en la tasa puede ser un desincentivo al empleo formal. Los resultados muestran que los agentes se benefician de cotizar más en promedio a lo largo de su vida, pero bajo una forma creciente y con una menor tasa de contribución cuando se es más joven.

El modelo permite reconocer que los individuos presentan ganancias en bienestar al recibir incentivos al ahorro. De esta manera, si se busca mejorar el monto de las pensiones futuras por medio de mejoras en la densidad de cotización de los agentes, medidas que fomenten el ahorro formal y de carácter obligatorio deben ser consideradas. Así, se puede justificar la idea de una tasa de cotización que sea creciente según la edad del individuo, tal como se ve aplicado en el sistema de pensiones suizo. Esta propuesta permite aumentar la liquidez de los salarios de los agentes, bajo la lógica de que una persona joven posee menores ingresos, comparativamente, que cuando es adulto.

Una propuesta de cotización creciente según la edad de los individuos, apunta a que para tener mayores pensiones no es necesario que la cotización suba de manera uniforme, si no que se obtienen mayores beneficios e incentivos para el ahorro. La aplicabilidad de este tipo de iniciativas puede estar apoyado en las mayores tecnologías y sistemas de información disponibles.

Frente a escenarios de mayor riesgo y menor retorno, es óptimo que las tasas de cotización sean superiores, de manera de aumentar la capitalización de las cuentas individuales y poder acceder a mayores pensiones. Así mismo, en situaciones de mayor expectativa de vida, la tasa de cotización óptima debiese ser mayor, de manera de que las pensiones alcancen el monto necesario para solventar la mayor cantidad de años de vida como pensionado.

En escenarios de mayor aversión al riesgo por parte de los individuos, la tasa óptima de cotización disminuye, producto de la incertidumbre que se genera entorno al retorno futuro de la pensión y que lleva a los individuos más aversos a valorar el consumo presente. Además, la probabilidad de estar desempleado tiene una relación positiva sobre las tasas de cotización, es decir a mayor probabilidad de perder el empleo (y por ende, tener mayores lagunas salariales), la tasa de cotización óptima es mayor.

Para los casos de mejora en la expectativa de vida de los individuos, se hace necesario aumentar la tasa de cotización para lograr enfrentar la mayor cantidad de años de vida como pensionado. El reconocimiento de este efecto apoya la búsqueda de un constante monitoreo e innovación en el sistema, recordando que el sistema actual nunca ha modificado la tasa de cotización, aun cuando la expectativa de vida ha aumentado.

Los resultados del modelo justificarían el uso de mecanismos de ahorro voluntario, de manera de complementar el actual ahorro obligatorio (10%) que es subóptima, llegando a cotizaciones mayores., por ejemplo cotizar obligatoriamente 10% y voluntariamente un 2.5% extra, de manera de alcanzar la tasa de cotización óptima efectiva. Así mismo, los resultados confirman la importancia de aumentar la edad de jubilación de los cotizantes del sistema, de forma de adaptarse a las nuevas realidades de mayor expectativa de vida, donde se hace necesario contar con pensiones que permitan enfrentar la mayor cantidad de años como jubilado.

El modelo contribuye a la literatura por medio de la generación de perfiles salariales para el caso chileno, además la metodología permite la sensibilización de parámetros lo que facilita la medición de posibles efectos en el bienestar de las distintas propuestas de política que se tengan en materia de pensiones. Las conclusiones obtenidas de los resultados del modelo, están sujetas de la falta de heterogeneidad de los datos y a los supuestos asociados a las funciones de utilidad de los individuos y a los parámetros utilizados en el cálculo del modelo.

Los desafíos futuros, continúan siendo el incorporar medidas y restricciones que permitan cuantificar de manera más clara el nivel de cotización óptimo. Un rol importante en esto ha sido vincular los efectos del desempleo, como también podrían ser los beneficios tributarios, efectos de las lagunas salariales persistentes en el tiempo y la posibilidad de distintos comportamientos en la funciones de utilidad de los agentes.



## Referencias

Águila, E., Attanasio, O., & Quintanilla, X. (2010). Cobertura del Sistema de Seguridad Social Privado de Capitalización en Chile, Colombia y México.

Ameriks, J., & Zeldes, S. P. (2004). How do household portfolio shares vary with age. Columbia University.

Attanasio, O. y M. Székely (1998). Ahorro de los Hogares y Distribución del Ingreso. *Economía Mexicana*, Nueva Época 8 (2): 267-338.

Banco Mundial (2015), *Global Monitoring Report 2015-2016*, Washington, D.C.

Bosworth, B., G. Burtless y J. Sabelhaus (1991). The Decline in Savings: Evidence from Household Savings. *Brookings Papers on Economic Activity* 1: 183-256.

Browning, M. y A. Lusardi (1996). Household Saving: Micro Theories and Micro Facts. *Journal of Economic Literature* 34 (4): 1797-1855.

Cairns, A. J., Blake, D., & Dowd, K. (2006). Stochastic lifestyling: Optimal dynamic asset allocation for defined contribution pension plans. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 30(5), 843-877.

Castellar, C., y Uribe, J. I. (2002). Estructura y Evolución del Desempleo en el Área Metropolitana de Cali 1988–1998: ¿Existe Histéresis?. *Documentos de Trabajo N*, 60.

Carroll, C. D., & Summers, L. H. (1991). Consumption growth parallels income growth: some new evidence. In *National saving and economic performance* (pp. 305-348). University of Chicago Press.

Carroll, C. y A. Samwick (1997). The Nature of Precautionary Wealth. *Journal of Monetary Economics* 40: 41-71

CEPAL, ECLAC & Naciones Unidas. (2011). *América Latina y el Caribe. Observatorio Demográfico. Envejecimiento Poblacional*. Santiago: CELADE, 2011-10.

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Panorama Social de América Latina, 2015, (LC/G.2691-P), Santiago, 2016.

Comisión de Pensiones, Informe Final (2015) 248 páginas, [www.comisionpensiones.cl](http://www.comisionpensiones.cl)

Cocco, J. F., Gomes, F. J., & Maenhout, P. J. (2005). Consumption and portfolio choice over the life cycle. *Review of financial Studies*, 18(2), 491-533.

Coronado, J. (1998). The Effects of Social Security Privatization on Household Saving: Evidence from the Chilean Experience, Finance and Economics Discussion Series 1998-12, Division of Research & Statistics and Monetary Affairs, Federal Reserve Board, febrero.

Cui, J. (2008). DC pension plan defaults and individual welfare. Netspar Discussion Paper09/2008-034.

Deaton, A. (1997). *The Analysis of Household Surveys*. Baltimore, EE.UU.: Johns Hopkins University for the World Bank.

Denizer, C. y H. Wolf (1998). Household Savings in Transition Economies. NBER Working Papers 6457, marzo.

Durán Valverde, F., & Pena, H. (2011). Determinantes de las tasas de reemplazo de pensiones de capitalización individual: escenarios latinoamericanos comparados (No. 7020). Naciones Unidas Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

Gourinchas, P. O., & Parker, J. A. (2002). Consumption over the life cycle. *Econometrica*, 70(1), 47-89.

Horneff et al. (2008). Life-cycle asset allocation with annuity markets. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 32(11), 3590-3612.

