



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE CIENCIAS

EVALUACIÓN DE LAS PROPUESTAS DE REFORMA AL SISTEMA DE PENSIONES ECUATORIANO INCREMENTO EN EL TIEMPO DE COTIZACIÓN PARA EL CÁLCULO DE LA PENSIÓN POR VEJEZ

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PRESENTADO COMO
REQUISITO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
MATEMÁTICO**

TAYNA LISSET RUIZ HIDALGO

tayna.ruiz@epn.edu.ec

DIRECTOR: DIEGO PAÚL HUARACA SHAGÑAY

diego.huaracas@epn.edu.ec

DMQ, AGOSTO 2024

CERTIFICACIONES

Yo, TAYNA LISSET RUIZ HIDALGO, declaro que el trabajo de integración curricular aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

Tayna Lisset Ruiz Hidalgo

Certifico que el presente trabajo de integración curricular fue desarrollado por Tayna Lisset Ruiz Hidalgo, bajo mi supervisión.

Diego Paúl Huaraca Shagñay
DIRECTOR

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

A través de la presente declaración, afirmamos que el trabajo de integración curricular aquí descrito, así como el(los) producto(s) resultante(s) del mismo, es(son) público(s) y estará(n) a disposición de la comunidad a través del repositorio institucional de la Escuela Politécnica Nacional; sin embargo, la titularidad de los derechos patrimoniales nos corresponde a los autores que hemos contribuido en el desarrollo del presente trabajo; observando para el efecto las disposiciones establecidas por el órgano competente en propiedad intelectual, la normativa interna y demás normas.

Tayna Lisset Ruiz Hidalgo

Diego Paúl Huaraca Shagñay

RESUMEN

La situación de déficit en la que se encuentra el Sistema de Pensiones Ecuatoriano es un tema crítico que requiere un estudio profundo para encontrar soluciones que protejan y aseguren los derechos de toda la población afectada. En respuesta a esta situación, en agosto de 2023, se propusieron una serie de reformas destinadas a mejorar la sostenibilidad del sistema de pensiones.

Este proyecto tiene como objetivo principal estimar el ahorro promedio que el IESS podría obtener por cada jubilado tras la implementación de la reforma que propone el incremento en el tiempo de cotización para el cálculo de la pensión por vejez, además de evaluar el impacto de su aplicación en diferentes grupos de la población, y determinando aquellos que se verán más afectados. Asimismo, se realiza una comparación exhaustiva de varios elementos de la seguridad social, tanto antes como después de la reforma.

Para lograr estos objetivos, se lleva a cabo un análisis detallado del sistema de pensiones en Ecuador, el mismo permite comprender el funcionamiento del sistema y evaluar cómo la reforma puede influir en el bienestar de los afiliados y en la sostenibilidad financiera del IESS. Se presta especial atención a cómo esta reforma afecta el ahorro estatal y otros aspectos clave como el ahorro total de los afiliados, la tasa de reemplazo y el año en que se alcanzaría el déficit de fondos para los jubilados. Con esto, se busca comprender la reforma propuesta, proporcionando una visión detallada de sus implicaciones para el sistema de seguridad social y la población en general.

Palabras clave: IESS, seguro social, reforma, déficit, ahorro, pensiones, seguridad social, vejez.

ABSTRACT

The deficit situation in the Ecuadorian Pension System is a critical issue that requires an in-depth study to find solutions that protect and secure the rights of the entire affected population. In response to this situation, a series of reforms aimed at improving the sustainability of the pension system were proposed in August 2023.

This project aims to estimate the average savings that the IESS (Ecuadorian Social Security Institute) could achieve for each retiree after the implementation of the reform, which proposes an increase in the contribution period for calculating the old-age pension. Additionally, it evaluates the impact of its application on different population groups, identifying those most affected. A comprehensive comparison of various elements of social security, both before and after the reform, is also conducted.

To achieve these objectives, a detailed analysis of the pension system in Ecuador is carried out. This analysis allows for an understanding of the system's functioning and an evaluation of how the reform may influence the welfare of the affiliates and the financial sustainability of the IESS. Special attention is paid to how the reform affects state savings and other key aspects such as the total savings of affiliates, the replacement rate, and the year in which the fund deficit for retirees would be reached. This aims to provide a detailed understanding of the proposed reform, offering a comprehensive view of its implications for the social security system and the population in general.

Keywords: IESS, social security, reform, deficit, savings, pensions, social security, old age.

DEDICATORIA

*A Dios y al más grande regalo que pudo haberme dado, mis padres,
Tayna y Freddy. Por ser mi fuerza, luz y felicidad.*

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por ser mi guía y fortaleza. Gracias por tanto amor.

A mis padres, Tayna y Freddy, por su amor incondicional y su incesante apoyo en cada momento de mi vida. No sería quien soy sin ustedes. Les debo todo.

A mi familia, por haber confiado en mi y estar a mi lado en todo momento. En especial, a mi abuelita Elsitita y a Emi.

A Diego Huaraca, mi tutor, por su orientación constante durante esta etapa y por compartir su tiempo, experiencia y sabiduría.

A mis amigos, por haber creído en mi cuando ni yo misma lo hacía y por hacer de mis logros, suyos. Gracias por iluminarme cuando todo estaba oscuro.

Índice general

1. Descripción del componente desarrollado	1
1.1. Introducción	1
1.1.1. La Seguridad Social y sus Sistemas de Pensiones . . .	1
1.1.2. Reseña histórica de la Seguridad Social en el Ecuador	6
1.1.3. Régimen actual	7
1.2. Antecedentes	10
1.3. Objetivo general	16
1.4. Objetivos específicos	16
1.5. Alcance	17
2. Marco Teórico	18
2.1. Rentas Financieras	18
2.1.1. Rentas anuales, constantes e inmediatas	19
2.1.2. Rentas anuales, constantes y diferidas	20
2.1.3. Rentas anuales y variables en progresión aritmética .	21
2.1.4. Rentas anuales y variables en progresión geométrica .	22
2.2. Modelo Biométrico	23
2.2.1. Funciones biométricas	23
2.2.2. Fuerza de mortalidad	25
2.2.3. Tablas de mortalidad	26

2.3. La Prima	27
2.4. Rentas Actuariales	28
2.4.1. Rentas anuales constantes e inmediatas	28
2.4.2. Rentas anuales, constantes y diferidas	30
2.4.3. Rentas de cuantía variable	31
2.4.4. Rentas fraccionadas	32
2.5. Tasa de Reemplazo	33
3. Marco Metodológico	35
3.1. Metodología de la Investigación	35
3.1.1. Método seleccionado	35
3.1.2. Enfoque	35
3.1.3. Tipo de trabajo	36
3.1.4. Técnicas de recolección de la información	37
3.1.5. Técnica de análisis de la información	37
3.2. Desarrollo Metodológico	38
3.2.1. Descripción General del Anteproyecto de Ley	38
3.2.2. Parámetros considerados del Sistema de Pensiones	40
3.2.3. Análisis Inicial de la Información	42
3.2.4. Cálculos en el Software RStudio	50
3.2.5. Estructura del Aplicativo Shiny	52
4. Resultados	71
4.1. Resultados	72
4.1.1. Estudio de los índices correspondientes a la pensión promedio y teórica	72
4.1.2. Estudio de las consecuencias de la reforma	74
5. Conclusiones y Recomendaciones	88
5.1. Conclusiones	88

5.2. Recomendaciones 91

Bibliografía **92**

Índice de figuras

1.1. Pilares Fundamentales.	4
1.2. Proyección de nacimientos (en miles) en Ecuador por año	5
1.3. Proyección de la tasa bruta de mortalidad (por mil) en Ecuador	5
1.4. Evolución del Total de Afiliados y Pensionistas (en millones)	6
1.5. Evolución Histórica de los Afiliados al Seguro General Obligatorio y Seguro Voluntario en comparación a la evolución histórica del PEA	12
1.6. Proyección de la relación entre adultos mayores y menores de 15 años	13
2.1. Clasificación de rentas financieras.	18
2.2. Rentas inmediatas temporales prepagables.	19
2.3. Rentas inmediatas perpetuas prepagables.	20
2.4. Rentas diferidas prepagables.	21
2.5. Rentas anuales, prepagables y variables en progresión aritmética.	22
2.6. Renta inmediata, anual, variable en progresión aritmética, temporal y prepagable	23
2.7. Esquema del fallecimiento diferido	25
2.8. Flujos dentro de una operación financiera	27
2.9. Esquema de una renta actuarial	29

2.10	Esquema de una renta actuarial	29
2.11	Esquema de una renta actuarial	31
3.1.	Distribución de edades por Sexo	45
3.2.	Distribución de número de imposiciones por Sexo	46
3.3.	Distribución de edad al momento de corte por Sexo	47
3.4.	Distribución de edad de jubilación por Sexo	47
3.5.	Distribución del promedio de los cinco mejores años de salarios por Sexo	48
3.6.	Distribución del número de imposiciones de la población	48
3.7.	Distribución del coeficiente para el cálculo de la pensión de la población	49
3.8.	Distribución de las pensiones de vejez para la población	50
3.9.	Pestaña inicial del aplicativo Shiny, parte 1.	54
3.10	Pestaña inicial del aplicativo Shiny, parte 2.	55
3.11	Pestaña del aplicativo Shiny correspondiente a la reforma - Parte 1.	57
3.12	Pestaña del aplicativo Shiny correspondiente a la reforma - Parte 2.	58
3.13	Pestaña del aplicativo Shiny correspondiente a la reforma - Parte 3.	59
3.14	Pestaña del aplicativo Shiny correspondiente a la reforma - Parte 4.	60
4.1.	Resultados obtenidos en el aplicativo Shiny.	72
4.2.	Resultados obtenidos en el aplicativo Shiny.	73
4.3.	Gráfico que muestra la evolución de las reservas a lo largo de la vida del jubilado	76
4.4.	Aumento en los años de aporte dependiendo del año esperado de jubilación	76

4.5. Gráfico que muestra la evolución de las reservas a lo largo de la vida del jubilado	79
4.6. Aumento en los años de aporte dependiendo del año esperado de jubilación.	79
4.7. Gráfico que muestra la evolución de las reservas a lo largo de la vida del individuo 1	82
4.8. Gráfico que muestra la evolución de las reservas a lo largo de la vida del individuo 2	82
4.9. Aumento en los años de aporte dependiendo del año esperado de jubilación.	83
4.10.Resultados - Ejemplo 6.	84

Capítulo 1

Descripción del componente desarrollado

1.1. Introducción

1.1.1. La Seguridad Social y sus Sistemas de Pensiones

Reseña histórica de la Seguridad Social

Los orígenes de la Seguridad Social se encuentran fuertemente relacionados a la extenuante lucha de los trabajadores por sus derechos a la protección social. En el siglo XIX, en Prusia, se estableció el Sistema de Pensiones donde se implementaron seguros para la vejez y, posteriormente, para la invalidez, y en 1889 se promulgó la Ley de Seguros de Invalidez y Vejez como una respuesta a las difíciles condiciones socioeconómicas y al creciente movimiento obrero. Estos avances en Prusia proporcionaron el impulso necesario para que, a principios del siglo XX, se instaurara la Seguridad Social en Europa. Más tarde, estos ideales y modelos fueron exportados a América Latina, incorporándose en los sistemas de países como Brasil, Uruguay y Chile, y más adelante se extendieron a una vasta cantidad de países de la región. Chile destacó al introducir un sistema de capitalización individual, el cual en su momento otorgó tranquilidad a sus afiliados y aportantes. Por lo que, este sistema ha influenciado a otros países tanto de América Latina como del resto del mundo[21].

Elementos de la Seguridad Social

■ Ramas

De acuerdo con la Organización Internacional del Trabajo (OIT), el sistema de Seguridad Social se divide en dos principales ramas [5]: la asistencia social y la previsión social. La asistencia social comprenden las áreas de asistencia médica, prestaciones monetarias por enfermedad, y prestaciones por maternidad y paternidad. Por otro lado, la previsión social abarca las ramas de prestaciones en caso de accidentes laborales, desempleo, vejez, invalidez, supervivencia (prestaciones de montepío) y apoyo a familiares, como los hijos, bajo las condiciones necesarias que han sido establecidas por la ley.

■ Componentes

La Seguridad Social abarca una amplia gama de conceptos que son esenciales para su estudio y comprensión. A continuación, se definen sus componentes más relevantes que constituyen su base [7]:

- **Cotización:** Cuantía económica destinada a la Seguridad Social, que se compone de dos partes: aporte patronal, realizado por los empleadores en representación de sus trabajadores, y un aporte personal, realizado de manera individual por los trabajadores. En el caso de los afiliados con relación de dependencia, se consideran ambos tipos de aportes. De no ser el caso, únicamente el aporte personal. Este monto se calcula como un porcentaje del salario del trabajador, conforme a lo estipulado por la ley.
- **Asegurado:** Persona que realiza las cotizaciones o que depende de un cotizante, que tiene derecho a acceder los servicios proporcionados por la Seguridad Social.
- **Asegurado Cotizante:** Persona que realiza las cotizaciones ya sea por voluntad propia o en relación de dependencia, y que, como resultado, tiene derecho a acceder los servicios proporcionados por la Seguridad Social.
- **Cotizante activo:** Persona que mediante el pago activo de cotizaciones, adquiere el derecho a ciertos beneficios para sí mismo

o sus dependientes bajo la garantía de la Seguridad Social.

- **Prestación:** Beneficio otorgado a cotizantes o beneficiarios de los mismos por parte de la Seguridad Social, de acuerdo a la ley.
- **Pensión:** Prestación que consiste en una renta mensual, ya sea temporal o vitalicia, proporcionada al asegurado mediante el sistema de Seguridad Social.

Condiciones actuales de la Seguridad Social, el Sistema de Pensiones y sus retos

Actualmente, la Seguridad Social desempeña un papel fundamental en el desarrollo de los países, ya que contribuye significativamente al bienestar de la población mediante la protección social. Su principal objetivo es proporcionar condiciones de vida dignas, ofreciendo protección frente a contingencias relacionadas con la edad, la enfermedad, las actividades laborales de riesgo o el desempleo. A su vez, los Sistemas de Pensiones constituyen un aspecto crucial de la Seguridad Social, ya que garantizan que las personas reciban una retribución al alcanzar la edad de jubilación o en caso de invalidez. De igual forma, se encargan de la protección a las personas dependientes de los afiliados en caso del fallecimiento de los mismos. [17]

Con el fin de velar por el cumplimiento de los objetivos de la Seguridad Social, se han establecido principios fundamentales que rigen su funcionamiento, los cuales son: universalidad, igualdad, solidaridad, integridad, unidad y sostenibilidad financiera. Con el propósito de garantizar la eficacia de estos principios y proteger los sistemas de vulnerabilidades, es esencial que la institución se establezca sobre algunas características clave, las cuales la OIT ha denominado "pilares fundamentales". Estos pilares constituyen: financiación con ingresos estatales, provisión de prestaciones definidas, contributivas y obligatorias, con una tasa de sustitución del 40 % al 50 % del salario promedio a lo largo de la carrera profesional, gestionadas por el Estado; inclusión de un componente voluntario en el sistema de pensiones, respaldado por incentivos fiscales para fomentar el ahorro adicional; y, de manera complementaria, la

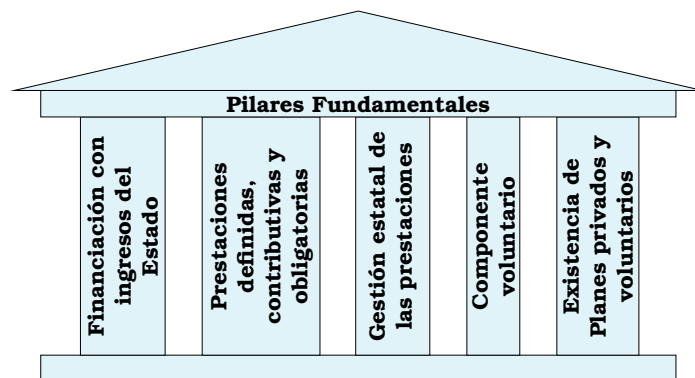


Figura 1.1: Pilares Fundamentales.

existencia de planes de pensiones privados y voluntarios para quienes requieran ahorrar de manera personal para cubrir gastos futuros [20].