Mehra, R., & Prescott, E. C. (1985). The equity premium: A puzzle. *Journal of monetary Economics*, 15(2), 145-161.

Milevsky et al. (2007). Annuity and asset allocation. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 31(9), 3138-3177.

Naciones Unidas. Dept. of International Economic. (1985). *World population prospects*. United Nations.

Navarro, F. M. (2004). Rasgos generales de los sistemas previsionales de capitalización individual y de sus contextos laborales y demográficos. *Los sistemas de pensiones en América Latina: un análisis de género*, (90), 31.

OECD (2015), *Pensions at a Glance 2015: OECD and G20 indicators*, OECD Publishing, Paris.

Paredes, R. (2012). *Las Pensiones de Vejez que genera el Sistema de AFP en Chile: Estimaciones de las Tasas de Reemplazo*. Departamento de Ingeniería Industrial UC.

Paxson, C. (1996). Saving and growth: evidence from micro data. *European Economic Review*, 40(2), 255-288.

Pertuzé y Ramírez (2014). *Propuesta reforma de pensiones. Ideas y propuestas*, Fundación Jaime Guzmán.

Poterba, J. (1994). Introduction. En *International Comparisons of Household Saving*, editado por J. Poterba, Chicago, EE.UU.: The University of Chicago Press.

Ruiz, J. L. (2009). *The Chilean annuity market* (Doctoral dissertation, University of Pennsylvania).

Ruiz-Tagle, J., y Tapia, P. (2011). Chile: pensión anticipada, impaciencia y aversión al riesgo. *Revista CEPAL*.

Székely, M. (1998). Monto y Distribución del Ahorro de los Hogares en México. *El Trimestre Económico*, 65 (2): 263-313.

Superintendencia de Pensiones. (2016). Centro Estadístico. [www.spensiones.cl/safpstats/stats/](http://www.spensiones.cl/safpstats/stats/)

Universidad Católica (2013). Análisis del Mercado Laboral para a Población de 55 años y más y sus implicancias para el ahorro previsional. Instituto de Sociología y Centro de Geriátría y Gerontología UC.

Valdés(2009) The 2008 Chilean Reform to First Pillar Pensions , CESifoWP No.252

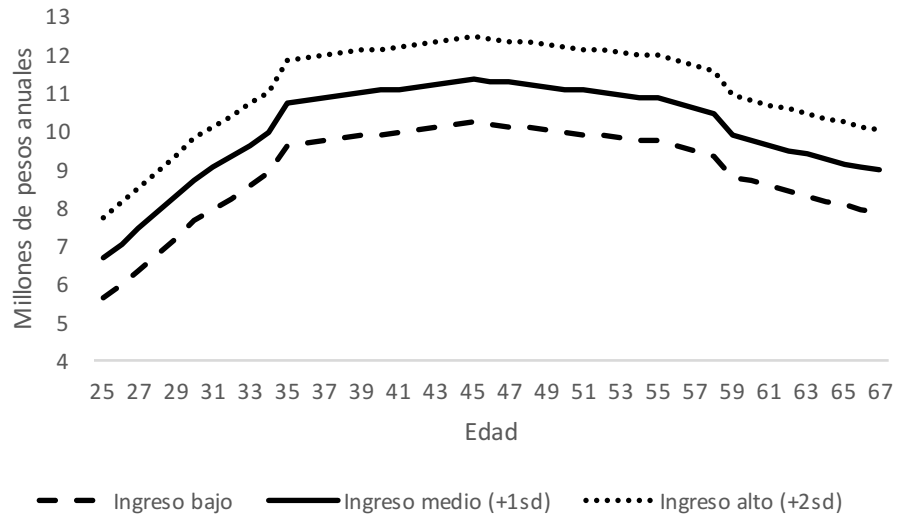
Valdés (2015) Comisión Pensiones: Evaluación Informe. Clapes UC

# Anexos

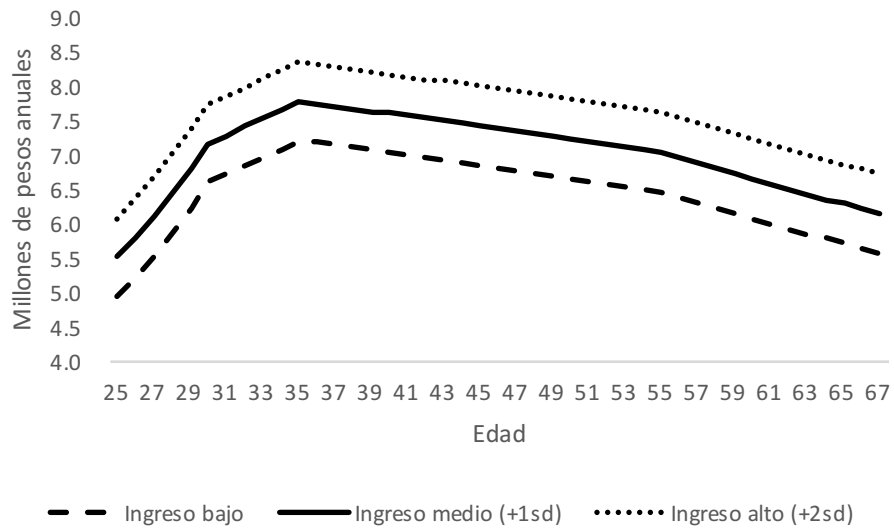
## Anexo 1: Trayectorias salariales

### Anexo 1.1: Trayectorias salariales con datos NESI

#### Hombres

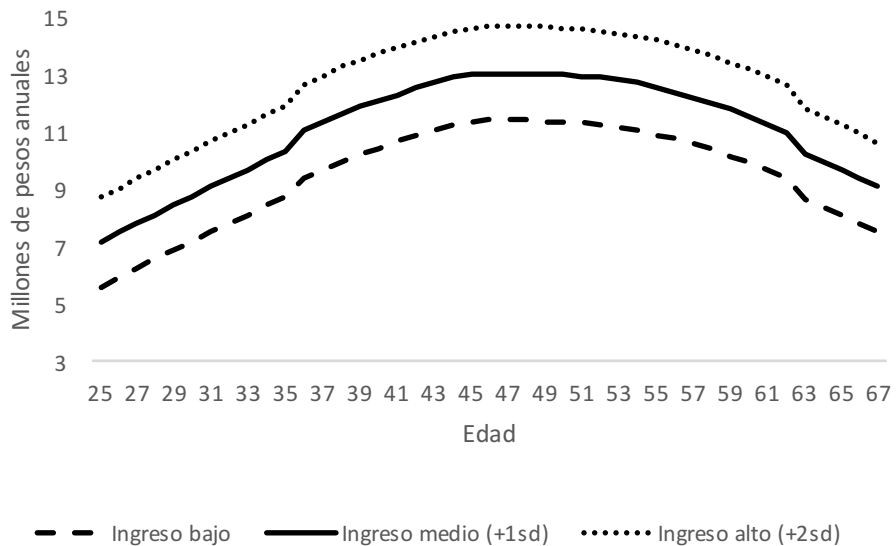


#### Mujeres

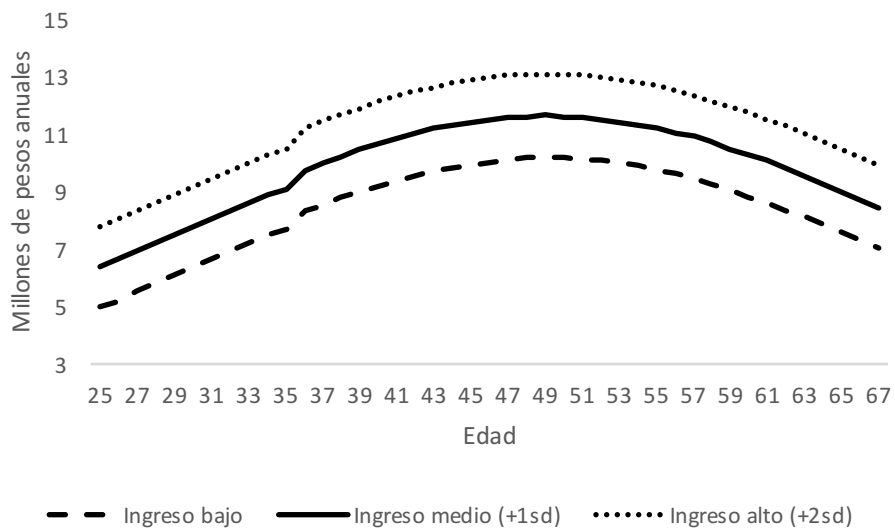


## Anexo 1.2: Trayectorias salariales con datos simulados

### Hombres



### Mujeres



## Anexo 2: Estimación polinomio edad sobre salario

Variable	Coficiente	Error Estándar	t	p-value
Edad	0,116	0,022	5,26	0,000
Edad al cuadrado	-0,023	0,005	-4,58	0,000
Edad al cubo	0,001	0,0003	3,86	0,000

## Anexo 3: Tablas de resultados caso base

### Anexo 3.1.a: Tasas óptimas caso base (datos NESI)

#### Individuo ingreso bajo

	Hombre		Mujer		
	65	67	60	65	67
Edad Jubilación	65	67	60	65	67
Tasa fija óptima	12.6%	10.9%	20.0%	14.9%	13.1%
Tasa variable óptima					
25-34	8.3%	6.2%	15.5%	11.4%	9.2%
35-44	11.2%	9.2%	18.8%	14.2%	12.1%
45-54	16.0%	14.6%	24.0%	18.2%	16.6%
55-	18.9%	17.7%	26.9%	20.4%	19.3%

#### Individuo ingreso medio

	Hombre		Mujer		
	65	67	60	65	67
Edad Jubilación	65	67	60	65	67
Tasa fija óptima	12.7%	11.0%	20.0%	15.0%	13.2%
Tasa variable óptima					
25-34	8.5%	6.3%	15.6%	11.5%	9.2%
35-44	11.4%	9.4%	18.8%	14.2%	12.1%
45-54	16.2%	14.7%	24.1%	18.2%	16.7%
55-	19.0%	17.8%	26.9%	20.4%	19.4%

Individuo ingreso alto

	Hombre		Mujer		
	65	67	60	65	67
Edad Jubilación	65	67	60	65	67
Tasa fija óptima	12.7%	11.1%	20.1%	15.0%	13.2%
Tasa variable óptima					
25-34	8.5%	6.4%	15.6%	11.5%	9.3%
35-44	11.5%	9.5%	18.9%	14.3%	12.1%
45-54	16.2%	14.7%	24.2%	18.3%	16.7%
55-	19.0%	17.8%	27.0%	20.5%	19.4%

Anexo 3.1.b: Tasas óptimas caso base (datos simulados)

Individuo ingreso bajo

	Hombre		Mujer		
	65	67	60	65	67
Edad Jubilación	65	67	60	65	67
Tasa fija óptima	12.2%	10.6%	18.7%	13.9%	12.4%
Tasa variable óptima					
25-34	7.6%	5.6%	14.3%	9.8%	7.8%
35-44	10.5%	8.6%	17.0%	12.4%	10.6%
45-54	15.5%	14.1%	21.4%	16.8%	15.4%
55-	18.5%	17.3%	24.6%	19.5%	18.4%



Individuo ingreso medio

	Hombre		Mujer		
	65	67	60	65	67
Edad Jubilación	65	67	60	65	67
Tasa fija óptima	12.5%	10.9%	19.0%	14.1%	12.5%
Tasa variable óptima					
25-34	8.0%	5.9%	14.5%	10.1%	7.9%
35-44	10.9%	9.0%	17.3%	12.8%	10.8%
45-54	15.8%	14.4%	21.9%	17.1%	15.6%
55-	18.7%	17.5%	25.0%	19.7%	18.5%

Individuo ingreso alto

	Hombre		Mujer		
	65	67	60	65	67
Edad Jubilación	65	67	60	65	67
Tasa fija óptima	12.5%	10.9%	19.2%	14.3%	12.6%
Tasa variable óptima					
25-34	8.1%	6.0%	14.7%	10.3%	8.0%
35-44	11.1%	9.1%	17.6%	13.1%	11.0%
45-54	15.9%	14.5%	22.3%	17.3%	15.7%
55-	18.8%	17.6%	25.3%	19.8%	18.6%

Anexo 3.2.a: Utilidad caso base (datos NESI)

Individuo ingreso bajo

	Hombre		Mujer		
	65	67	60	65	67
Edad Jubilación	65	67	60	65	67
Tasa actual (10%)	202.5	-	15.4	-	-
Tasa fija óptima	223.2	241.6	60.6	77.9	84.3
Tasa variable óptima	267.4	295.0	72.9	89.9	99.1

Individuo ingreso medio

	Hombre			Mujer	
	65	67	60	65	67
Edad Jubilación	65	67	60	65	67
Tasa actual (10%)	336.3	-	21.6	-	-
Tasa fija óptima	376.9	407.0	86.2	111.0	120.3
Tasa variable óptima	450.3	495.7	103.7	128.0	141.3

Individuo ingreso alto

	Hombre			Mujer	
	65	67	60	65	67
Edad Jubilación	65	67	60	65	67
Tasa actual (10%)	522.5	-	29.4	-	-
Tasa fija óptima	584.0	630.9	118.9	153.5	166.5
Tasa variable óptima	696.7	767.1	143.0	176.9	195.6

Anexo 3.2.b: Utilidad caso base (datos simulados)

Individuo ingreso bajo

	Hombre			Mujer	
	65	67	60	65	67
Edad Jubilación	65	67	60	65	67
Tasa actual (10%)	215.5	-	33.5	-	-
Tasa fija óptima	231.5	249.0	98.4	128.6	139.5
Tasa variable óptima	280.6	307.6	118.5	152.6	169.1

Individuo ingreso medio

	Hombre			Mujer	
	65	67	60	65	67
Edad Jubilación	65	67	60	65	67
Tasa actual (10%)	445.0	-	66.0	-	-
Tasa fija óptima	489.3	522.8	210.8	276.1	300.3
Tasa variable óptima	590.1	643.3	253.8	326.5	362.2

Individuo ingreso alto

	Hombre			Mujer	
	65	67	60	65	67
Edad Jubilación	65	67	60	65	67
Tasa actual (10%)	789.5	-	116.7	-	-
Tasa fija óptima	878.2	944.1	392.6	510.4	551.1
Tasa variable óptima	1056.9	1157.9	473.7	602.2	663.3