A pesar de las sólidas bases sobre las que se fundamenta esta institución, tanto la Seguridad Social como el Sistema de Pensiones enfrentan desafíos significativos en la actualidad. Entre los principales problemas se encuentran, en primer lugar, las transiciones demográficas. Esta situación se debe a la disminución de las tasas de natalidad y mortalidad, como se observa en los gráficos 1.2 y 1.3, que ha provocado un desequilibrio entre el número de contribuyentes y beneficiarios del sistema [15]. Otros factores que representan un problema latente, y contribuyen al desequilibrio mencionado son los socioeconómicos y financieros. Los mismos desencadenan varios desafíos como el aumento del trabajo informal, que reduce la cobertura del seguro. Otros problemas son la migración, el deseo de jubilación temprana (impulsado en algunos casos por populismo político), así como el retraso en la incorporación de la población económicamente activa (PEA) y la necesidad de mantener una tasa de sustitución adecuada. En el gráfico 1.4 podemos observar la relación de la cantidad de afiliados con la cantidad de pensionistas a los largo de los años.

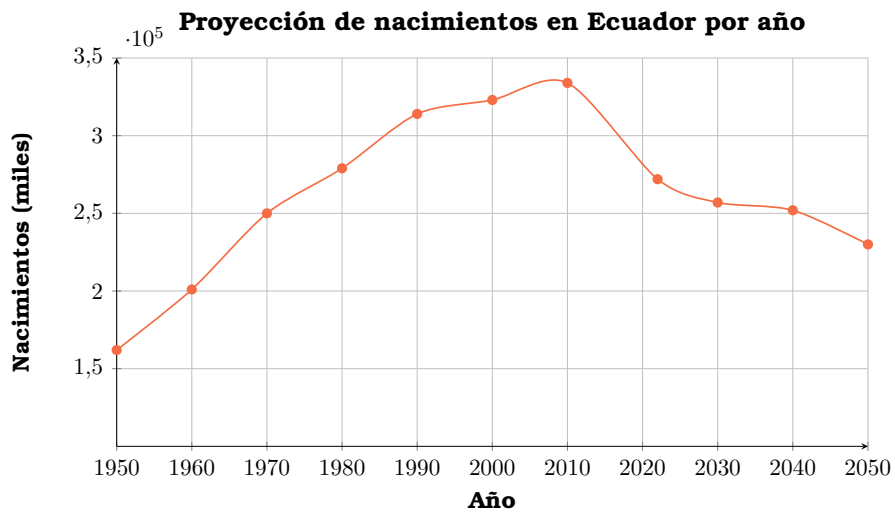


Figura 1.2: Proyección de nacimientos (en miles) en Ecuador por año

Fuente: Estimación y Proyecciones de Población – Revisión 2023, INEC. [14]

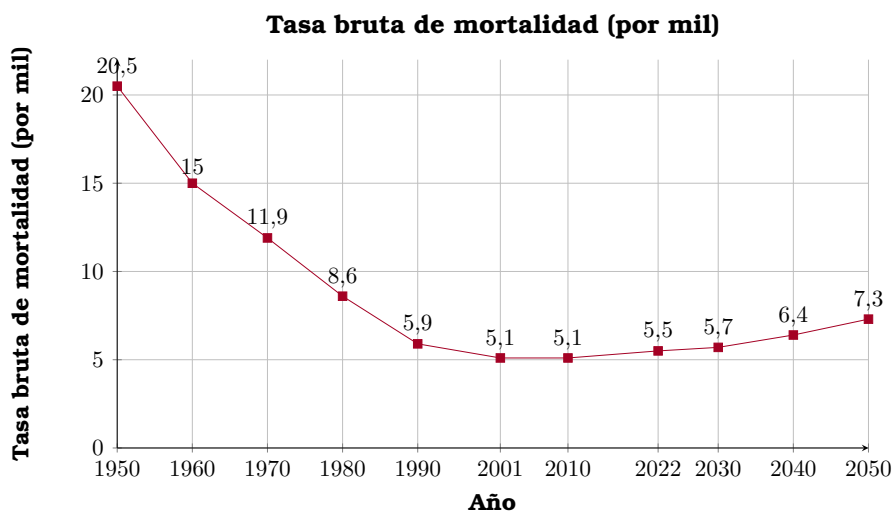


Figura 1.3: Proyección de la tasa bruta de mortalidad (por mil) en Ecuador

Fuente: Estimación y Proyecciones de Población – Revisión 2023, INEC.[14]

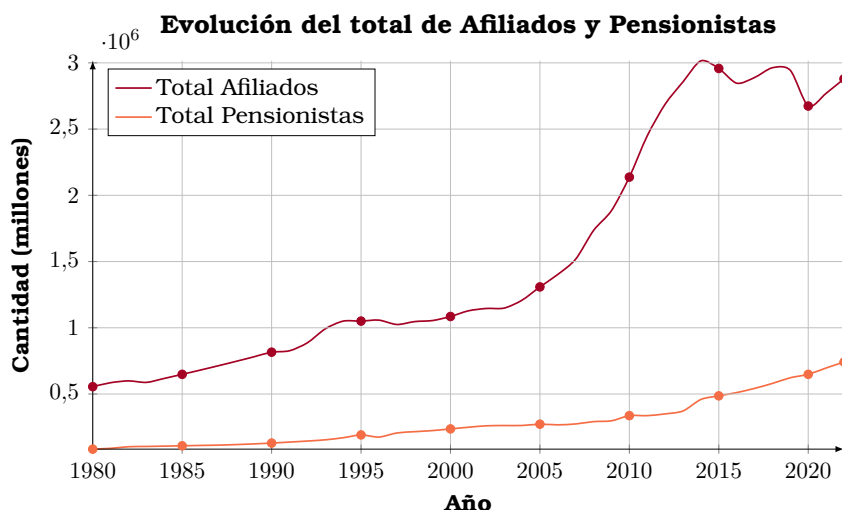


Figura 1.4: Evolución del Total de Afiliados y Pensionistas (en millones)

Fuente: Boletín Estadístico, número 27 (2022) [6]

Otros elementos que agravan la situación incluyen el insuficiente aporte estatal a las pensiones y el desafío de asegurar una adecuada financiación de los sistemas de Seguridad Social, especialmente el sistema de pensiones. Finalmente, la vulnerabilidad de la salud pública frente a posibles contingencias, como la aparición de epidemias o pandemias, también representa un desafío sobre todo para los países en desarrollo.

1.1.2. Reseña histórica de la Seguridad Social en el Ecuador

Desde 1928, Ecuador implementa un modelo de seguros sociales iniciando con la creación a Caja de Pensiones, la cual ofrecía jubilación y otros beneficios a trabajadores públicos y militares. La Constitución de la República de 1929 incorpora prestaciones del seguro social como derechos fundamentales. En 1935 se establece el Instituto Nacional de Previsión, formalizando el Seguro Social Obligatorio, que se reforma en 1937 para incluir el seguro de enfermedad. En 1945, se establece un sistema más amplio de Seguridad Social construyendo las bases de esta a través del seguro social, aquí se incluían coberturas como invalidez y vejez, con financiación tripartita. La fusión de cajas en 1963 da lugar a la Caja Nacional del Seguro Social, que en 1970 se transforma en el

Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS). Las Constituciones de 1967, 1979, 1998 amplían y refuerzan el sistema, introduciendo principios de solidaridad y cobertura universal, donde el aspecto principal es el establecimiento de la obligación del Estado a proteger a los habitantes del Ecuador frente a los diferentes riesgos, así como el establecimiento de las bases incluyendo del seguro social el derecho renunciabile de los trabajadores, financiamiento compartido, autonomía de las instituciones que lo administran, entre otros. En 1986 se crearon seguros a favor de la población con salarios inferiores al mínimo vital y en 2001, la Ley de Seguridad Social vigente hasta la actualidad, con la Constitución de 2008 que integra nuevas reformas [23].

1.1.3. Régimen actual

En la actualidad, el sistema de Seguridad Social del Ecuador, dirigido por el IESS, administra 5 fondos principales: el Seguro de Invalidez, Vejez y Muerte (IVM); el Seguro de Salud, especializado en contingencias de enfermedad y maternidad; el Seguro de Riesgos del Trabajo, que protege contra accidentes laborales y enfermedades profesionales; y finalmente, el Seguro de Desempleo y el Seguro de Cesantía. Adicionalmente, administra un fondo especial que es el Seguro Social Campesino, el cual cubre a la población rural y a los pescadores artesanales [1].

En particular, el seguro IVM es uno de los componentes más relevantes del sistema de Seguridad Social, debido a su efecto en las condiciones económicas y sociales de los jubilados. El mismo es financiado con el 11,06% del salario mensual del afiliado, del cual, el 6,74% es del aporte personal del mismo y el 4,32% restante proviene del aporte patronal [6]. Las prestaciones que concede son: jubilación ordinaria por vejez, jubilación por discapacidad, jubilación por invalidez que incluye el subsidio transitorio por incapacidad, pensiones de montepío y auxilio de funerales [13].

Jubilación Ordinaria por Vejez

La jubilación por vejez es un beneficio otorgado por el sistema de Seguridad Social para proteger a los afiliados que, al alcanzar una edad

avanzada y haber acumulado una cantidad determinada de aportes, dejan de trabajar. Este beneficio cubre el riesgo por vejez [4]. Por lo tanto, los afiliados al IESS que cumplan con los requisitos establecidos tienen derecho a recibir pensiones mensuales vitalicias, que son entregadas a partir del primer día del mes siguiente a la culminación de las actividades laborales si presenta de manera inmediata la solicitud de jubilación conjuntamente con los requisitos exigidos [13].

Condiciones mínimas

Según la Ley de Seguridad Social del Ecuador (artículos 185 y 188) y la Resolución No. C.D. 100 del 21 de febrero de 2006 (artículo 11) [12], los afiliados pueden acceder a la pensión de jubilación ordinaria por vejez bajo el cumplimiento de una de las siguientes condiciones:

1. 60 años o más con al menos 360 imposiciones mensuales.
2. 65 años o más con al menos 180 imposiciones mensuales.
3. 70 años o más con al menos 120 imposiciones mensuales.
4. Cualquier edad con al menos 480 imposiciones mensuales.

Fórmula del cálculo de los beneficios

En la Resolución No. C.D. 100, de enero de 2006 (artículo 13), se establece que la pensión mensual otorgada por el Seguro de Invalidez, Vejez y Muerte se calculará multiplicando la base de cálculo, determinada según el procedimiento mencionado en el artículo 2 de dicha Resolución, por el coeficiente anual que depende de la cantidad de años de imposición, tal como se indica en la tabla 1.1. Tomando en cuenta que, a partir de los 40 años se incrementará el 0,0125 por cada año de imposiciones adicionales.

La base de cálculo se determinará como el promedio de los cinco años con los mayores sueldos o salarios sobre los cuales se realizaron aportaciones [12]. Para calcular este promedio, se sumarán las imposiciones correspondientes a los doce meses de cada año y el resultado se dividirá

entre doce, obteniendo así el promedio mensual de cada año de aportaciones. Una vez obtenidos los promedios, se seleccionarán los cinco años de mejores salarios sobre los cuales se aportó y el resultado de la suma se dividirá para cinco [13].

Tabla 1.1: Coeficientes de años de imposiciones

Años de imposiciones	Coef.	Años de imposiciones	Coef.
5	0,4375	23	0,6625
6	0,4500	24	0,6750
7	0,4625	25	0,6875
8	0,4750	26	0,7000
9	0,4875	27	0,7125
10	0,5000	28	0,7250
11	0,5125	29	0,7375
12	0,5250	30	0,7500
13	0,5375	31	0,7625
14	0,5500	32	0,7750
15	0,5625	33	0,7875
16	0,5750	34	0,8000
17	0,5875	35	0,8125
18	0,6000	36	0,8325
19	0,6125	37	0,8605
20	0,6250	38	0,8790
21	0,6375	39	0,9430
22	0,6500	40	1,0000

Fuente: Resolución No. C.D. 100

Pensiones máximas y mínimas de jubilación

Según lo establecido hasta el año 2024, las pensiones mínimas y máximas de jubilación, se calculan tomando en cuenta el número de aportes en proporción del salario básico unificado mínimo del trabajador [13], tal como se detalla en la tabla 1.2.

Tabla 1.2: Pensiones mínimas y máximas de vejez

Tiempo	Pensión Porcentual	Pensión*
Hasta 10 años	50 %	\$230,00
11-20 años	60 %	\$276,00
21-30 años	70 %	\$322,00
31-35 años	80 %	\$368,00
36-39 años	90 %	\$414,00
40 y más	100 %	\$460,00

Tiempo	Pensión Porcentual	Pensión*
Hasta 10 años	250 %	\$1.150,00
15-19 años	300 %	\$1.380,00
20-24 años	350 %	\$1.610,00
25-29 años	400 %	\$1.840,00
30-34 años	450 %	\$2.070,00
35-39 años	500 %	\$2.300,00
40 y más	550 %	\$2.530,00

Glosario:

- **Tiempo:** años aportados
- **Pensión Porcentual:** Pensión mínima mensual en porcentaje del SBUM
- **Pensión*:** Pensión mínima mensual en base al SBUM de 2024

Fuente: Resolución No. C.D. 100

1.2. Antecedentes

El derecho a la Seguridad Social en Ecuador está consagrado en la Constitución de la República, donde en el artículo 34 de la misma se destaca su carácter de derecho irrenunciable para todas las personas. Se establecen también los deberes y responsabilidades primordiales del Estado de garantizar la Seguridad Social, la cual se rige por principios claves como solidaridad, obligatoriedad, universalidad, equidad, eficiencia, subsidiaridad, suficiencia, transparencia y participación. Otro punto

fundamental es el compromiso del Estado en garantizar el acceso a la Seguridad Social a todos los sectores de la sociedad, independientemente de su situación laboral [3]. En este contexto, es importante distinguir entre Seguridad Social y seguro social. La Seguridad Social es un derecho humano que protege a la población de situaciones de vulnerabilidad económica y social. En cambio, el seguro social es el mecanismo mediante el cual se implementa la Seguridad Social, proporcionando cobertura a quienes tienen una relación laboral, y es financiado por las contribuciones de trabajadores, empleadores y el Estado. Esta distinción es clave para entender cómo se estructura la protección social en Ecuador, garantizando una cobertura integral frente a los riesgos socioeconómicos [23].

En este país la Seguridad Social se encuentra bajo la supervisión y regulación del IESS y del Ministerio de Inclusión Económica y Social (MIES), donde el IESS se encarga de administrar los seguros de salud, pensiones, cesantía, desempleo y riesgos del trabajo, mientras que el MIES se encarga de administrar el programa del Bono de Desarrollo Humano y de entregar el Bono Joaquín Gallegos Lara a personas que tengan discapacidad severa, enfermedad catastrófica, rara o huérfana; y, personas menores de 18 años que tengan VIH-SIDA [10]. Este sistema de pensiones opera bajo un esquema de prestaciones definidas y financiamiento de reparto. Este modelo se basa en la contribución de los trabajadores activos para financiar las pensiones de los jubilados actuales. Por la naturaleza de este enfoque, el mismo enfrenta desafíos significativos: las primeras generaciones de jubilados suelen recibir mayores beneficios en comparación con las posteriores, y el sistema no funciona como un fondo de ahorro, sino como un mecanismo de financiamiento continuo [23].

En los últimos años, el IESS ha enfrentado diversos desafíos, principalmente relacionados con la insuficiencia de fondos para garantizar el pago de pensiones. Esta situación se atribuye a una serie de factores complejos. Una parte significativa de la población aún no está cubierta por el sistema de Seguridad Social, ya sea debido al desempleo, la informalidad laboral o ingresos insuficientes que les impiden realizar contribuciones. Se puede observar en la Figura 1.5 la gran brecha existente entre la Población Económicamente Activa (PEA) y los afiliados al Seguro

General Obligatorio y Seguro Voluntario, donde desde el 2014 hasta el 2022 la cantidad de PEA sobrepasa a la cantidad de afiliados de forma relevante. Lo que es una clara señal de la gran cantidad de la población que no se encuentra cubierta por el sistema de Seguridad Social. Además, la expansión de la cobertura no ha sido respaldada por estudios actuariales adecuados, lo que compromete la sostenibilidad financiera a largo plazo del sistema [23].