Anexo 3.3.a: Equivalente cierto del consumo caso base (datos NESI)

Individuo ingreso bajo

	Hombre			Mujer	
	65	67	60	65	67
Edad Jubilación	65	67	60	65	67
Tasa actual (10%)	0.70	-	0.50	-	-
Tasa fija óptima	0.72	0.76	0.71	0.80	0.83
Tasa variable óptima	0.75	0.80	0.74	0.82	0.87

Individuo ingreso medio

	Hombre			Mujer	
	65	67	60	65	67
Edad Jubilación	65	67	60	65	67
Tasa actual (10%)	0.70	-	0.50	-	-
Tasa fija óptima	0.73	0.76	0.71	0.79	0.83
Tasa variable óptima	0.76	0.80	0.74	0.82	0.86

Individuo ingreso alto

	Hombre			Mujer	
	65	67	60	65	67
Edad Jubilación	65	67	60	65	67
Tasa actual (10%)	0.71	-	0.50	-	-
Tasa fija óptima	0.73	0.77	0.71	0.79	0.82
Tasa variable óptima	0.76	0.81	0.74	0.82	0.86

Anexo 3.3.b: Equivalente cierto del consumo caso base (datos simulados)

Individuo ingreso bajo

	Hombre			Mujer	
Edad Jubilación	65	67	60	65	67
Tasa actual (10%)	0.64	-	0.41	-	-
Tasa fija óptima	0.66	0.71	0.53	0.63	0.68
Tasa variable óptima	0.69	0.75	0.56	0.66	0.71

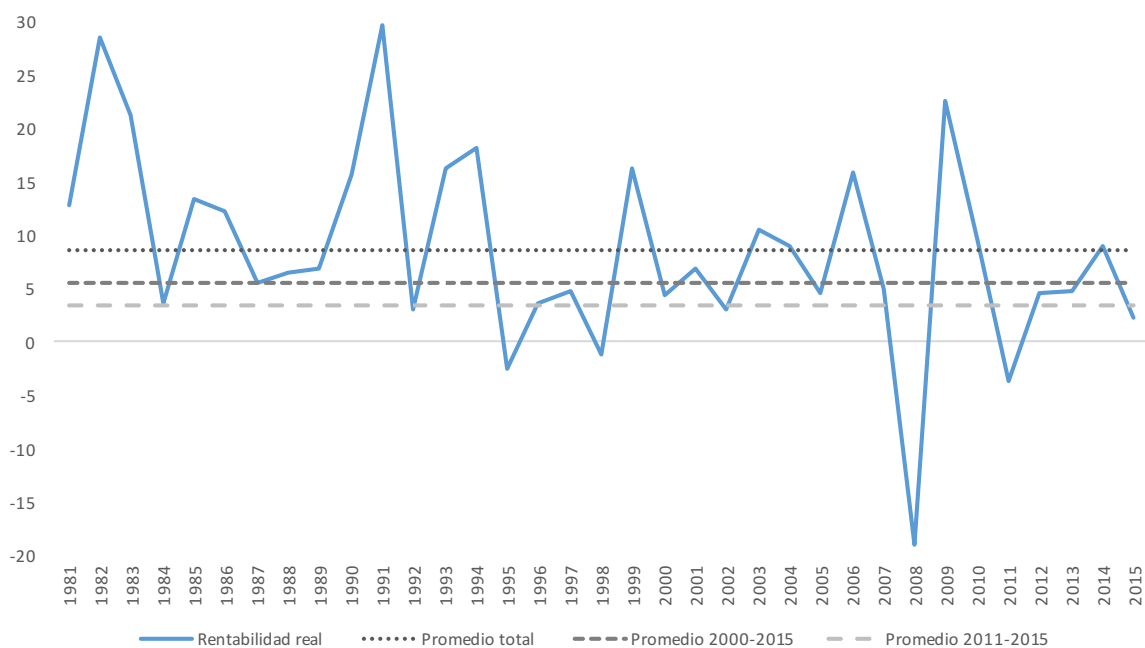
Individuo ingreso medio

	Hombre			Mujer	
Edad Jubilación	65	67	60	65	67
Tasa actual (10%)	0.66	-	0.42	-	-
Tasa fija óptima	0.68	0.73	0.56	0.65	0.70
Tasa variable óptima	0.71	0.77	0.58	0.68	0.73

Individuo ingreso alto

	Hombre			Mujer	
Edad Jubilación	65	67	60	65	67
Tasa actual (10%)	0.67	-	0.42	-	-
Tasa fija óptima	0.69	0.73	0.58	0.66	0.71
Tasa variable óptima	0.72	0.77	0.60	0.69	0.74

## Anexo 4: Rentabilidad real histórica Fondo C AFP



## Anexo 5: Tablas de resultados análisis de sensibilidad

### Anexo 5.1.a: Tasa óptima escenario positivo en rentabilidad (datos NESI)

Individuo ingreso bajo

	Hombre		Mujer		
	65	67	60	65	67
Edad Jubilación	65	67	60	65	67
Tasa fija óptima	10.6%	9.1%	17.4%	12.6%	10.9%
Tasa variable óptima					
25-34	6.3%	4.5%	13.6%	8.7%	6.7%
35-44	9.5%	7.7%	16.5%	12.2%	10.2%
45-54	14.9%	13.6%	21.6%	16.9%	15.5%
55-	18.1%	17.0%	24.9%	19.6%	18.5%

Individuo ingreso medio

	Hombre		Mujer		
	65	67	60	65	67
Edad Jubilación	65	67	60	65	67
Tasa fija óptima	10.7%	9.2%	17.5%	12.6%	11.0%
Tasa variable óptima					
25-34	6.4%	4.5%	13.6%	8.8%	6.8%
35-44	9.6%	7.8%	16.6%	12.2%	10.3%
45-54	15.0%	13.7%	21.6%	17.0%	15.5%
55-	18.2%	17.0%	25.0%	19.6%	18.5%

Individuo ingreso alto

	Hombre		Mujer		
	65	67	60	65	67
Edad Jubilación	65	67	60	65	67
Tasa fija óptima	10.8%	9.2%	17.5%	12.7%	11.0%
Tasa variable óptima					
25-34	6.5%	4.6%	13.6%	8.8%	6.8%
35-44	9.7%	8.0%	16.6%	12.3%	10.3%
45-54	15.1%	13.7%	21.7%	17.0%	15.5%
55-	18.3%	17.1%	25.0%	19.6%	18.5%

Anexo 5.1.b: Utilidad escenario positivo en rentabilidad(datos NESI)

Individuo ingreso bajo

	Hombre		Mujer		
	65	67	60	65	67
Edad Jubilación	65	67	60	65	67
Tasa actual (10%)	250.8	-	31.1	-	-
Tasa fija óptima	252.1	270.2	72.2	90.5	96.9
Tasa variable óptima	302.2	328.9	85.0	106.1	115.1

Individuo ingreso medio

	Hombre			Mujer	
Edad Jubilación	65	67	60	65	67
Tasa actual (10%)	419.8	-	43.8	-	-
Tasa fija óptima	424.9	451.7	102.7	129.0	138.3
Tasa variable óptima	508.9	549.1	120.9	151.2	164.4

Individuo ingreso alto

	Hombre			Mujer	
Edad Jubilación	65	67	60	65	67
Tasa actual (10%)	656.4	-	59.9	-	-
Tasa fija óptima	661.4	707.2	141.7	178.5	191.5
Tasa variable óptima	791.6	858.9	166.9	209.1	227.6

Anexo 5.1.c: Equivalente cierto consumo escenario positivo en rentabilidad (datos NESI)

Individuo ingreso bajo

	Hombre			Mujer	
Edad Jubilación	65	67	60	65	67
Tasa actual (10%)	0.74	-	0.60	-	-
Tasa fija óptima	0.74	0.78	0.74	0.83	0.86
Tasa variable óptima	0.77	0.82	0.77	0.86	0.90

Individuo ingreso medio

	Hombre			Mujer	
Edad Jubilación	65	67	60	65	67
Tasa actual (10%)	0.75	-	0.60	-	-
Tasa fija óptima	0.75	0.78	0.74	0.82	0.86
Tasa variable óptima	0.78	0.82	0.77	0.86	0.89

Individuo ingreso alto

	Hombre		Mujer		
	65	67	60	65	67
Edad Jubilación	65	67	60	65	67
Tasa actual (10%)	0.75	-	0.60	-	-
Tasa fija óptima	0.75	0.79	0.74	0.82	0.85
Tasa variable óptima	0.79	0.83	0.77	0.86	0.89

Anexo 5.2.a: Tasa óptima escenario positivo en rentabilidad (datos simulados)

Individuo ingreso bajo

	Hombre		Mujer		
	65	67	60	65	67
Edad Jubilación	65	67	60	65	67
Tasa fija óptima	10.4%	8.9%	16.4%	11.8%	10.2%
Tasa variable óptima					
25-34	5.9%	4.1%	12.9%	7.7%	5.7%
35-44	8.9%	7.1%	15.0%	10.5%	8.6%
45-54	14.3%	13.0%	18.9%	15.3%	13.9%
55-	17.8%	16.6%	22.4%	18.6%	17.4%

Individuo ingreso medio

	Hombre		Mujer		
	65	67	60	65	67
Edad Jubilación	65	67	60	65	67
Tasa fija óptima	11.1%	9.1%	16.7%	12.0%	10.4%
Tasa variable óptima					
25-34	6.8%	4.3%	13.0%	7.9%	5.9%
35-44	9.8%	7.5%	15.3%	10.9%	9.0%
45-54	14.9%	13.3%	19.4%	15.7%	14.3%
55-	18.2%	16.8%	22.9%	18.8%	17.6%



Individuo ingreso alto

	Hombre		Mujer		
	65	67	60	65	67
Edad Jubilación	65	67	60	65	67
Tasa fija óptima	10.7%	9.1%	16.9%	12.1%	10.5%
Tasa variable óptima					
25-34	6.4%	4.3%	13.1%	8.0%	6.0%
35-44	9.5%	7.6%	15.6%	11.1%	9.2%
45-54	14.8%	13.4%	19.8%	15.9%	14.5%
55-	18.1%	16.8%	23.2%	18.9%	17.7%

Anexo 5.2.b: Utilidad escenario positivo en rentabilidad (datos simulados)

Individuo ingreso bajo

	Hombre		Mujer		
	65	67	60	65	67
Edad Jubilación	65	67	60	65	67
Tasa actual (10%)	259.4	-	60.9	-	-
Tasa fija óptima	259.9	277.0	114.0	146.3	157.2
Tasa variable óptima	313.8	339.7	132.6	173.6	189.7

Individuo ingreso medio

	Hombre		Mujer		
	65	67	60	65	67
Edad Jubilación	65	67	60	65	67
Tasa actual (10%)	545.3	-	123.1	-	-
Tasa fija óptima	549.9	582.0	245.8	315.5	339.2
Tasa variable óptima	663.0	712.5	286.8	374.3	408.9

Individuo ingreso alto

	Hombre		Mujer		
	65	67	60	65	67
Edad Jubilación	65	67	60	65	67
Tasa actual (10%)	972.1	-	220.5	-	-
Tasa fija óptima	990.6	1039.7	458.1	581.5	621.1
Tasa variable óptima	1193.1	1271.1	536.4	689.9	748.7

Anexo 5.2.c: Equivalente cierto consumo escenario positivo en rentabilidad (datos simulados)

Individuo ingreso bajo

	Hombre		Mujer		
	65	67	60	65	67
Edad Jubilación	65	67	60	65	67
Tasa actual (10%)	0.68	-	0.47	-	-
Tasa fija óptima	0.68	0.73	0.55	0.65	0.70
Tasa variable óptima	0.71	0.77	0.57	0.68	0.73

Individuo ingreso medio

	Hombre		Mujer		
	65	67	60	65	67
Edad Jubilación	65	67	60	65	67
Tasa actual (10%)	0.70	-	0.49	-	-
Tasa fija óptima	0.70	0.75	0.58	0.67	0.72
Tasa variable óptima	0.73	0.79	0.60	0.70	0.75

Individuo ingreso alto

	Hombre		Mujer		
	65	67	60	65	67
Edad Jubilación	65	67	60	65	67
Tasa actual (10%)	0.70	-	0.50	-	-
Tasa fija óptima	0.71	0.75	0.60	0.69	0.73
Tasa variable óptima	0.74	0.79	0.62	0.72	0.76

### Anexo 5.3.a: Tasa óptima escenario negativo en rentabilidad (datos NESI)

#### Individuo ingreso bajo

	Hombre		Mujer		
	65	67	60	65	67
Edad Jubilación					
Tasa fija óptima	14.7%	13.0%	22.7%	17.5%	15.6%
Tasa variable óptima					
25-34	9.8%	7.5%	16.6%	13.7%	11.2%
35-44	13.2%	11.0%	20.7%	16.6%	14.3%
45-54	17.9%	16.2%	27.2%	20.3%	18.5%
55-	20.5%	19.3%	30.7%	22.3%	21.3%

#### Individuo ingreso medio

	Hombre		Mujer		
	65	67	60	65	67
Edad Jubilación					
Tasa fija óptima	14.9%	13.1%	22.7%	17.5%	15.6%
Tasa variable óptima					
25-34	10.0%	7.7%	16.7%	13.7%	11.3%
35-44	13.4%	11.2%	20.8%	16.7%	14.3%
45-54	18.0%	16.3%	27.3%	20.3%	18.6%
55-	20.6%	19.4%	30.7%	22.3%	21.3%

#### Individuo ingreso alto

	Hombre		Mujer		
	65	67	60	65	67
Edad Jubilación					
Tasa fija óptima	14.9%	13.2%	22.8%	17.6%	15.7%
Tasa variable óptima					
25-34	10.2%	7.9%	16.7%	13.8%	11.3%
35-44	13.5%	11.3%	20.9%	16.7%	14.4%
45-54	18.1%	16.4%	27.4%	20.4%	18.6%
55-	20.6%	19.5%	30.8%	22.3%	21.3%

### Anexo 5.3.b: Utilidad escenario negativo en rentabilidad (datos NESI)

#### Individuo ingreso bajo

	Hombre			Mujer	
	65	67	60	65	67
Edad Jubilación	65	67	60	65	67
Tasa actual (10%)	137.3	-	7.2	-	-
Tasa fija óptima	194.8	212.8	50.0	65.7	71.8
Tasa variable óptima	239.2	267.0	63.8	76.7	85.8