Comparación de afiliados y población económicamente activa en Ecuador



Figura 1.5: Evolución Histórica de los Afiliados al Seguro General Obligatorio y Seguro Voluntario en comparación a la evolución histórica del PEA

Fuente: Boletín estadístico, Número 27, IESS [6]

Además de estos factores, se suman el incremento del desempleo, deficiencias en la gestión y casos de corrupción, que limitan la capacidad del IESS para generar los recursos necesarios. De igual forma, decisiones políticas han introducido inestabilidad, como la suspensión temporal en 2015 del aporte estatal del 40% para el pago de pensiones, la inclusión de personas que realizan trabajo no remunerado en el hogar al sistema de IVM, y la reducción del 4% del aporte al fondo de pensiones para reforzar el fondo de salud. Aunque en 2019 se restableció parcialmente el aporte estatal del 40%, la inconsistencia en su cumplimiento continúa afectando

el financiamiento de las pensiones [11].

Por otro lado, los cambios demográficos, como la disminución de la tasa de natalidad y la tasa de mortalidad, agravan la situación. Esto es evidente en las proyecciones realizadas por el IESS donde, a pesar del incremento proyectado de la tasa de mortalidad desde el 2022 al 2050, la misma es baja en comparación a años anteriores, esto se evidencia en la Figura 1.3. De igual forma, el decremento en los nacimientos por año proyectados se observa en la Figura 1.2. De donde, como resultado se proyecta que para el año 2050 habrá 125 personas mayores de 60 años por cada 100 menores de 15 años, anticipándose un incremento significativo en la proporción de adultos mayores como se ve la proyección en la Figura 1.6. Esto se traduce en un aumento proyectado en la proporción de pensionistas con respecto a los afiliados, pasando del 12,6% en 2016 al 20,60% en 2055 [11].

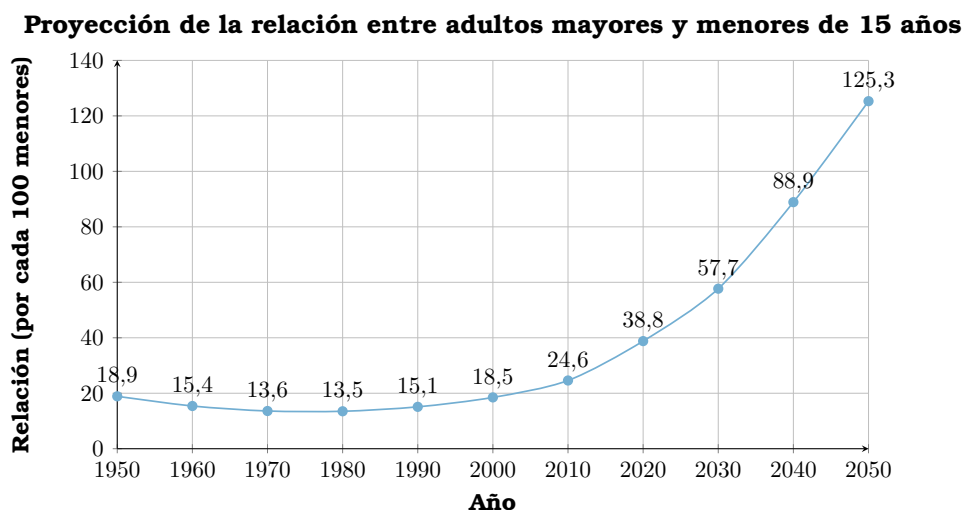


Figura 1.6: Proyección de la relación entre adultos mayores y menores de 15 años

Fuente: Estimación y Proyecciones de Población – Revisión 2023, INEC [14]

Son estas condiciones las que han dado paso a la situación en la que se encuentra el IESS. Existen varios estudios acerca del déficit actuarial que presenta el fondo del Seguro IVM del IESS. Tanto la OIT como el propio IESS han realizado estudios actuariales que han destacado este significativo déficit. En 2008, la OIT estimó un déficit de \$3,700 millones,

que podría incrementarse a \$10,500 millones si se eliminara el aporte estatal del 40%. Un estudio del IESS en 2010, aunque no oficial, proyectó un déficit de \$22,862 millones en un horizonte de 40 años con el aporte estatal, y de \$70,000 millones sin él, lo que solamente cubriría las necesidades por los próximos 12 años. La eliminación del aporte estatal y los cambios en las tasas de aportación han elevado este déficit estimado a más de \$200,000 millones [23].

En 2023, el IESS incorporó aproximadamente 40.000 nuevos afiliados del sector privado y 59.000 del sector público, independientes, artistas, pasantes y voluntarios. Sin embargo, se perdieron 26.978 afiliaciones de amas de casa y 5.000 del Seguro Social Campesino, resultando en un incremento neto de solo 26.797 afiliados, menos del 1%. A diciembre de 2023, el IESS contaba con 3.782.504 afiliados [8].

El número de pensionistas aumentó en un 11%, pasando de 755.111 en 2022 a 836.525 en 2023. Esta disparidad en el crecimiento entre afiliados (1%) y pensionistas (11%) se atribuye a la disminución de la tasa de desempleo del 3,8% al 3,5% y al ligero aumento del empleo adecuado. El aumento de pensionistas se debe a más afiliados cumpliendo los requisitos de jubilación: 38.051 por el seguro general y 37.022 por el seguro campesino. En 2023, el IESS pagó \$5,849 millones en pensiones, un incremento del 12% respecto a 2022, debido al aumento de pensionistas y la nivelación de pensiones ajustadas al sueldo básico. Hay que tomar en cuenta que las pensiones de jubilación por vejez representaron el 79% del total pagado [8].

Debido a estas condiciones, los ingresos generados no son suficientes, dado que hay un déficit calculado de al menos \$2,500 millones, y el cumplimiento del pago del 40% de las pensiones por parte del Estado, como establece la ley, no se ha realizado completamente. El IESS enfrenta un déficit de caja que el Gobierno, a su vez, no puede cubrir debido a sus propios problemas de recursos [9]. En el contexto actual, se requiere una reforma integral del sistema de pensiones que considere las nuevas perspectivas demográficas y socioeconómicas del país, estableciendo una base sólida en la cobertura universal y combinando sistemas contributivos con el financiamiento estatal. Es crucial que estos sistemas sean transparentes y administrados de manera eficiente [16]. Con el objetivo

de abordar los problemas de insuficiencia de fondos que el IESS ha enfrentado en los últimos años y garantizar su sostenibilidad a largo plazo, las autoridades han emprendido un conjunto de reformas y ajustes al sistema. En enero de 2023, el presidente de la República estableció la Comisión Interdisciplinaria para realizar un diagnóstico y diseñar una propuesta de reforma para el Sistema de Pensiones Ecuatoriano.

Esta comisión completó su labor en agosto de 2023 y entregó al Gobierno el Anteproyecto de Ley, el cual garantiza el acceso a las pensiones de jubilación basado en los principios de suficiencia, sostenibilidad, carga fiscal viable, equidad y formalización del empleo. Las reformas propuestas mantienen intactas cuatro aspiraciones fundamentales para la sociedad civil: no privatizar el IESS, no aumentar la edad mínima de jubilación, no incrementar las tasas de aportación y no disminuir los derechos de los jubilados actuales.

Entre las principales reformas al Sistema de Pensiones se tienen:

1. La pensión de jubilación será igual a la suma de dos componentes
 - Una pensión básica equivalente a la pensión mínima bajo el sistema actual (50 % SBU) la cual se ajustará en el tiempo según la inflación.
 - Una pensión variable calculada con base a una fórmula que respete sistemáticamente la proporcionalidad entre el tiempo de aporte y tiempo de beneficio.
2. La cuantía de la pensión de jubilación en la actualidad se calcula con base en los cinco mejores años de ingresos de la vida laboral del afiliado, a partir de la reforma se plantea aumentar gradualmente ese número hasta llegar a los 30 años de mejor remuneración.
3. Si bien se mantiene la tasa de aportación actual del 11,06 %, esta se aplicará también al décimo tercer y décimo cuarto sueldo, en vista que se seguirá pagando 14 flujos a los jubilados.
4. Se mantiene la edad de jubilación, pero se aumentan gradualmente (seis meses por año) los años de aporte requeridos, de esta manera se busca eliminar las inequidades del sistema, por ejemplo: el acceso a la jubilación con 70 años y 15 años de aportes.

En este proyecto, el enfoque se centra en cuantificar el impacto económico, específicamente el ahorro para el IESS, derivado de cada una de las reformas al Sistema de Pensiones vigente. El objetivo principal es evaluar los beneficios potenciales de estas reformas en relación con el déficit actual del seguro social, así como determinar su viabilidad práctica. Para lograr esto, se desarrollará un simulador en RStudio que permita visualizar de manera clara los cambios propuestos y su impacto tanto en casos individuales como en la población en general.

1.3. Objetivo general

Estimar el ahorro promedio que el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social podría registrar por cada jubilado tras la implementación de la reforma propuesta para el Sistema de Pensiones en agosto de 2023, correspondiente al incremento del tiempo de cotización para el cálculo de la pensión por vejez.

1.4. Objetivos específicos

1. Evaluar el impacto de la reforma que propone el incremento del tiempo de cotización para el cálculo de la pensión por vejez, identificando los grupos de población con mayor o menor afectación tras la aplicación de la reforma.
2. Comparar las prestaciones otorgadas por el IESS a sus jubilados, cuantificando dichas prestaciones con el sistema actual y tras la implementación de la reforma.
3. Desarrollar un dashboard en el software R que permita visualizar las proyecciones de las prestaciones mensuales que recibiría cada individuo bajo el sistema actual y con la reforma implementada.

1.5. Alcance

Para lograr el objetivo principal de este trabajo, es esencial comprender a fondo todos los aspectos relacionados con la Seguridad Social y el sistema de pensiones en Ecuador. Esto incluye conocer su estructura, características, y evolución histórica para entender cómo funciona y cuál es su situación actual. En consecuencia, este proyecto inicia con un análisis detallado del sistema de pensiones actual en Ecuador, enfocándose en identificar los parámetros y variables esenciales que se utilizan en los principales análisis realizados por este sistema, especialmente en el cálculo de las prestaciones para los jubilados. Este enfoque proporcionará un análisis integral que cubra todos los aspectos relevantes del sistema, lo que permitirá una comprensión profunda del mismo.

Para ello, se utilizará una muestra representativa de los afiliados y pensionistas del IESS, de donde se extraerán las características más predominantes de estas poblaciones en la actualidad, con esto se busca estimar los ingresos adicionales que podrían surgir del aumento en el tiempo de cotización. Al mismo tiempo, se calcularán los gastos asociados a las prestaciones bajo el sistema actual y bajo las nuevas especificaciones impuestas en las reformas. Este análisis permitirá determinar el ahorro promedio que el IESS podría lograr por cada jubilado, dependiendo de sus características, tras la implementación de las reformas.

Para mejorar la visualización y comparación de los resultados, se creará una herramienta interactiva en R con Shiny. Este aplicativo permitirá a los usuarios comparar las prestaciones otorgadas por el IESS a jubilados con características similares, mostrando tanto las pensiones a recibir en la actualidad como luego de la aplicación de las reformas. El aplicativo también hará visible el ahorro del Estado y los cambios en otros aspectos clave, como el ahorro total, la tasa de reemplazo, el año en que se alcanza el déficit, entre otros. Esta plataforma ofrecerá una visión clara y detallada del impacto económico de las reformas, facilitando así la toma de decisiones fundamentadas y la elaboración de políticas públicas más eficaces.

Capítulo 2

Marco Teórico

2.1. Rentas Financieras

Una renta financiera constituye una serie de pagos efectuados en intervalos regulares (meses, trimestres, semestres, años, entre otros), a lo largo de un periodo específico (plazo).

Con respecto a las rentas financieras, se calcula el valor actual o presente (**VA** o **VP**), y el valor futuro o final (**VF**).

Las rentas financieras se agrupan según la figura 2.1

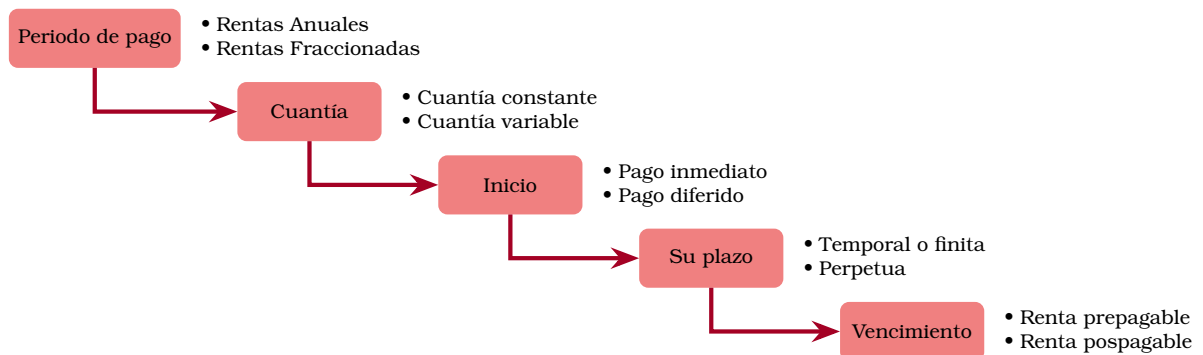


Figura 2.1: Clasificación de rentas financieras.

2.1.1. Rentas anuales, constantes e inmediatas

Este tipo de renta está constituida por una serie de pagos constantes, C . En las mismas, el vencimiento de las cuantías comienza en el primer periodo anual y cada pago puede vencer al inicio o final del mismo, donde nos encontramos con rentas prepagables y pospagables, respectivamente.

A continuación, se expondrán únicamente ejemplos de rentas prepagables. El análisis de las rentas pospagables sigue un proceso análogo.

Rentas inmediatas temporales prepagables:

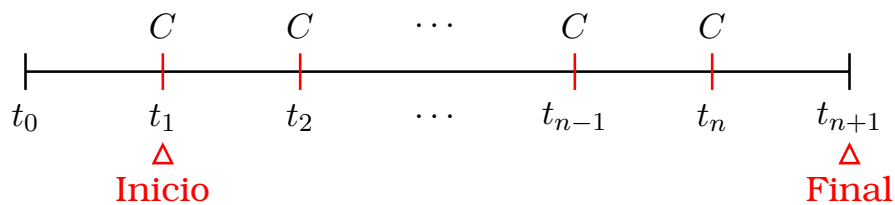


Figura 2.2: Rentas inmediatas temporales prepagables.

Estas rentas inmediatas se componen por una serie de pagos de cuantía C , que vencen al inicio de cada periodo, y se limitan a n periodos.

Sea

$$\begin{aligned} \ddot{a}_{\overline{n}|i} &= (1+i)a_{\overline{n}|i} \\ &= (1+i)\frac{1-(1+i)^{-n}}{i}; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \ddot{s}_{\overline{n}|i} &= (1+i)^n \ddot{a}_{\overline{n}|i} \\ &= (1+i)^{n+1} \frac{1-(1+i)^{-n}}{i} \end{aligned}$$

El valor actual de esta renta es:

$$VA = C \cdot \ddot{a}_{\overline{n}|i}$$

y el valor final:

$$VF = C \cdot \ddot{s}_{\overline{n}|i}.$$

Rentas inmediatas perpetuas prepagables:

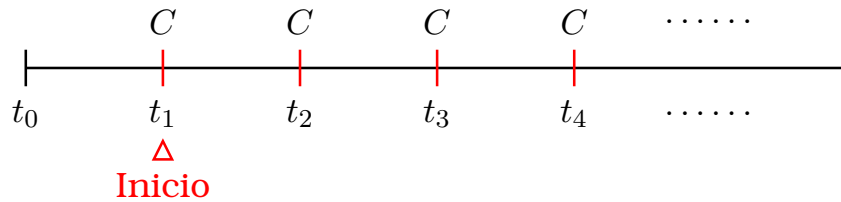


Figura 2.3: Rentas inmediatas perpetuas prepagables.