#### Individuo ingreso medio

	Hombre			Mujer	
	65	67	60	65	67
Edad Jubilación	65	67	60	65	67
Tasa actual (10%)	225.2	-	10.1	-	-
Tasa fija óptima	330.2	360.1	71.1	93.6	102.5
Tasa variable óptima	403.8	450.3	90.7	109.1	122.2

#### Individuo ingreso alto

	Hombre			Mujer	
	65	67	60	65	67
Edad Jubilación	65	67	60	65	67
Tasa actual (10%)	346.7	-	13.8	-	-
Tasa fija óptima	511.0	557.6	97.9	129.3	141.8
Tasa variable óptima	623.2	695.2	125.0	150.6	169.0

### Anexo 5.3.c: Equivalente cierto consumo escenario negativo en rentabilidad (datos NESI)

#### Individuo ingreso bajo

	Hombre			Mujer	
	65	67	60	65	67
Edad Jubilación	65	67	60	65	67
Tasa actual (10%)	0.63	-	0.42	-	-
Tasa fija óptima	0.69	0.73	0.67	0.76	0.80
Tasa variable óptima	0.73	0.78	0.72	0.79	0.83

Individuo ingreso medio

	Hombre		Mujer		
	65	67	60	65	67
Edad Jubilación	65	67	60	65	67
Tasa actual (10%)	0.64	-	0.41	-	-
Tasa fija óptima	0.70	0.74	0.67	0.76	0.80
Tasa variable óptima	0.74	0.78	0.72	0.79	0.83

Individuo ingreso alto

	Hombre		Mujer		
	65	67	60	65	67
Edad Jubilación	65	67	60	65	67
Tasa actual (10%)	0.64	-	0.41	-	-
Tasa fija óptima	0.71	0.74	0.68	0.76	0.79
Tasa variable óptima	0.74	0.79	0.72	0.79	0.83

Anexo 5.4.a: Tasa óptima escenario negativo en rentabilidad (datos simulados)

Individuo ingreso bajo

	Hombre		Mujer		
	65	67	60	65	67
Edad Jubilación	65	67	60	65	67
Tasa fija óptima	14.3%	12.6%	20.9%	16.1%	14.3%
Tasa variable óptima					
25-34	8.9%	6.7%	15.0%	11.1%	8.8%
35-44	12.4%	10.2%	18.3%	14.5%	12.2%
45-54	17.3%	15.7%	23.9%	18.9%	17.2%
55-	20.1%	18.9%	27.8%	21.2%	20.1%

Individuo ingreso medio

	Hombre		Mujer		
	65	67	60	65	67
Edad Jubilación	65	67	60	65	67
Tasa fija óptima	14.6%	12.8%	21.4%	16.5%	14.7%
Tasa variable óptima					
25-34	9.5%	7.1%	15.3%	11.6%	9.3%
35-44	12.8%	10.6%	18.8%	15.0%	12.7%
45-54	17.6%	16.0%	24.7%	19.3%	17.5%
55-	20.2%	19.1%	28.5%	21.5%	20.4%

Individuo ingreso alto

	Hombre		Mujer		
	65	67	60	65	67
Edad Jubilación	65	67	60	65	67
Tasa fija óptima	14.7%	13.6%	21.8%	16.6%	14.8%
Tasa variable óptima					
25-34	9.6%	8.0%	15.6%	11.9%	9.5%
35-44	13.0%	11.5%	19.3%	15.2%	12.9%
45-54	17.8%	16.7%	25.3%	19.5%	17.7%
55-	20.4%	19.7%	29.1%	21.7%	20.6%

Anexo 5.4.b: Utilidad escenario negativo en rentabilidad (datos simulados)

Individuo ingreso bajo

	Hombre			Mujer	
	65	67	60	65	67
Edad Jubilación	65	67	60	65	67
Tasa actual (10%)	153.2	-	17.3	-	-
Tasa fija óptima	203.8	220.5	83.9	111.4	121.8
Tasa variable óptima	254.6	281.1	106.7	136.3	152.4

Individuo ingreso medio

	Hombre			Mujer	
	65	67	60	65	67
Edad Jubilación	65	67	60	65	67
Tasa actual (10%)	307.6	-	33.3	-	-
Tasa fija óptima	430.1	464.3	178.6	238.1	260.6
Tasa variable óptima	530.7	588.5	228.5	289.5	324.0

Individuo ingreso alto

	Hombre			Mujer	
	65	67	60	65	67
Edad Jubilación	65	67	60	65	67
Tasa actual (10%)	541.3	-	58.3	-	-
Tasa fija óptima	775.3	838.5	332.4	439.7	479.6
Tasa variable óptima	956.3	1066.5	428.3	532.3	594.0

Anexo 5.4.c: Equivalente cierto consumo escenario negativo en rentabilidad (datos simulados)

Individuo ingreso bajo

	Hombre		Mujer		
Edad Jubilación	65	67	60	65	67
Tasa actual (10%)	0.59	-	0.34	-	-
Tasa fija óptima	0.64	0.69	0.51	0.61	0.66
Tasa variable óptima	0.67	0.74	0.54	0.64	0.69

Individuo ingreso medio

	Hombre		Mujer		
Edad Jubilación	65	67	60	65	67
Tasa actual (10%)	0.60	-	0.35	-	-
Tasa fija óptima	0.66	0.71	0.53	0.63	0.67
Tasa variable óptima	0.69	0.75	0.57	0.66	0.71

Individuo ingreso alto

	Hombre		Mujer		
Edad Jubilación	65	67	60	65	67
Tasa actual (10%)	0.61	-	0.36	-	-
Tasa fija óptima	0.66	0.71	0.55	0.64	0.68
Tasa variable óptima	0.70	0.76	0.59	0.67	0.72



## Anexo 6: Tablas de resultados análisis de sensibilidad - Desempleo

Anexo 6.1.a: Tasa óptima escenario con desempleo (datos NESI)

	Hombre			Mujer	
	65	67	60	65	67
Edad Jubilación	65	67	60	65	67
Tasa fija óptima	12.7%	11.0%	20.1%	15.1%	13.3%
Tasa variable óptima					
25-34	8.5%	6.3%	15.7%	11.6%	9.3%
35-44	11.4%	9.4%	19.0%	14.3%	12.2%
45-54	16.2%	14.7%	24.2%	18.3%	16.7%
55-	19.0%	17.8%	27.0%	20.5%	19.4%

Anexo 6.1.b: Utilidad escenario con desempleo (datos NESI)

	Hombre			Mujer	
	65	67	60	65	67
Edad Jubilación	65	67	60	65	67
Tasa actual (10%)	202.5	-	15.4	-	-
Tasa fija óptima	238.6	258.1	64.8	83.1	89.9
Tasa variable óptima	285.8	314.9	78.0	95.8	105.5

Anexo 6.1.c: Equivalente cierto consumo escenario con desempleo (datos NESI)

	Hombre			Mujer	
	65	67	60	65	67
Edad Jubilación	65	67	60	65	67
Tasa actual (10%)	0.70	-	0.50	-	-
Tasa fija óptima	0.73	0.77	0.72	0.81	0.84
Tasa variable óptima	0.76	0.81	0.75	0.84	0.88

Anexo 6.2.a: Tasa óptima escenario con desempleo (datos simulados)