Estas rentas inmediatas consisten en una serie de pagos de cuantía C , que se efectúan al inicio de cada período y se extienden indefinidamente. Dado que esta renta tiene una cantidad infinita de términos, no se puede calcular su valor final.

Sea

$$\ddot{a}_{\infty|i} = \frac{1+i}{i}$$

El valor actual de esta renta es:

$$VA = C \cdot \ddot{a}_{\infty|i}.$$

2.1.2. Rentas anuales, constantes y diferidas

Este tipo de renta se compone de una serie de pagos constantes de cuantía C . Se dice que esta renta es diferida m periodos, cuando el pago de las cuantías se da luego de m periodos desde el inicio de la renta y cada pago puede vencer al inicio o final del mismo.

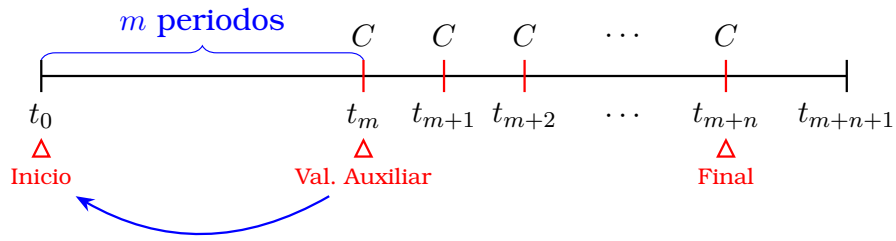


Figura 2.4: Rentas diferidas prepagables.

Rentas diferidas prepagables:

Las rentas diferidas prepagables consisten en una serie de pagos de cuantía C , que inician luego de m periodos desde el comienzo de la renta y se efectúan al inicio de cada periodo.

Sea

$${}_m| \ddot{a}_{\overline{n}|i} = (1+i)^{-m} \ddot{a}_{\overline{n}|i}.$$

El valor actual de esta renta es:

$$VA = C \cdot {}_m| \ddot{a}_{\overline{n}|i}.$$

2.1.3. Rentas anuales y variables en progresión aritmética

Este tipo de renta tiene una cuantía inicial de valor C , la cual incrementa o disminuye en cada periodo en una cantidad constante d . Los pagos vencen al inicio o al final del periodo anual.

Rentas aritméticas temporales prepagables:

Estas rentas consisten en una serie de pagos cuya cuantía inicial es C y se incrementa o reduce en un valor d en cada periodo. Cada monto vence al inicio de cada periodo y la renta está limitada a n periodos.

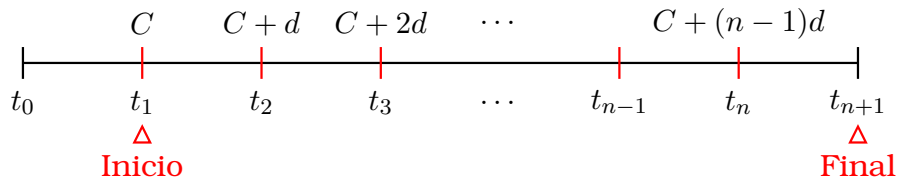


Figura 2.5: Rentas anuales, prepagables y variables en progresión aritmética.

Sea

$$A(C, d)_{\overline{n}|i} = Ca_{\overline{n}|i} + \frac{d}{i}[a_{\overline{n}|i} - n(1+i)^{-n}]$$

El valor actual de esta renta es:

$$\ddot{A}(C, d)_{\overline{n}|i} = (1+i) \cdot A(C, d)_{\overline{n}|i}$$

y su valor final es:

$$\ddot{S}(C, d)_{\overline{n}|i} = (1+i)^n \ddot{A}(C, d)_{\overline{n}|i}.$$

Las rentas aritméticas perpetuas prepagables consisten en una serie de pagos cuya cuantía inicial es C y se incrementa o reduce en un valor d en cada periodo. Cada monto vence al inicio de cada periodo y la renta tiene un plazo perpetuo.

2.1.4. Rentas anuales y variables en progresión geométrica

Este tipo de renta tiene una cuantía inicial de valor C , la cual incrementa o disminuye en cada periodo en una razón constante q . Los pagos vencen al inicio o al final del periodo anual.

Rentas geométricas temporales prepagables:

Estas rentas consisten en una serie de pagos cuya cuantía inicial es C y se incrementa o reduce en una razón constante q en cada periodo. Cada monto vence al inicio de cada periodo y la renta está limitada a n

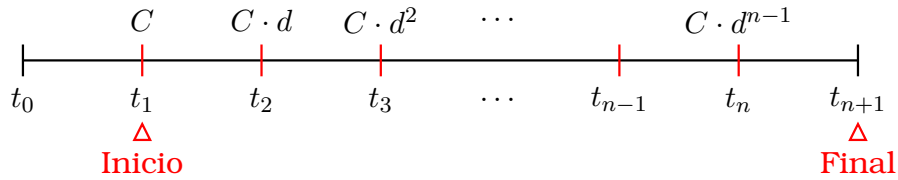


Figura 2.6: Renta inmediata, anual, variable en progresión aritmética, temporal y prepagable

periodos.

El valor actual de esta renta es:

$$\ddot{A}(C, q)_{\overline{n}|i} = \begin{cases} C \cdot (1+i) \cdot \frac{1 - q^n(1+i)^{-n}}{1+i-q} & , \text{ si } q \neq (1+i) \\ C \cdot n & , \text{ si } q = (1+i) \end{cases}$$

Su valor final es:

$$\ddot{S}(C, q)_{\overline{n}|i} = (1+i)^n \ddot{A}(C, q)_{\overline{n}|i} \quad (2.1)$$

2.2. Modelo Biométrico

Un modelo biométrico es un modelo estocástico cuya base es la variable aleatoria continua X , la cual representa la "Edad de fallecimiento". Esta variable aleatoria está definida en el intervalo $[0, w]$, donde w es conocida como infinito actuarial en la práctica, pues constituye la existencia de una edad límite.

2.2.1. Funciones biométricas

Función de fallecimiento $F(x)$

Es la función de distribución de la variable aleatoria X , y se interpreta como la probabilidad de que el individuo fallezca antes de cumplir x años:

$$F(x) = P[X < x], \quad x \geq 0$$

Las propiedades de la función de fallecimiento son:

- $F(0) = 0$
- $\lim_{x \rightarrow 0} F(x) = 1$ (2.2)
- $F(x)$ es no decreciente y continua por derecha.

Función de supervivencia $S(x)$

Esta función está definida como la probabilidad de que un individuo sobreviva hasta una edad x :

$$S(x) = 1 - F(x), \quad x \geq 0$$

Las propiedades de la función de supervivencia son:

- $S(0) = 1$
- $S(w) = 0$ (2.3)
- $S(x)$ es no decreciente y continua por derecha.

Vida residual $T(x)$

Es una variable aleatoria que indica la cantidad de años restantes para una persona que ya ha alcanzó la edad x :

$$\begin{aligned} T(x) &= T_x \\ &= X - x, \quad X > x \end{aligned}$$

Notación y Función de fallecimiento diferido

- La probabilidad de que un individuo que alcanzó la edad x , fallezca dentro de t años, se representa como:

$$\begin{aligned} F_x(t) &= {}_tq_x \\ &= P[T_x \leq t] \end{aligned}$$

- La probabilidad de que un individuo que alcanzó la edad x , perma-

nezca vivo a la edad $x + t$, se representa como:

$$\begin{aligned} S_x(t) &= {}_t p_x \\ &= P[T_x > t] \end{aligned}$$

- La probabilidad de que un individuo de x años, permanezca vivo t años y fallezca dentro de los u años siguientes, se representa como:

$$\begin{aligned} {}_t|u q_x &= P[t < T_x \leq t + u] \\ &= {}_t p_x - {}_{t+u} p_x \\ &= {}_t p_x \cdot {}_u q_{x+t} \end{aligned}$$

Además, se cumple que:

$$\begin{aligned} {}_t q_x &= \frac{{}_x p_0 - {}_{x+t} p_0}{{}_x p_0}; \\ {}_t p_x &= \frac{{}_{x+t} p_0}{{}_x p_0} \end{aligned} \tag{2.4}$$

En la figura 2.7, podemos observar cómo actúa en fallecimiento diferido para un individuo de edad x .

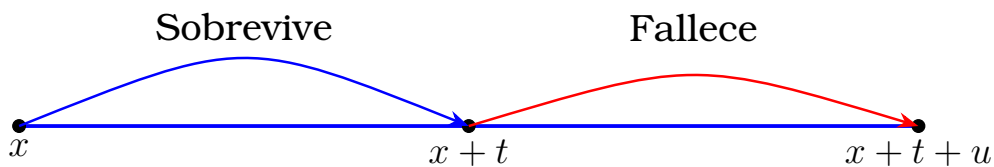


Figura 2.7: Esquema del fallecimiento diferido

2.2.2. Fuerza de mortalidad

En la literatura, se define la "fuerza de mortalidad", o "tasa instantánea de mortalidad" a μ_x , que representa la probabilidad de que un individuo vivo en el instante x , fallezca luego de un periodo de tiempo lo suficientemente corto dx .

A pesar de que existen expresiones que intentan modelar la fuerza de

mortalidad, como las desarrolladas por Moivre (1724) o Weibull (1939), no se ha logrado describir con precisión la evolución de la misma en un grupo de individuos.

2.2.3. Tablas de mortalidad

Las tablas de mortalidad, también conocidas como tablas de vida, son herramientas esenciales para el análisis detallado de la mortalidad, ya que muestran la evolución de una población a lo largo del tiempo. Estas tablas detallan cómo un grupo inicial de individuos fallece a diferentes edades, hasta la completa extinción del mismo.

En general, una tabla de mortalidad se constituye por seis componentes, que se ubican en columnas y se notan como x , l_x , d_x , q_x , p_x y e_x . Tal como se muestra en la tabla 2.1.

Edad	Indicadores				
x	l_x	d_x	q_x	p_x	e_x
0	—	—	—	—	—
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
w	—	—	—	—	—

Tabla 2.1: Estructura de una tabla de mortalidad

En la tabla de mortalidad encontramos:

- x : representa la edad del individuo, tal que $0 \leq x \leq w$.
- l_x : representa el número de individuos que sobrevivieron a la edad x , se toma un número inicial l_0 de recién nacidos.
- d_x : representa el número de personas que fallecen entre las edades x y $x + 1$. Se denota como ${}_t d_x$, al número de personas que fallecen entre las edades x y $x + t$. Además, se cumple que:

$${}_t d_x = l_x - l_{x+t}$$

- p_x : representa la probabilidad de que un individuo de x años sobreviva hasta la edad $x + 1$. Se denota como ${}_t p_x$, a la probabilidad de que un individuo de x años sobreviva hasta la edad $x + t$. Además, se cumple que:

$${}_t p_x = \frac{l_{x+t}}{l_x}$$

- T_x : representa el número total de años de vida que han sido vividos por una generación entre las edades x y w . Siendo $L_x = l_{x+1} + \frac{1}{2}d_x$, se tiene que

$$T_x = \sum_{i=x}^{w-1} L_i$$

- e_x : representa el número promedio de los años que le quedan por vivir a una persona de x años. Se cumple:

$$e_x = \frac{T_x}{l_x}$$

2.3. La Prima

En todas las operaciones financieras, se intercambian dos tipos de capital a lo largo del tiempo: la prestación, que corresponde al capital que es proporcionado por el asegurado, y la contraprestación, que constituye el capital que entrega la aseguradora.

En el sistema de Seguridad Social, las prestaciones otorgadas antes de la jubilación son proporcionadas por el asegurado, mientras que, después de la jubilación, se entregan las contraprestaciones por parte del asegurador.

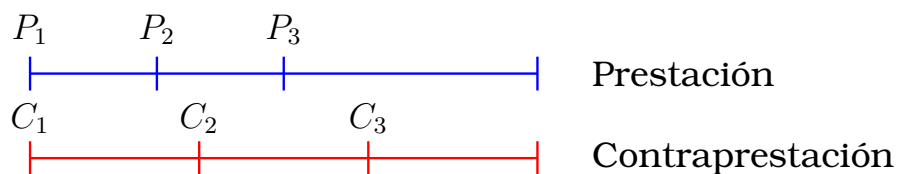


Figura 2.8: Flujos dentro de una operación financiera

En el caso de los seguros, se intercambia una prima por una pres-

tación asegurada. En este contexto, se aplica el principio de equilibrio financiero-actuarial, donde se establece que la esperanza de la pérdida futura del asegurador, que es igual a la diferencia del valor actual de las prestaciones aseguradas y el valor actual de la prima neta, debe ser igual a cero al momento que se fija la prima del seguro. Luego, la pérdida del asegurador puede tomar valores distintos a cero. De esta manera, se calcula la cuantía de la prima de forma que se cumpla este principio.

$$E[\text{VA Prestaciones aseguradas}] = E[\text{VA Prima neta}]$$

La prima neta o pura es la contribución que se necesita para cubrir, en promedio, el costo de las contingencias, sin tener en cuenta posibles desviaciones ni gastos adicionales. Por tanto, para determinar esta prima, es necesario considerar que su esperanza debe coincidir con las prestaciones aseguradas en la póliza. Notando P como la prima neta, se tiene que:

$$P = E[\text{VA Prestaciones aseguradas}]$$

2.4. Rentas Actuariales

Estas rentas consisten en una serie de pagos que se realizan forma periódica y dependen de la condición de vida del asegurado, es decir, se efectúan únicamente mientras el asegurado esté vivo. La clasificación de estas rentas se basa en ciertas características de las mismas como su momento de inicio, su cuantía, su duración, el vencimiento de cada término y el tipo de período de pago.

2.4.1. Rentas anuales constantes e inmediatas

Este tipo de renta implica el pago de una cuantía constante C cada año, a partir del primer período desde el inicio del contrato hasta el año del fallecimiento del asegurado. Estas rentas pueden clasificarse en temporales o vitalicias, así como prepagables o pospagables.

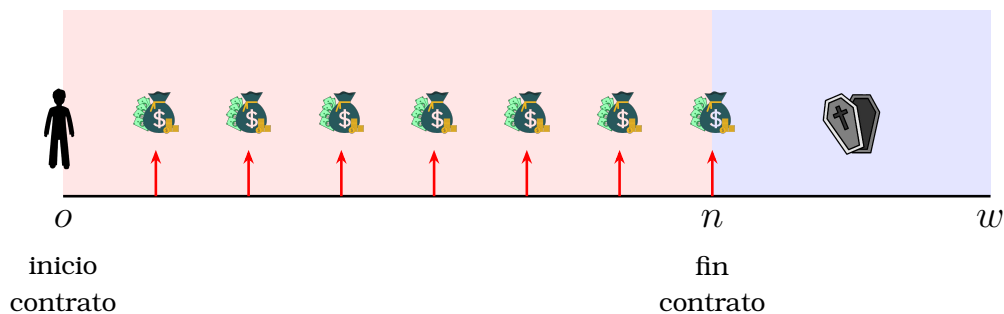


Figura 2.9: Esquema de una renta actuarial

Como se mencionó anteriormente, en el presente estudio se considerarán exclusivamente las rentas prepagables, dado que este estudio hace uso únicamente en este tipo de rentas actuariales. Sin embargo, el tratamiento de las rentas pospagables se realiza de manera análoga.

Rentas actuariales prepagables temporales

En este tipo de renta, se efectúa el pago de un monto constante C al inicio de cada año durante n períodos, siempre y cuando el asegurado esté vivo.

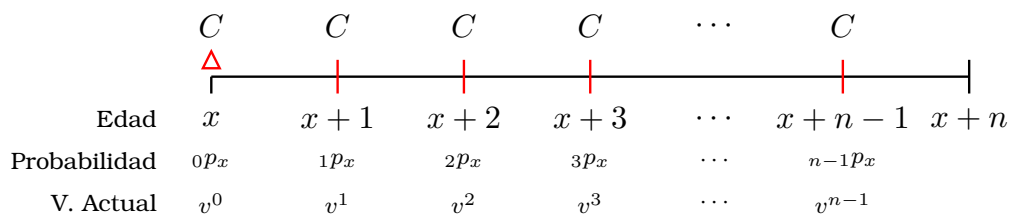


Figura 2.10: Esquema de una renta actuarial

Se denota como Y a la variable aleatoria que representa el valor actual de los flujos otorgados en la prestación a una tasa de interés i , tal que:

$$Y = \begin{cases} \ddot{a}_{\overline{K_x+1}|i} = \frac{1-v^{K_x+1}}{d} & \text{si } K_x < n - 1 \\ \ddot{a}_{\overline{n}|i} = \frac{1-v^n}{d} & \text{si } K_x \geq n - 1 \end{cases}$$

Sean

$$d = \frac{i}{1+i};$$

$$Z = \begin{cases} v^{K_x+1} & \text{si } K_x < n - 1 \\ v^n & \text{si } K_x \geq n - 1 \end{cases} ;$$

$$Y = \frac{1 - Z}{d}$$

La prima pura de esta renta es la siguiente:

$$\begin{aligned} \ddot{a}_{x:\overline{n}|} &= E[Y] \\ &= \frac{1 - E[Z]}{d} \end{aligned}$$

Tal que se tiene lo siguiente:

$$\ddot{a}_{x:\overline{n}|} = \frac{1 - A_{x:\overline{n}|}}{d} \quad (2.5)$$

Rentas actuariales prepagables vitalicias

En este tipo de renta, se efectúa el pago de un monto constante C al inicio de cada año desde el comienzo del contrato hasta el año de fallecimiento del asegurado.

La prima pura de esta renta es:

$$\ddot{a}_x = \sum_{k=0}^{w-(x+1)} v^k p_x \quad (2.6)$$

2.4.2. Rentas anuales, constantes y diferidas

La renta que es contratada por una persona de edad x , y se realiza su pago en la edad $x + m$, es una renta actuarial diferida m periodos. Sin pérdida de generalidad, consideramos que la renta diferida es una renta prepagable con pago de una cuantía C entre los años $x + m$ y n .

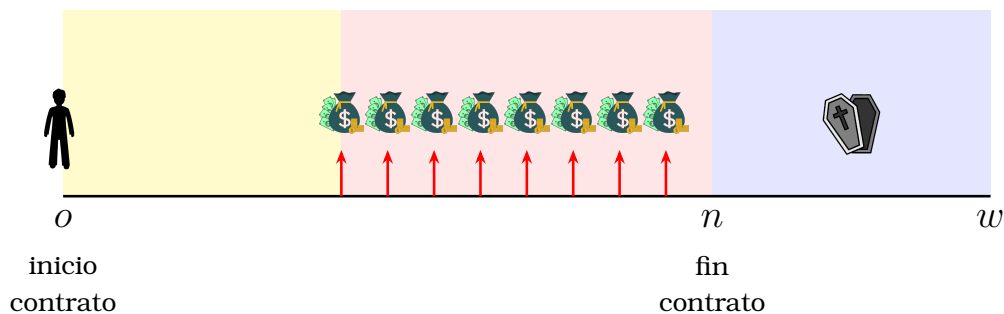


Figura 2.11: Esquema de una renta actuarial

La prima pura de esta renta, está expresada de la siguiente manera:

$$\begin{aligned}
 C \cdot {}_{m|n} \ddot{a}_x &= C \cdot {}_{m|} \ddot{a}_{x:n} \\
 &= C \cdot {}_m E_x \cdot \ddot{a}_{x+m:n}
 \end{aligned}$$

De donde, cuando $n \rightarrow \infty$, obtenemos una renta vitalicia prepagable con pago de una cuantía C que se expresa de la siguiente forma:

$$C \cdot {}_{m|} \ddot{a}_x = C \cdot {}_m E_x \cdot \ddot{a}_{x+m}$$

Si la renta es pospagable el proceso se realiza de forma análoga.

2.4.3. Rentas de cuantía variable

Rentas cuyas cuantías varían en función del tiempo de acuerdo a una progresión aritmética o geométrica.

Cuantías con variación aritmética

En este tipo de rentas la cuantía de las mismas se incrementa o decrece en función del momento de fallecimiento del asegurado. Específicamente, por cada período transcurrido se añaden o disminuyen C unidades monetarias adicionales al pago. Para el análisis sin pérdida de generalidad, consideramos una renta temporal prepagable. La prima pura de esta renta cuando la variación es creciente se formula como:

$$C \cdot (I\ddot{a})_{x:n} = C \cdot \sum_{k=0}^{n-1} (k+1)v_k^k p_x$$

En el caso donde la renta es decreciente, la prima pura es:

$$C \cdot (D\ddot{a})_{x:n} = C \cdot \sum_{k=0}^{n-1} (n-k)v_k^k p_x$$

Cuantías con variación geométrica

En este tipo de rentas la cuantía cambia según una progresión geométrica con una tasa de crecimiento α . Para el análisis, sin pérdida de generalidad, consideramos una renta temporal prepagable. La prima pura de esta renta se formula como:

$$C \cdot {}^\alpha (V\ddot{a})_{\overline{x:n}|} = C \cdot \sum_{k=0}^{n-1} (1+\alpha)^k v_k^k p_x$$

Los casos en los cuales se tienen rentas pospagables se trabajan de forma análoga.

2.4.4. Rentas fraccionadas

Las rentas actuariales son fraccionadas cuando la periodicidad de los pagos es menor a un año, es decir, los pagos se realizan mensualmente, trimestralmente u otros. Así, los periodos anuales se dividen en subperiodos con amplitud $1/m$. Consideramos una renta fraccionada prepagable temporal con n años de cobertura, que paga C/m unidades monetarias, sin pérdida de generalidad. La prima pura de esta operación es:

$${}_n \ddot{a}_x^{(m)} = \sum_{k=0}^{n-1} \sum_{s=0}^{m-1} \frac{1}{m} v^{k+\frac{s}{m}} \cdot {}_{k+\frac{s}{m}} p_x$$

Por ello, es necesario la aplicación de la Hipótesis de Woolhouse.

Hipótesis de Woolhouse

Esta hipótesis es necesaria dado que se trabaja con tablas de mortalidad anuales, de donde resulta imprescindible introducir una hipótesis sobre el comportamiento de las probabilidades en momentos intermedios del año.

En primer lugar, recordamos que por la hipótesis de uniformidad se tiene que la función l_x tiene un comportamiento lineal, tal que:

$$l_{x+t} = (1-t) \cdot l_x + t \cdot l_{x+1},$$

para $0 \leq t \leq 1$.

En esta hipótesis se basó Woolhouse para realizar la suya, donde también supone la linealidad sobre el factor de descuento financiero. Así, tenemos el siguiente planteamiento:

$$v^{x+t} l_{x+t} = (1-t)v^x \cdot l_x + t \cdot v^{x+1} l_{x+1},$$

para $0 \leq t < 1$.

Con esto, teniendo en cuenta una renta fraccionada actuarial prepagable temporal con cobertura de n años, tenemos que su valor actual es:

$$\begin{aligned} {}_n\ddot{a}_x^{(m)} &= {}_n\ddot{a}_x - \frac{m-1}{2m} [{}_n\ddot{a}_x - {}_n a_x] \\ &= {}_n\ddot{a}_x - \frac{m-1}{2m} (1 - {}_n E_x) \end{aligned}$$

De forma análoga se trabaja con las rentas pospagables.

2.5. Tasa de Reemplazo

El concepto de tasa de reemplazo proviene de los sistemas de pensión de beneficio definido. Esta tasa representa el porcentaje de ingresos que un individuo recibirá al finalizar su etapa laboral en comparación con los ingresos que percibió durante esa etapa. Es crucial tomar en cuenta la

tasa de reemplazo para conocer si la pensión que se otorgará al jubilado será suficiente para suplir sus gastos y mantener sus actividades [18]. Por lo tanto, esta tasa puede cambiar según los salarios que se utilicen para calcularla y también según la pensión que recibirá el individuo.

En su Convenio sobre la Seguridad Social (1952, número 102), la Organización Internacional del Trabajo (OIT) subraya la importancia de las prestaciones por vejez para la población y establece una tasa mínima de reemplazo, aludiendo que la cuantía de la prestación a ser otorgada a un individuo debe ser como mínimo el 40% de su salario previo. Aunque se permite que existan límites máximos para el monto de la prestación, el convenio establece como fundamental garantizar que se cumpla el requisito mínimo estipulado. Para calcular la tasa de reemplazo se toma la razón entre el último salario de un individuo y el valor de la pensión que se le otorgará, como se detalla a continuación:

$$\frac{\text{Pensión de jubilación}}{\text{Último sueldo en activo}} \times 100 \quad (2.7)$$

En este contexto, en un seminario realizado en mayo del 2011, en Santiago de Chile, la División de Desarrollo Social de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) de las Naciones Unidas, mencionó la importancia de facilitar la comparación internacional de los resultados y el uso de las bases de datos disponibles. La estrategia propuesta para alcanzar este objetivo fue identificar los factores clave que influyen en las tasas de reemplazo, incluyendo aspectos económicos, socio-demográficos, entre otros. Esto debido a que estos factores interactúan de manera compleja, por lo que producen resultados diferentes en cada país dependiendo de sus diferentes características y condiciones, y afectan sectores económicos, género, edad, nivel de ingreso y otros aspectos relevantes.

Capítulo 3

Marco Metodológico

3.1. Metodología de la Investigación

3.1.1. Método seleccionado

El método elegido para este proyecto fue el Método Comparativo Experimental. La parte experimental de este método se aplicó ya que permite manipular variables independientes para observar los efectos producidos en las variables dependientes. En este estudio, las variables independientes incluyeron características de los individuos y del contexto, como el sexo, la edad, el año de inicio de actividades laborales, el salario inicial, la tasa de inflación, y las tasas de crecimiento de salarios y pensiones, entre otros. Las variables dependientes, por su parte, fueron el ahorro total del cotizante, el valor inicial de la pensión a otorgar, la edad de jubilación, el porcentaje de aporte del Estado, y otras. Asimismo, la parte comparativa del método se utilizó para analizar las similitudes y diferencias en los resultados de las variables dependientes, considerando diversas características del entorno y de los individuos.

3.1.2. Enfoque

El enfoque de este proyecto es cuantitativo, debido a que se fundamenta en el uso de datos numéricos medibles que permiten realizar cálculos

y resultados comparables.

3.1.3. Tipo de trabajo

Este trabajo es de carácter exploratorio, ya que aborda un aspecto que no ha sido estudiado a profundidad hasta el momento, como es el caso de las reformas propuestas al Sistema de Pensiones. Su objetivo es analizar y comprender tanto las consecuencias positivas como negativas de la implementación de estas reformas en el Sistema de Pensiones Ecuatoriano. Para lograrlo, se examinan las variables que influyen en el objeto de estudio y sus interrelaciones. Las variables más relevantes para este análisis son:

1. Ahorro proveniente de las cotizaciones de un individuo previo a la Reforma del Sistema de Pensiones.
2. Ahorro proveniente de las cotizaciones de un individuo posterior a la Reforma del Sistema de Pensiones.
3. Valor Actual Actuarial de las Prestaciones de la Seguridad Social al individuo previo a la Reforma del Sistema de Pensiones.
4. Valor Actual Actuarial de las Prestaciones de la Seguridad Social al individuo después de la aplicación de la Reforma del Sistema de Pensiones.
5. Pensión Promedio Actual de un individuo previo a la Reforma del Sistema de Pensiones.
6. Pensión Promedio Actual de un individuo posterior a la Reforma del Sistema de Pensiones.
7. Pensión Teórica Actual de un individuo previo a la Reforma del Sistema de Pensiones.
8. Pensión Teórica Actual de un individuo posterior a la Reforma del Sistema de Pensiones.
9. Tasa de Reemplazo de la pensión del individuo previo a la Reforma del Sistema de Pensiones.

10. Tasa de Reemplazo de la pensión del individuo posterior a la Reforma del Sistema de Pensiones.
11. Porcentaje con el que debe aportar el Estado Ecuatoriano para cubrir el pago de la pensión del individuo.

3.1.4. Técnicas de recolección de la información

Para este proyecto, se empleó la técnica de recolección de información mediante el análisis documental. Así, los datos fueron extraídos de ciertos documentos existentes, entre los que se incluyen el Anteproyecto de Ley de la Comisión Interdisciplinaria de Reforma al Sistema de Pensiones de la Asamblea Nacional, la Valuación Actuarial del Seguro de Invalidez, Vejez y Muerte del Seguro General Obligatorio del 2018, y el Boletín Estadístico No. 27 del 2022. Esta información fue procesada y, posteriormente, analizada para identificar y extraer los elementos más relevantes y significativos para la investigación.

3.1.5. Técnica de análisis de la información

Las técnicas de análisis de información llevadas a cabo para el desarrollo del proyecto:

1. Investigación de condiciones actuales del Sistema de Seguridad Social del Ecuador.
2. Depuración y análisis de la base de datos.
3. Evaluación de las reformas propuestas.
4. Creación de funciones y variables para el análisis previo a cada reforma.
5. Creación de funciones y variables para el análisis posterior a cada reforma.
6. Comparación de los resultados obtenidos antes y después de la reforma.
7. Desarrollo de conclusiones y recomendaciones.

3.2. Desarrollo Metodológico

3.2.1. Descripción General del Anteproyecto de Ley

Como se mencionó en secciones anteriores, el Seguro General de Pensiones enfrenta numerosos desafíos en la actualidad. En su estructura actual, el sistema resulta insostenible, principalmente debido a que el número de jubilados crece a un ritmo más acelerado que el de los aportantes [2]. Para abordar esta problemática, la Comisión Interdisciplinaria de Reforma al IESS propuso un anteproyecto de ley en agosto de 2023, con el objetivo de implementar cambios progresivos en el sistema de pensiones sin afectar a los jubilados actuales ni a los afiliados.

Es evidente que estas reformas son necesarias para restaurar la solvencia y sostenibilidad financiera y fiscal del Seguro General de Pensiones, especialmente, para enfrentar los problemas provenientes de factores demográficos [2].

Las reformas propuestas al Sistema de Pensiones más relevantes se encuentran a continuación:

1. Se establece que el ingreso imponible sobre el que un afiliado realice sus aportaciones sea como máximo de \$8000, y no habrá un mínimo de remuneración requerido.
2. La pensión de jubilación consistirá en la suma de dos componentes:
 - Una pensión básica equivalente a la pensión mínima bajo el sistema actual (50 % del SBU), que se ajustará en función de la inflación.
 - Una pensión variable calculada mediante una fórmula que mantiene la proporcionalidad entre el tiempo de aporte y el tiempo de beneficio.
3. Actualmente, la cuantía de la pensión de jubilación se basa en los cinco mejores años de ingresos del afiliado. Con la reforma, se propone incrementar gradualmente este número hasta alcanzar los 30 años de mejor remuneración.

4. Aunque la tasa de aportación actual del 11,06% se mantendrá, esta se aplicará también al décimo tercer y décimo cuarto sueldo, dado que se seguirán pagando 14 flujos anuales a los jubilados.
5. Se mantiene la edad de jubilación, pero se incrementarán gradualmente (seis meses por año) los años de aporte requeridos, con el objetivo de eliminar las inequidades del sistema, como la posibilidad de jubilarse a los 70 años de edad con solo 15 años de aportes.
6. Se propone que el estado aporte al pago de las pensiones tenga un límite del 40%.

Reforma: Incremento en el tiempo de cotización para el cálculo de la pensión por vejez.

Según la Ley de Pensiones y Ahorro para la Vejez, que busca reformar la Ley de Seguridad Social e implementar un nuevo régimen de jubilaciones, los requisitos mínimos de edad y años de aportaciones para tener derecho a la jubilación vitalicia por vejez serán modificados. Estos requisitos, irán cambiando eventualmente en los años hasta el 2035 donde se llegará a aquellos que se mantendrán indefinidamente. A continuación, se presenta la evolución de los años necesarios de aportes a lo largo del tiempo y los requisitos finales en las tablas respectivas [13].