	Hombre		Mujer		
	65	67	60	65	67
Edad Jubilación	65	67	60	65	67
Tasa fija óptima	12.3%	10.7%	19.1%	14.0%	12.4%
Tasa variable óptima					
25-34	7.8%	5.7%	14.6%	9.9%	7.8%
35-44	10.7%	8.7%	17.3%	12.6%	10.6%
45-54	15.6%	14.2%	21.8%	16.8%	15.4%
55-	18.6%	17.4%	24.9%	19.5%	18.4%

Anexo 6.2.b: Utilidad escenario con desempleo (datos simulados)

	Hombre		Mujer		
	65	67	60	65	67
Edad Jubilación	65	67	60	65	67
Tasa actual (10%)	215.5	-	33.5	-	-
Tasa fija óptima	248.0	266.7	106.6	139.3	151.1
Tasa variable óptima	300.3	329.2	129.0	164.9	182.6

Anexo 6.2.c: Equivalente cierto consumo escenario con desempleo (datos simulados)

	Hombre		Mujer		
	65	67	60	65	67
Edad Jubilación	65	67	60	65	67
Tasa actual (10%)	0.64	-	0.41	-	-
Tasa fija óptima	0.67	0.73	0.54	0.64	0.69
Tasa variable óptima	0.70	0.76	0.57	0.67	0.73

## Anexo 7: Tablas de resultados análisis de sensibilidad – Cambio de aversión al riesgo

Anexo 7.1.a: Tasa óptima escenario con menor aversión al riesgo ( $\gamma=2.5$ ) (datos NESI)

	Hombre		Mujer		
	65	67	60	65	67
Edad Jubilación	65	67	60	65	67
Tasa fija óptima	13.1%	11.4%	19.8%	14.7%	12.9%
Tasa variable óptima					
25-34	8.9%	6.7%	15.4%	11.2%	8.9%
35-44	11.9%	9.8%	18.6%	14.0%	11.9%
45-54	16.5%	15.0%	23.8%	18.1%	16.5%
55-	19.2%	18.0%	26.7%	20.3%	19.2%

Anexo 7.1.b: Utilidad escenario con menor aversión al riesgo ( $\gamma=2.5$ ) (datos NESI)

	Hombre		Mujer		
	65	67	60	65	67
Edad Jubilación	65	67	60	65	67
Tasa actual (10%)	0.89	-	0.43	-	-
Tasa fija óptima	0.92	0.94	0.54	0.59	0.61
Tasa variable óptima	0.98	1.02	0.58	0.63	0.65

Anexo 7.1.c: Equivalente cierto consumo escenario con menor aversión al riesgo ( $\gamma=2.5$ )  
(datos NESI)

	Hombre		Mujer		
Edad Jubilación	65	67	60	65	67
Tasa actual (10%)	0.73	-	0.62	-	-
Tasa fija óptima	0.75	0.79	0.72	0.81	0.84
Tasa variable óptima	0.78	0.83	0.75	0.84	0.88

Anexo 7.2.a: Tasa óptima escenario con menor aversión al riesgo ( $\gamma=2.5$ ) (datos simulados)

	Hombre		Mujer		
Edad Jubilación	65	67	60	65	67
Tasa fija óptima	13.4%	11.3%	19.5%	14.9%	12.6%
Tasa variable óptima					
25-34	8.9%	6.3%	14.8%	10.9%	7.9%
35-44	11.9%	9.4%	17.7%	13.6%	10.8%
45-54	16.5%	14.7%	22.5%	17.7%	15.6%
55-	19.2%	17.8%	25.5%	20.1%	18.5%

Anexo 7.2.b: Utilidad escenario con menor aversión al riesgo ( $\gamma=2.5$ ) (datos simulados)

	Hombre		Mujer		
Edad Jubilación	65	67	60	65	67
Tasa actual (10%)	0.93	-	0.56	-	-
Tasa fija óptima	0.95	0.98	0.70	0.77	0.79
Tasa variable óptima	1.02	1.06	0.75	0.82	0.85

Anexo 7.2.c: Equivalente cierto consumo escenario con menor aversión al riesgo ( $\gamma=2.5$ )  
(datos simulados)

	Hombre		Mujer		
	65	67	60	65	67
Edad Jubilación	65	67	60	65	67
Tasa actual (10%)	0.69	-	0.49	-	-
Tasa fija óptima	0.70	0.75	0.57	0.67	0.72
Tasa variable óptima	0.73	0.80	0.59	0.70	0.75

Anexo 7.3.a: Tasa óptima escenario con menor aversión al riesgo ( $\gamma=7.5$ ) (datos NESI)

	Hombre		Mujer		
	65	67	60	65	67
Edad Jubilación	65	67	60	65	67
Tasa fija óptima	12.0%	10.5%	19.8%	14.8%	13.1%
Tasa variable óptima					
25-34	7.7%	5.7%	15.4%	11.3%	9.1%
35-44	10.6%	8.7%	18.6%	14.1%	12.0%
45-54	15.6%	14.2%	23.8%	18.1%	16.6%
55-	18.6%	17.4%	26.7%	20.4%	19.3%

Anexo 7.3.b: Utilidad escenario con menor aversión al riesgo ( $\gamma=7.5$ ) (datos NESI)

	Hombre		Mujer		
	65	67	60	65	67
Edad Jubilación	65	67	60	65	67
Tasa actual (10%)	22742	-	205	-	-
Tasa fija óptima	26794	30494	3846	5777	6560
Tasa variable óptima	36047	42260	5154	7281	8514

Anexo 7.3.c: Equivalente cierto consumo escenario con menor aversión al riesgo ( $\gamma=7.5$ )  
(datos NESI)

	Hombre		Mujer		
Edad Jubilación	65	67	60	65	67
Tasa actual (10%)	0.67	-	0.44	-	
Tasa fija óptima	0.69	0.73	0.70	0.78	0.82
Tasa variable óptima	0.72	0.76	0.73	0.81	0.85

Anexo 7.4.a: Tasa óptima escenario con menor aversión al riesgo ( $\gamma=7.5$ ) (datos simulados)

	Hombre		Mujer		
Edad Jubilación	65	67	60	65	67
Tasa fija óptima	13.4%	11.3%	19.5%	14.9%	12.6%
Tasa variable óptima					
25-34	8.9%	6.3%	14.8%	10.9%	7.9%
35-44	11.9%	9.4%	17.7%	13.6%	10.8%
45-54	16.5%	14.7%	22.5%	17.7%	15.6%
55-	19.2%	17.8%	25.5%	20.1%	18.5%

Anexo 7.4.b: Utilidad escenario con menor aversión al riesgo ( $\gamma=7.5$ ) (datos simulados)

	Hombre		Mujer		
Edad Jubilación	65	67	60	65	67
Tasa actual (10%)	24428	-	787	-	
Tasa fija óptima	25382	29377	6380	9704	11477
Tasa variable óptima	35747	42453	9171	13209	15982

Anexo 7.4.c: Equivalente cierto consumo escenario con menor aversión al riesgo ( $\gamma=7.5$ ) (datos simulados)

	Hombre		Mujer		
	65	67	60	65	67
Edad Jubilación	65	67	60	65	67
Tasa actual (10%)	0.61	-	0.36	-	-
Tasa fija óptima	0.62	0.67	0.50	0.59	0.64
Tasa variable óptima	0.65	0.71	0.53	0.62	0.68