AÑOS DE EDAD	NÚMERO DE AÑOS DE APORTACIONES										
	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
60	30	30.5	31	31.5	32	32.5	33	33.5	34	34.5	35
61	30	30	30	30	30	30.5	31	31.5	32	32.5	33
62	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30.5	31
63	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
64	30	30	30	30	30	30	30	29.5	29	28.5	28
65	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
66	15	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
67	15	15	15	16	17	18	19	20	21	22	23
68	15	15	15	15	16	17	18	19	20	21	22
69	15	15	15	15	15	16	17	18	19	20	21
70	10	10.5	11	11.5	12	12.5	13	13.5	14	14.5	15

Tabla 3.1: Evolución de los años de aportaciones necesarios según la edad y el año.

AÑOS DE EDAD	AÑOS DE APORTACIONES
60	35
61	33
62	31
63	29
64	27
65	25
66	23
67	21
68	19
69	17
70	15

Tabla 3.2: Número final de años de aportaciones necesarios según la edad.

A partir de esto podemos observar que desde el año 2035, los afiliados tendrán derecho a la jubilación vitalicia por vejez al cumplir, como mínimo, sesenta años de edad y al menos treinta y cinco años de aportaciones, o al cumplir cuarenta años de aportaciones sin límite de edad. Además, por cada año adicional de aportaciones después de los sesenta años de edad, el mínimo requerido de años de aportaciones se reducirá en dos años por año.

Finalmente, es necesario aclarar la referencia de un año de aportaciones. Para los afiliados con relación de dependencia, se acredita un año de aportaciones cuando se ha cubierto el pago del 11,06 % sobre las doce impositivas mensuales correspondientes, así como sobre el décimo tercer y décimo cuarto sueldo del año respectivo. Por otro lado, para los afiliados sin relación de dependencia, se acredita un año de aportaciones cuando se ha cubierto el pago del 11,06 % sobre su ingreso imponible anual.

3.2.2. Parámetros considerados del Sistema de Pensiones

Dado que no se dispone de información histórica sobre los individuos, como sus salarios durante su vida laboral, las pensiones recibidas a lo largo de los años, y otras variables, así como de las condiciones económicas futuras del país, es necesario utilizar ciertos parámetros para realizar los cálculos requeridos. Estos parámetros incluyen tasas de inflación, crecimiento de salarios y pensiones, y la tasa actuarial, que es el

rendimiento mínimo necesario para asegurar que los recursos de una inversión mantengan su valor y sean suficientes para cubrir las pensiones actuales y futuras [12].

La importancia del conocimiento de estos parámetros radica en que los mismos son esenciales para el cálculo de variables clave para el estudio, como el ahorro del individuo, la pensión a recibir y la tasa de reemplazo, entre otros.

Estos parámetros están sujetos a los siguientes escenarios:

1. **Escenario base:** Constituye el escenario más probable con parámetros financieros conservadores y realistas, asumiendo que el Estado contribuye con el 40% del monto anual de las pensiones [12].
2. **Escenario pesimista:** Adopta una situación adversa con la misma tasa actuarial que el escenario base, pero asumiendo que el Estado no contribuye al pago de pensiones [12].
3. **Escenario alternativo:** Considera que el Estado contribuye parcialmente con el 28% de su obligación legal para financiar el pago de las pensiones anuales [12].

Los parámetros se observan en la tabla 3.3 [12], y para este estudio fueron utilizados los parámetros correspondientes al escenario base:

Tabla 3.3: Parámetros para diferentes escenarios

Parámetros	Escenarios		
	Base %	Pesimista %	Alternativo %
Tasa actuarial i_a	6.2500	6.2500	6.2500
Tasa crecimiento salarios i_r	2.1540	2.1540	2.1540
Tasa crecimiento salario básico unificado i_s	2.5339	2.5339	2.5339
Tasa crecimiento pensiones i_p	1.8261	1.8261	1.8261
Tasa de variación de la inflación i	1.826	1.826	1.826
Porcentaje aporte estatal α_{est}	40	0.00	28

3.2.3. Análisis Inicial de la Información

Imputación, depuración, y variables a considerar en las bases de datos

a. Base de datos

Las bases de datos utilizadas en este estudio son la base de datos de pensionistas y la de afiliados del IESS, correspondientes al año 2019 y 2020, respectivamente. La base de datos de pensionistas proporciona información sobre los jubilados, de la cual se seleccionarán las variables más relevantes que se detallan en la tabla 3.4.

Variable	Descripción
sexo	Sexo del pensionista
tipo_beneficiario	Beneficiario del tipo pensionista o montepío
fecha_nacimiento_concesion	Fecha de nacimiento del asegurado en el registro civil al momento de la concesión
estado_vigencia	Define el estado de vigencia del beneficiario para recibir la pensión: activo o inactivo
fecha_inicial_pension	Fecha en la que el pensionista obtuvo su jubilación
valor_pension	Define el valor de la pensión a ser pagada mensualmente
valor_aumentos	Define el valor acumulado de los aumentos que se han realizado a lo largo del tiempo
numero_imposiciones_totales	Número de aportaciones totales que realizó el pensionista durante el periodo de aportación
tipo_seguro	Define el tipo de seguro (Seguro de Salud, Seguro de Campesino, Seguro de Riesgos de Trabajo, Seguro de Pensiones)
tipo_prestacion	Define el tipo de prestación (Pensión por vejez, invalidez y montepío; Auxilio de funerales; Riesgos de trabajo; Asistencia por enfermedad y maternidad; Cobertura de salud para hijos menores de 18 años; Ampliación de cobertura de salud para cónyuge o conviviente de hecho; Préstamo Hipotecario)
promedio_sueldo_real	Promedio del sueldo de los 5 mejores años del pensionista

Tabla 3.4: Variables de la base de datos de pensionistas.

Por otro lado, la base de datos de afiliados contiene información

sobre todos los individuos que cotizan a la Seguridad Social. Y las variables utilizadas de esta base de datos son las establecidas en la tabla 3.5.

Variable	Descripción
sexo	Sexo del afiliado
edad	Edad del afiliado
fecinafi	Fecha de inicio de la relación de afiliación
numimp	Número de imposiciones totales del afiliado
estafi	Estado del afiliado, cuyo valor es ACT si es un afiliado activo y CES si ha cesado
estfal	Indicador del estado de fallecimiento del afiliado, el valor de 0 de esta variable representa que no ha fallecido

Tabla 3.5: Variables de la base de datos afiliados.

b. Depuración de la base de datos

La base de datos de pensionistas utilizada contiene un total de 4,042,397 observaciones y 59 variables. Sin embargo, se identificó que, para un mismo individuo, existen varias filas donde se repiten los mismos tipos de seguros o se registran otros tipos que la misma persona posee.

Se analizó el porcentaje de datos faltantes en las variables necesarias para el estudio y se determinó que ninguna de ellas presentaba este tipo de datos.

En primer lugar, se filtró el tipo de beneficiario a "ASENOR", que se refiere a que el seguro proviene de una aseguración normal del propio pensionista, ya que estos son los casos de estudio; se omitieron, por ejemplo, los seguros de montepío. Además, debido al tipo de estudio realizado, se filtró el tipo de prestación únicamente a la de jubilación por vejez. Asimismo, se eliminaron los seguros del tipo Social Campesino, debido a que tienen condiciones y características diferentes a las de la población de estudio. Por otro lado, se filtraron aquellos individuos cuyas pensiones tenían estado de vigencia activo hasta la fecha de corte, ya que los incrementos de las pensiones hasta ese entonces estaban completos y eran útiles para los estudios. Finalmente, aquellos individuos cuya edad de jubilación

era menor a 50 años o que no cumplen con el número mínimo de imposiciones, que corresponden al 0.58% de la base de datos modificada hasta este punto, fueron eliminados ya que al no cumplir con las condiciones necesarias de jubilación, la misma pudo haber sido posible por otros factores que se encuentran fuera de este estudio. Después de estas modificaciones y de eliminar las filas de individuos duplicados, la cantidad de pensionistas resultante fue de 28,931.

Debido a la fecha de recopilación y a la información de la base de datos, fue necesario realizar adecuaciones en ciertas variables para poder comparar la información actual. Por ejemplo, ya que el promedio del salario de los cinco mejores años fue establecido al momento de la jubilación para el cálculo de la pensión, se capitalizó esta variable hasta el año actual, 2024, desde aquel momento, utilizando la tasa de crecimiento del salario establecida. De igual forma, la pensión establecida data del año 2019, cuando se construyó la base de datos y se consideraron todos los incrementos adquiridos hasta esa fecha. Por lo tanto, fue necesario capitalizar esta variable de igual forma hasta el 2024, asumiendo que la pensión de ese entonces ha incrementado según la tasa de crecimiento de las pensiones.

Otro ajuste realizado fue limitar los valores de las pensiones capitalizadas a las pensiones máximas y mínimas actuales, para poder realizar el estudio requerido y evitar datos atípicos provenientes de diversos factores. Además, debido a que la variable de los salarios promedio contenía un 14,54% de valores iguales a cero, estos fueron imputados dentro de la función de cálculo de la pensión promedio. Inicialmente, se filtraron ciertos elementos como la edad de jubilación y el número de imposiciones y, una vez que se obtuvo un grupo homogéneo, se calculó el promedio de los salarios diferentes a cero de ese grupo. Los valores iguales a cero de esta variable fueron imputados con dicho valor. Esto permitió imputar los valores perdidos con valores representativos de un grupo homogéneo, asegurando que se mantuvieran las características inherentes al grupo de estudio.

En la base de datos de afiliados, se registraron 1,768,742 observaciones y 35 variables. No obstante, fue necesario filtrar las observa-

ciones según las variables estafi y estfal para mantener únicamente a los individuos con estado activo y que no habían fallecido hasta la creación de la base de datos. Esto se hizo para asegurar que solo se incluyeran los afiliados que continuaban realizando cotizaciones hasta la construcción de esta base de datos. La base resultante de estas operaciones contiene 1,316,617 observaciones.

Por otro lado, en ninguna de las variables relevantes para el estudio se encontraron datos faltantes.

c. Indicadores principales en las bases de datos

En la base de datos de afiliados, ya modificada, se observa que la población presenta las siguientes características:

- **Sexo:** En la base de datos, se cuentan con 564,959 individuos de sexo femenino (42.9%), y 751,658 individuos de sexo masculino (57.1%).
- **Edad:** La edad mínima registrada es de 16 años. El primer cuartil se sitúa en 38 años, la mediana es de 45 años y el tercer cuartil alcanza los 53 años. La edad máxima observada es de 98 años, mientras que la edad promedio de los afiliados es de 45 años. En la figura 3.1 se observa la distribución de las edades de los afiliados de acuerdo al sexo en un gráfico de caja y bigotes.

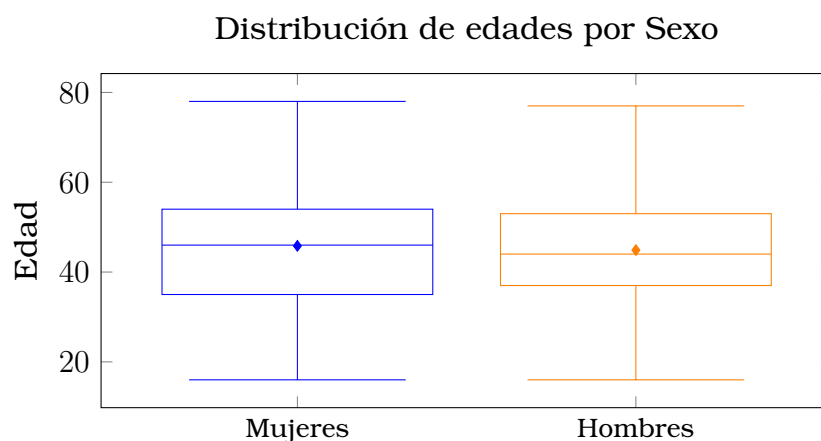


Figura 3.1: Distribución de edades por Sexo

- **Número de imposiciones:** El número mínimo de imposiciones registrado es 0, lo cual indica que el individuo ha ingresado al sistema pero no ha realizado ningún aporte. La media y la mediana del número de imposiciones son 223 y 210, respectivamente. El número máximo de imposiciones encontrado en la base de datos es 721. La figura 3.2 muestra la distribución de edades de los afiliados según el sexo.

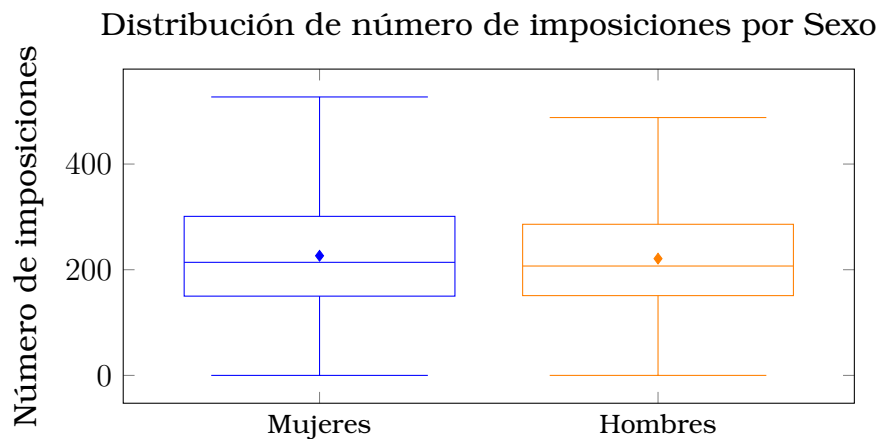


Figura 3.2: Distribución de número de imposiciones por Sexo

Las características más significativas de la población jubilada son:

- **Sexo:** En la base de datos, se cuentan con 12,899 individuos de sexo femenino (42.59%), y 16,032 individuos de sexo masculino (55.41%).
- **Edad actual:** La edad mínima de los pensionistas presentes en la base de datos es de 58 años. La edad media de estos individuos es de 72 años, y la edad máxima es de 108. En la figura 3.3 se ilustra cómo varía la edad al año de corte de la base de datos (2021) según el sexo.

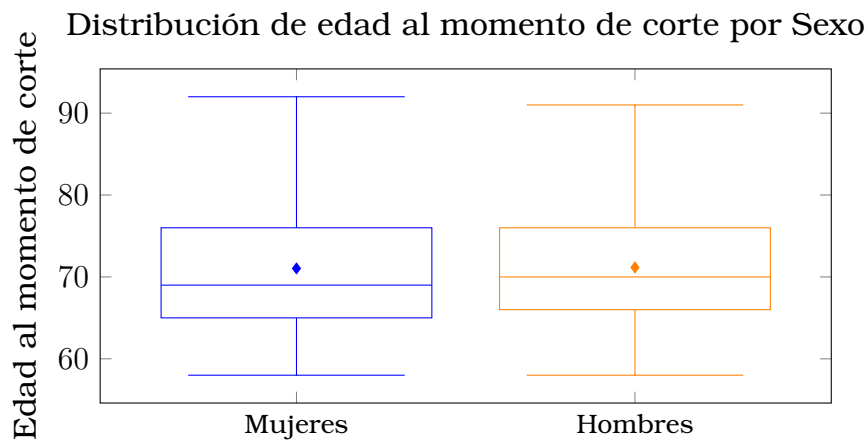


Figura 3.3: Distribución de edad al momento de corte por Sexo

- **Edad de jubilación:** El promedio de edad al momento de jubilarse es de 66 años, siendo la edad más joven de 58 años, y mayor edad de 99. Observamos en la figura 3.4 la distribución de la edad de jubilación por sexo.