### Anexo 8: Tablas de resultados análisis de sensibilidad – Cambio de probabilidad mortalidad

Anexo 8.1.a: Tasa óptima escenario con menor probabilidad de morir (-10%) (datos NESI)

	Hombre		Mujer		
	65	67	60	65	67
Edad Jubilación	65	67	60	65	67
Tasa fija óptima	13.0%	11.3%	20.3%	15.3%	13.5%
Tasa variable óptima					
25-34	8.8%	6.7%	15.8%	11.9%	9.6%
35-44	11.7%	9.7%	19.2%	14.6%	12.4%
45-54	16.4%	14.9%	24.5%	18.4%	16.9%
55-	19.1%	18.0%	27.3%	20.6%	19.5%

Anexo 8.1.b: Utilidad escenario con menor probabilidad de morir (-10%) (datos NESI)

	Hombre		Mujer		
	65	67	60	65	67
Edad Jubilación	65	67	60	65	67
Tasa actual (10%)	79.1	-	6.3	-	-
Tasa fija óptima	90.3	98.1	26.6	34.2	37.0
Tasa variable óptima	102.7	111.4	27.2	33.9	36.2

Anexo 8.1.c: Equivalente cierto consumo escenario con menor probabilidad de morir (-10%) (datos NESI)

	Hombre		Mujer		
	65	67	60	65	67
Edad Jubilación	65	67	60	65	67
Tasa actual (10%)	0.69	-	0.49	-	-
Tasa fija óptima	0.71	0.75	0.71	0.80	0.83
Tasa variable óptima	0.74	0.77	0.71	0.79	0.83

Anexo 8.2.a: Tasa óptima escenario con menor probabilidad de morir (-10%) (datos simulados)

	Hombre		Mujer		
	65	67	60	65	67
Edad Jubilación	65	67	60	65	67
Tasa fija óptima	12.7%	11.0%	19.2%	14.4%	12.7%
Tasa variable óptima					
25-34	8.2%	6.1%	14.7%	10.4%	8.2%
35-44	11.1%	9.2%	17.4%	13.0%	11.0%
45-54	15.9%	14.5%	22.0%	17.2%	15.7%
55-	18.8%	17.6%	25.1%	19.8%	18.6%

Anexo 8.2.b: Utilidad escenario con menor probabilidad de morir (-10%) (datos simulados)

	Hombre		Mujer		
	65	67	60	65	67
Edad Jubilación	65	67	60	65	67
Tasa actual (10%)	85.1	-	12.5	-	-
Tasa fija óptima	94.5	102.0	41.5	54.6	59.3
Tasa variable óptima	110.6	119.2	47.2	59.9	65.1



Anexo 8.2.c: Equivalente cierto consumo escenario con menor probabilidad de morir (-10%)  
(datos simulados)

	Hombre		Mujer		
	65	67	60	65	67
Edad Jubilación	65	67	60	65	67
Tasa actual (10%)	0.65	-	0.41	-	-
Tasa fija óptima	0.67	0.72	0.55	0.65	0.70
Tasa variable óptima	0.69	0.75	0.57	0.67	0.72

Anexo 8.3.a: Tasa óptima escenario con menor probabilidad de morir (-20%) (datos NESI)

	Hombre		Mujer		
	65	67	60	65	67
Edad Jubilación	65	67	60	65	67
Tasa fija óptima	13.3%	11.6%	20.6%	15.5%	13.7%
Tasa variable óptima					
25-34	9.2%	7.0%	16.0%	12.2%	9.9%
35-44	12.1%	10.1%	19.4%	14.8%	12.7%
45-54	16.7%	15.2%	24.8%	18.6%	17.1%
55-	19.3%	18.2%	27.5%	20.7%	19.7%

Anexo 8.3.b: Utilidad escenario con menor probabilidad de morir (-20%) (datos NESI)

	Hombre		Mujer		
	65	67	60	65	67
Edad Jubilación	65	67	60	65	67
Tasa actual (10%)	75.1	-	5.8	-	-
Tasa fija óptima	88.5	96.3	26.1	33.6	36.4
Tasa variable óptima	100.6	109.2	26.7	33.3	35.7

Anexo 8.3.c: Equivalente cierto consumo escenario con menor probabilidad de morir (-20%)  
(datos NESI)

	Hombre		Mujer		
	65	67	60	65	67
Edad Jubilación	65	67	60	65	67
Tasa actual (10%)	0.68	-	0.48	-	-
Tasa fija óptima	0.71	0.75	0.71	0.79	0.83
Tasa variable óptima	0.73	0.77	0.71	0.79	0.83

Anexo 8.4.a: Tasa óptima escenario con menor probabilidad de morir (-20%) (datos simulados)

	Hombre		Mujer		
	65	67	60	65	67
Edad Jubilación	65	67	60	65	67
Tasa fija óptima	13.0%	11.3%	19.4%	14.6%	12.9%
Tasa variable óptima					
25-34	8.5%	6.5%	14.8%	10.6%	8.5%
35-44	11.5%	9.5%	17.7%	13.3%	11.3%
45-54	16.2%	14.7%	22.3%	17.4%	15.9%
55-	19.0%	17.8%	25.4%	19.9%	18.8%

Anexo 8.4.b: Utilidad escenario con menor probabilidad de morir (-20%) (datos simulados)

	Hombre		Mujer		
	65	67	60	65	67
Edad Jubilación	65	67	60	65	67
Tasa actual (10%)	81.2	-	11.7	-	-
Tasa fija óptima	92.7	100.1	40.8	53.7	58.4
Tasa variable óptima	108.4	116.9	46.5	58.9	64.1

Anexo 8.4.c: Equivalente cierto consumo escenario con menor probabilidad de morir (-20%)  
(datos simulados)

	Hombre		Mujer		
	65	67	60	65	67
Edad Jubilación	65	67	60	65	67
Tasa actual (10%)	0.64	-	0.40	-	
Tasa fija óptima	0.66	0.72	0.55	0.65	0.70
Tasa variable óptima	0.69	0.74	0.56	0.66	0.72

**Anexo 9: Tasa de reemplazo para cada escenario**

	Modelo	Modelo	Modelo	Modelo		
	Actual	óptimo	Actual	óptimo		
	Hombre			Mujer		
	Edad jubilación			Edad de jubilación		
	65	65	67	60	60	65
Caso Base	0.58	0.73	0.77	0.35	0.70	0.78
Caso menor rentabilidad (+2.33)	0.46	0.68	0.72	0.28	0.64	0.72
Caso mayor rentabilidad (+4.33)	0.74	0.78	0.83	0.43	0.75	0.84
Caso mayor aversión al riesgo (gamma 7.5)	0.58	0.70	0.74	0.35	0.69	0.77
Caso menor aversión al riesgo (gamma 2.5)	0.58	0.76	0.80	0.35	0.69	0.77
Caso con probabilidad de desempleo	0.58	0.74	0.78	0.35	0.70	0.79
Caso mayor esperanza de vida (-10% mortalidad)	0.56	0.72	0.76	0.34	0.70	0.78
Caso mayor esperanza de vida (-20% mortalidad)	0.54	0.71	0.75	0.34	0.69	0.77