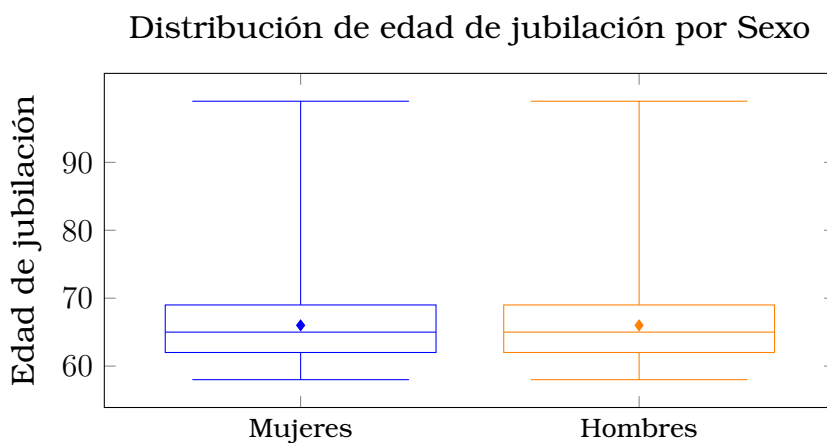


Figura 3.4: Distribución de edad de jubilación por Sexo

- **Promedio de los cinco años de mejores sueldos:** Excluyendo los valores iguales a cero que serán imputados posteriormente y capitalizando estas cuantías al 2024, se observa que el 25% de los promedios de los cinco mejores años de sueldos son inferiores a 381.97 dólares. La mediana de esta variable es de 633.47 dólares. Además, el 90% de los promedios de los cinco mejores años de sueldos son inferiores a 1865.39 dólares, con un valor máximo de 27,875.42 dólares. En la figura 3.5 podemos obser-

var la distribución del promedio de los cinco mejores años de salarios por sexo.

Distribución del promedio de los cinco mejores años de salarios por Sexo

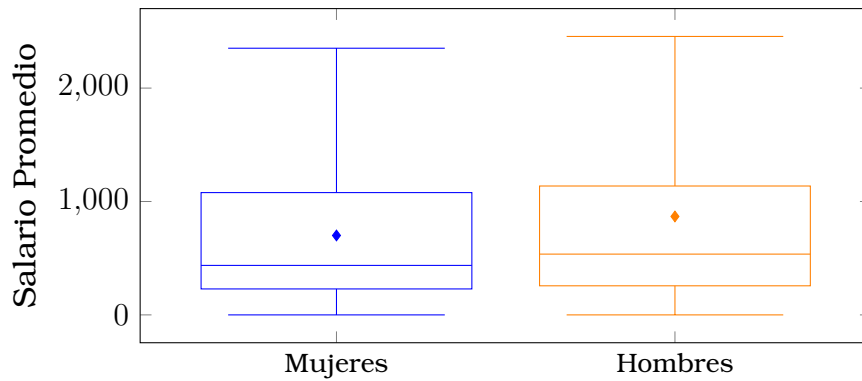


Figura 3.5: Distribución del promedio de los cinco mejores años de salarios por Sexo

- **Número de imposiciones totales:** El número mínimo de imposiciones registrado es 120, correspondiente a individuos mayores a 70 años. La media y la mediana del número de imposiciones son 350 y 372, respectivamente. El número máximo de imposiciones encontrado en la base de datos es 741. A continuación, en la figura 3.6, se observa un gráfico de caja y bigotes de la distribución del número de imposiciones totales en la población de pensionistas.

Distribución del número de imposiciones de la población

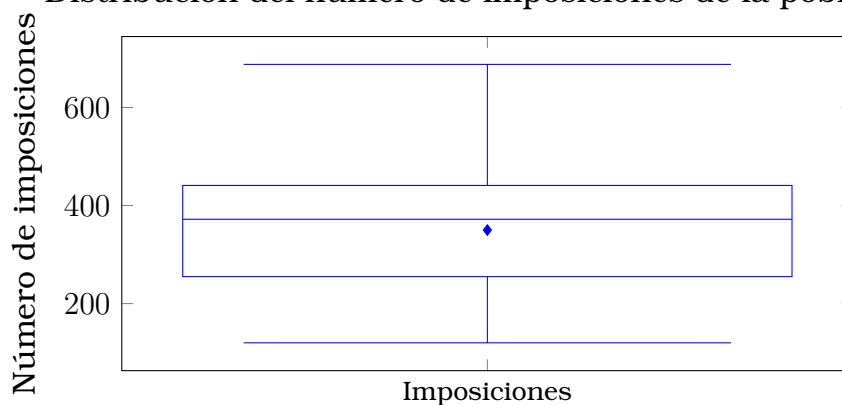


Figura 3.6: Distribución del número de imposiciones de la población

- **Coefficiente para el cálculo de la pensión:** En promedio, el coeficiente de cálculo de la pensión de los individuos es 0.76. Este coeficiente oscila entre un mínimo de 0.5 y un máximo de 1.3375. La figura 3.7 muestra la distribución de este coeficiente en la población de pensionistas.

Distribución del coeficiente para el cálculo de la pensión de la población

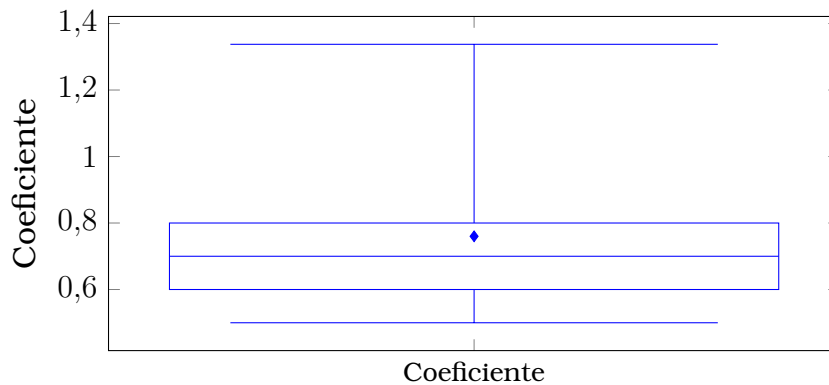


Figura 3.7: Distribución del coeficiente para el cálculo de la pensión de la población

- **Monto de la pensión de vejez:** El monto de la pensión varía significativamente dentro de la población. Se identifican valores mínimos de pensión en cero, posiblemente por errores de registro o pensiones anuladas. Se tiene una media de \$708.82 y una mediana de \$465.56. La figura 3.8 muestra un diagrama de caja y bigotes de la distribución de las pensiones de vejez de la población de pensionistas.

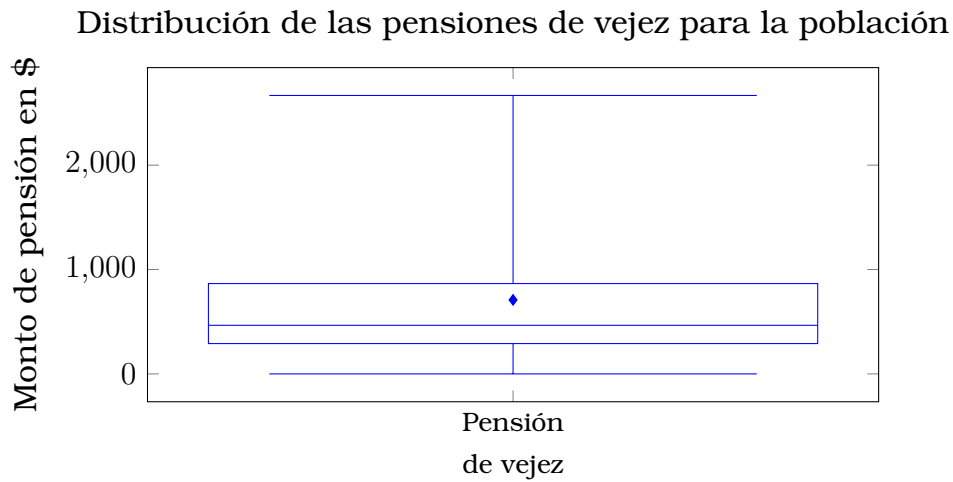


Figura 3.8: Distribución de las pensiones de vejez para la población

3.2.4. Cálculos en el Software RStudio

A continuación, se detallan las funciones del paquete *lifecontingencies* implementadas en R para realizar diversos cálculos actuariales.

Función *annuity*

En R la función `annuity` realiza el cálculo del valor presente de una anualidad, la cual es una serie de pagos periódicos iguales durante un período de tiempo específico.

```
annuity(i, n, m=0, k=1, type= "immediate")
```

i	Interés en decimales
n	Periodos de pago
m	Número de periodos que se difiere la anualidad
k	Frecuencia anual de pagos
type	Se usa immediate si los pagos se realizan al final de cada periodo, si se realizan al inicio de usa due

Tabla 3.6: Argumentos de la función `annuity`. Fuente: Rivera C. (2018) [19]

Función *probs2lifetable*

En R la función `probs2lifetable` crea una tabla de mortalidad a partir de las probabilidades ya sean de supervivencia o muerte.

En este proyecto se usan las tablas de mortalidad obtenidas en el proyecto de titulación de William Allauca [22].

```
probs2lifetable(probs, radix=10000, type="px", name)
```

probs	Vector con las probabilidades de supervivencia o muerte de cada año
radix	Número inicial de individuos de la tabla de mortalidad
type	Toma el valor de px si se ingresa la probabilidad de supervivencia, y qx si se ingresa la probabilidad de muerte
name	Nombre de la tabla de mortalidad creada

Tabla 3.7: Argumentos de la función `probs2lifetable`. Fuente: Rivera C. (2018) [19]

Función *axn*

En R la función `axn` calcula el valor actual actuarial de las anualidades, dependiendo de una tabla de mortalidad.

```
axn(actuarialtable, x, n, i, m, k=1)
```

actuarialtable	Tabla de mortalidad o actuarial
x	Edad del asegurado
n	Número de años de duración de la anualidad
m	Número de periodos que se difiere la anualidad
k	Número de pagos fraccionarios por periodo
i	Tasa de interés si es una tabla de mortalidad

Tabla 3.8: Argumentos de la función `axn`. Fuente: Rivera C. (2018) [19]

3.2.5. Estructura del Aplicativo Shiny

Para la obtención de los resultados requeridos para el estudio, se aplicó la teoría desarrollada en el capítulo anterior, con la ayuda del software R y las funciones detalladas en la sección previa, específicamente con el paquete *lifecontingencies*.

A continuación, se desarrolló un aplicativo web en *Shiny* para presentar de forma más efectiva y visual los resultados obtenidos a partir de los cálculos realizados. Este aplicativo muestra diversas variables como el ahorro, la pensión correspondiente, el porcentaje de aporte del Estado, la tasa de reemplazo, el año en el cual se alcanza el déficit, y más, tanto para el escenario antes de la reforma como para el posterior. De esta forma, se facilita el análisis y la comprensión de los resultados, y permite visualizar las comparaciones y desarrollar conclusiones.

Datos de entrada y aplicativo Shiny

■ Pestaña inicial

En las figuras 3.9 y 3.10, se muestra la interfaz principal del aplicativo creado. A la izquierda, se encuentra un área destinada para que el usuario ingrese datos, los cuales son utilizados tanto en la pestaña inicial como en las pestañas correspondientes a cada reforma. A partir de estos datos, que incluyen el sexo del individuo, el año de inicio de las cotizaciones, la tasa de interés e inflación a usar (por defecto se emplean las establecidas por el IESS para todos los cálculos), el primer sueldo al iniciar las cotizaciones y el año previsto de jubilación, se calcularán los resultados mostrados en el lado derecho. Al final de este espacio, se incluye un mensaje que indica la edad mínima de jubilación según las condiciones actuales, la cual se ajusta dependiendo de las condiciones posteriores ingresadas por el usuario. Es importante que la edad de jubilación especificada sea mayor o igual a la edad mínima indicada.

En la sección de resultados, se presentan en primer lugar recuadros que muestran datos relevantes de la afiliación del asegurado, como el ahorro acumulado hasta el año de jubilación, el valor de la

pensión teórica y promedio actuales que representan la cuantía que recibiría el jubilado si se jubilara en el año 2024, considerando para su cálculo la teoría y, por otro lado, la base de datos. También se incluyen el valor actual actuarial de la prestación, el valor de la tasa de reemplazo y el aporte del estado. Estos datos son fundamentales para realizar conclusiones posteriores.

Además, se presentan ciertos gráficos, como la evolución de las reservas, que muestra cómo el ahorro del individuo crece durante sus años de cotización y luego se va consumiendo desde el momento de la jubilación por el pago de pensiones. Se llega a un punto en el que el dinero ahorrado no es suficiente y las reservas se vuelven negativas, es decir, el dinero ahorrado se ha agotado y es necesario obtener fondos de otras fuentes. En este gráfico se asume que el Estado aporta el 40 % del valor de las pensiones del jubilado cada mes. De igual manera, se incluye un gráfico que muestra el año en que se alcanza el déficit dependiendo del porcentaje de aporte del Estado, donde se observa que a mayor aporte estatal, más tardío es el año en que se alcanza el déficit.

Por otro lado, se presentan dos gráficos de pastel. El primero muestra el tiempo durante el cual el individuo cotiza y el tiempo durante el cual recibe pensiones, indicando el porcentaje de ambos períodos y su diferencia. El segundo gráfico muestra el porcentaje de las pensiones otorgadas al individuo que cubre el IESS y cuánto es necesario que aporte el Estado, proporcionando estadísticas sobre las fuentes de las pensiones y el gasto del Estado con dicho individuo.

Finalmente, se presenta una tabla que muestra cómo, a medida que se retrasa el año de jubilación y por tanto se incrementa el número de años de aporte, varían tanto el ahorro acumulado como la pensión a recibir en el primer año de jubilación, el último año con reserva positiva con y sin el aporte del Estado, y la tasa de reemplazo.



Seleccione su sexo:
 Masculino
 Femenino

Edad de inicio de cotizaciones (años):
30

Año de inicio de cotizaciones :
2010

Interés (%):
6,25

Inflación (%):
1,826

Primer sueldo al iniciar las cotizaciones:
600

Sistema Actual Reforma

AHORRO
\$85,776.09

VAA DE LA PENSIÓN
\$157,747.63

PENSIÓN TEÓRICA ACTUAL
\$569.14

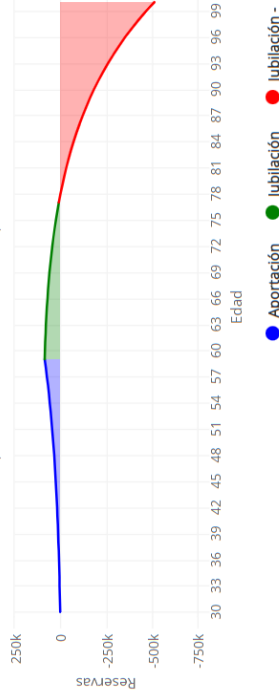
PENSIÓN PROMEDIO ACTUAL
\$589.92

TASA DE REEMPLAZO
71.9 %

APORTE DEL ESTADO
45.6 %

Evolución de Reservas por Edad

con el aporte del 40% del Estado en cada pensión



Tiempo del Individuo en el Sistema de Seguridad Social

Número de años del individuo como cotizante y como pensionista en el IESS, asumiendo que su tiempo de vida llega hasta los 100 años

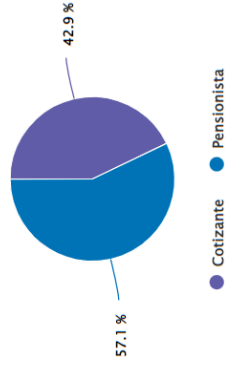
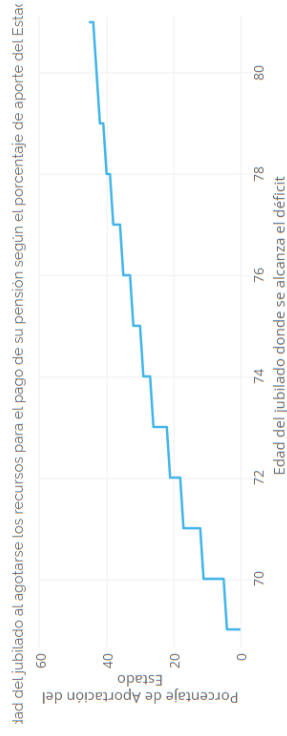


Figura 3.9: Pestaña inicial del aplicativo Shiny, parte 1.

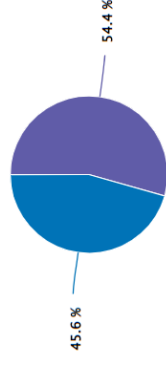
Edad de jubilación (años):
60
La edad mínima de jubilación antes de la reforma es: 60 años

Impacto del Porcentaje de Aportación del Estado en la Sostenibilidad de las Pensiones



Cobertura del Estado Ecuatoriano sobre las prestaciones del Jubilado

Porcentaje aportado por el Estado Ecuatoriano para el pago de pensiones del Jubilado



Edad de Jubilación	Años de aportación	Fondo acumulado	Pensión de jubilación anual	Pensión de jubilación mensual	Último año con reserva positiva con aporte del estado	Último año con reserva positiva sin aporte del estado	Tasa de Reemplazo
60	30	USD 85,776.09	USD 9,604,752	USD 800.40	72	64	71.90%
61	31	USD 92,696.92	USD 9,975,166	USD 831.26	73	65	73.10%
62	32	USD 100,083.91	USD 10,357,080	USD 863.09	75	67	74.30%
63	33	USD 107,966.90	USD 10,750,820	USD 895.90	77	68	75.50%
64	34	USD 116,377.64	USD 11,156,716	USD 929.73	79	69	76.70%
65	35	USD 125,349.87	USD 11,575,111	USD 964.59	81	71	77.90%

1 - 6 of 11 rows

Previous 1 2 Next

Figura 3.10: Pestaña inicial del aplicativo Shiny, parte 2.

■ Pestaña correspondiente a la reforma

En esta pestaña, se presenta primero una breve descripción junto con una tabla que muestra la evolución del aumento de los años de aporte en cada año, para las edades comprendidas entre 60 y 70 años.

A continuación, se muestran los mismos cuadros de la pestaña inicial, que indican los valores de las mismas variables antes y después de la reforma, permitiendo comparar los cambios producidos por la implementación de la reforma, como se puede observar en la Figura 3.11.

Además, se incluyen ciertos gráficos. En la Figura 3.12, se presentan los gráficos de la evolución de las reservas y del año en el cual se alcanza el déficit dependiendo del porcentaje de aporte del Estado, ambos con la aplicación de la reforma. Estos gráficos son cruciales para comparar las condiciones en las que se alcanza el déficit antes y después de la reforma. Además, se muestra la pensión actual a ser otorgada antes y una vez aplicada la reforma. Más abajo en el aplicativo Shiny, como se muestra en la Figura 3.13, se encuentran dos gráficos adicionales. Estos gráficos utilizan los datos proporcionados por el usuario, tales como la edad de jubilación del afiliado, los años de aporte y el salario. Con esta información, el primer gráfico analiza cómo la pensión inicial crece dependiendo del año en que se espera jubilarse antes de la reforma (AJ), y también indica el año en que realmente se jubilará con la reforma (AJR). Por otro lado, en el segundo gráfico se muestran cuántos años adicionales deberá aportar un individuo que, con las características mencionadas de edad de jubilación y años de aporte antes de la reforma, busca jubilarse en los diferentes años que se encuentran en el eje x del gráfico.

Finalmente, como se observa en la figura 3.14, se presenta una tabla donde se indica el año de jubilación y los años de aporte esperados antes de la reforma, contrastados con el año de jubilación y los años de aporte después de la reforma. También se compara la tasa de reemplazo y el porcentaje de aporte del Estado necesario para el jubilado, tanto antes como después de la reforma.

Reforma: Incremento en el tiempo de cotización para el cálculo de la pensión por vejez

Descripción

Según la Ley de Pensiones y Ahorro para la Vejez, los requisitos mínimos de edad y años de aportaciones para tener derecho a la jubilación vitalicia por vejez serán modificados. Estos requisitos, irán cambiando eventualmente en los años hasta el 2035 donde se llegará a aquellos que se mantendrán indefinidamente. A partir de esto podemos observar que desde el año 2035, los afiliados tendrán derecho a la jubilación vitalicia por vejez al cumplir, como mínimo, sesenta años de edad y al menos treinta y cinco años de aportaciones, o al cumplir cuarenta años de aportaciones sin límite de edad. Además, por cada año adicional de aportaciones después de los sesenta años de edad, el mínimo requerido de años de aportaciones se reducirá en dos años por año.

A continuación presentamos la tabla del número de años de aporte necesarios por la edad y el año de jubilación:

Edad de jubilación	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
60	30	30	30.5	31	31.5	32	32.5
61	30	30	30	30	30	30	30.5
62	30	30	30	30	30	30	30
63	30	30	30	30	30	30	30
64	30	30	30	30	30	30	29.5
65	15	15	16	17	18	19	20

1-6.5 of 11 rows

Previous 1 2 Next

Resultados obtenidos con los datos introducidos:



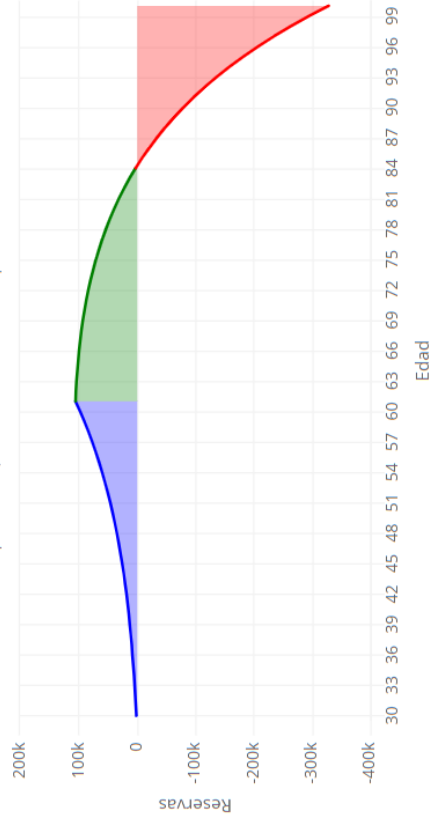
Figura 3.1.1: Pestaña del aplicativo Shiny correspondiente a la reforma - Parte 1.

Información importante:

Es importante conocer la equivalencia actual de las pensiones a ser otorgadas al momento de la jubilación del individuo, por tanto la pensión actual a otorgarse antes de la reforma es de: \$569.14, mientras que la pensión actual a otorgarse una vez aplicada la reforma es de: \$588.11.

Evolución de Reservas por Edad

con el aporte del 40% del Estado en cada pensión



● Aportación ● Jubilación ● Jubilación -

Impacto del Porcentaje de Aportación del Estado en la Sostenibilidad de las Pensiones al aplicar la Reforma

Edad del jubilado al agotarse los recursos para el pago de su pensión según el porcentaje de aporte del Estado

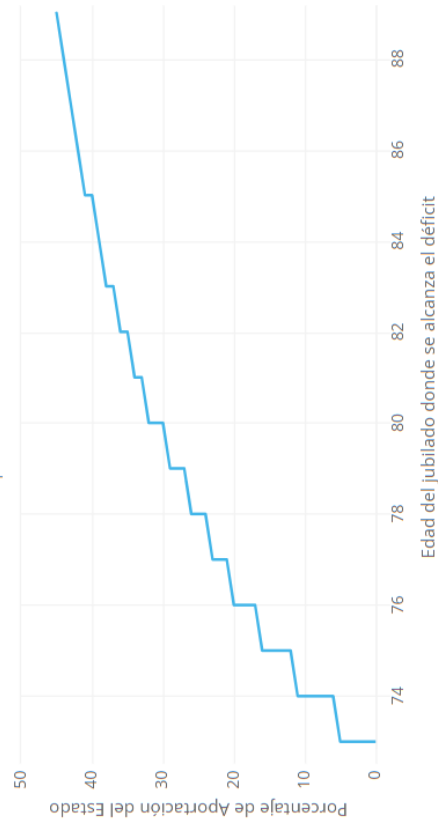
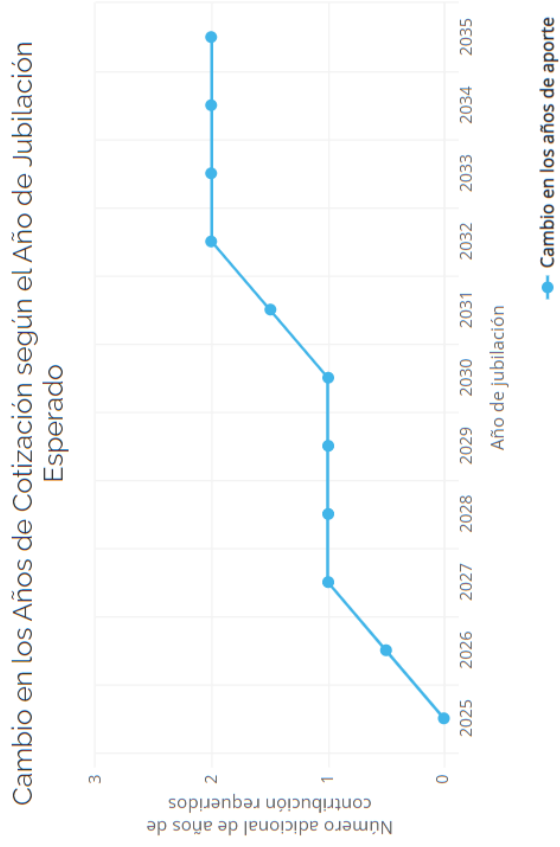
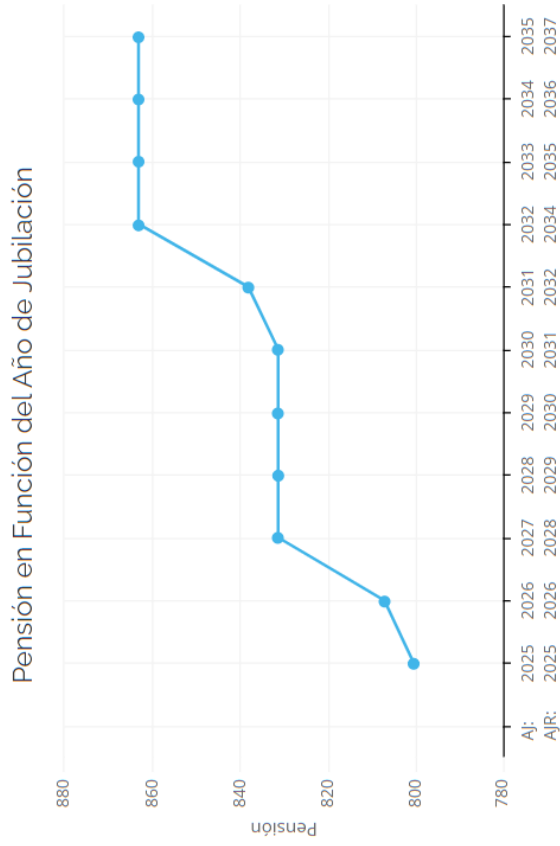


Figura 3.12: Pestaña del aplicativo Shiny correspondiente a la reforma - Parte 2.

A continuación, se muestran ciertos resultados de la aplicación de la reforma para un individuo con 60 años de edad, 30 años de aporte y salario inicial de \$600, dependiendo del año de jubilación:



AJ: Año de jubilación esperado antes de la reforma.
 AJR: Año de jubilación después de la aplicación de la reforma.

Figura 3.13: Pestaña del aplicativo Shiny correspondiente a la reforma - Parte 3.

Año de jubilación antes de la reforma	Año de jubilación con la reforma	Años de aporte antes de la reforma	Años de aporte después de la reforma	Tasa de Reemplazo antes de la reforma	Tasa de Reemplazo con la reforma	Porcentaje de aporte del Estado antes de la reforma	Porcentaje de aporte del Estado con la reforma
2025	2025	30	30	71.90%	71.90%	44.51%	44.51%
2026	2026	30	30.5	71.90%	72.50%	44.57%	42.95%
2027	2028	30	31	71.90%	73.10%	44.64%	40.64%
2028	2029	30	31	71.90%	73.10%	44.70%	40.58%
2029	2030	30	31	71.90%	73.10%	44.77%	40.51%
2030	2031	30	31	71.90%	73.10%	44.84%	40.44%

1 - 6.5 of 11 rows

Previous 1 2 Next

Figura 3.14: Pestaña del aplicativo Shiny correspondiente a la reforma - Parte 4.

■ **Datos de entrada**

Datos de entrada	Aplicación
Sexo	Es necesario para los cálculos actuariales, puesto que las probabilidades de supervivencia dependen del género del individuo.
Edad de inicio de cotizaciones	La edad de inicio de las cotizaciones del individuo es importante para verificar que se cumplan las condiciones necesarias de jubilación y el cálculo de los años de aporte
Año de inicio de cotizaciones	Este valor es esencial para ajustar los diferentes parámetros económicos a los hechos suscitados en los diferentes años.
Interés %	Esta tasa se utiliza para capitalizar y descontar diferentes cuantías a lo largo del tiempo; por defecto, se establece como la tasa actuarial fijada por el IESS.
Inflación %	La tasa de inflación esperada se utiliza para ajustar el valor futuro de las pensiones y preservar su poder adquisitivo.
Primer salario al iniciar las cotizaciones	Este valor es esencial para el cálculo de las cotizaciones a realizarse y del ahorro que será generado por las mismas. También, es necesario para el cálculo de los beneficios que obtendrá en un futuro.
Edad de jubilación	La edad de jubilación planificada se utiliza para calcular el número de cotizaciones del individuo y los beneficios de jubilación. La edad necesaria para acceder a la jubilación está relacionada con el número de aportes.

Tabla 3.9: Datos de entrada

Funciones Implementadas:

1. Pensión Promedio Actual de un individuo previo a la Reforma del Sistema de Pensiones:

Para calcular un promedio de la pensión inicial que actualmente recibe un individuo con determinadas características al jubilarse, se utilizó la base de datos proporcionada por el IESS.

En primer lugar, fue necesario filtrar a los individuos en la base de datos que compartieran características similares a las de la persona en estudio. Sin embargo, debido a la insuficiencia de información para generar estadísticas robustas, se identificó un grupo etario que

posea la cantidad suficiente de individuos para calcular la pensión promedio del tipo de individuo requerido. Se decidió trabajar con rangos etarios, seleccionando a todas las personas cuya edad de jubilación estuviera entre la edad mínima de jubilación del individuo en estudio y tres años más allá de la edad deseada de jubilación. Asimismo, para el número de imposiciones, se consideró un rango que abarcaba desde el número mínimo de imposiciones hasta el número deseado por el individuo más 24. Se mantuvo el mismo sexo que el del individuo en estudio. En cuanto al salario promedio, se utilizó un rango con un límite inferior de menos 200 dólares y un límite superior de más 200 dólares.

Antes de aplicar el filtro correspondiente al salarios promedio y con la base de datos ya modificada con las especificaciones anteriores, se imputaron los valores de salario promedio iguales a 0 con el promedio de los demás salarios, asegurando de esta forma que se mantuvieran los salarios correspondientes a las características determinadas del grupo. Finalmente, se calculó la pensión promedio de todos los individuos en el grupo obtenido, representando así la variable de interés.

2. Cálculo de los años de aporte necesarios al aplicar la reforma:

Dado que la reforma en estudio modifica gradualmente la cantidad de aportes necesarios según la edad, es esencial analizar la cantidad adicional de aportes que una persona necesita para jubilarse bajo las nuevas condiciones aplicadas cada año, en comparación con los requisitos previos a la reforma.

Para ello, se creó esta función que toma como argumento las características del individuo previas a la reforma y retorna el número de años de aporte necesarios después de la misma. Los argumentos de esta función son la edad de jubilación, el año de jubilación, y los años de aporte previstos antes de la reforma. La función opera tomando estas condiciones iniciales y, según el año de jubilación indicado, verifica si se cumplen los requisitos necesarios o no. Si no se cumplen, la función determina cuánto falta para cumplirlas y analiza si es posible hacerlo en el mismo año o si se necesita otro período. En este caso, se actualizan las condiciones para el siguiente

período y se vuelve a verificar el cumplimiento de los requisitos, repitiendo este proceso hasta que se logre cumplir con las condiciones necesarias.

Por ejemplo, una persona que empieza sus cotizaciones en el año 1996 con la edad de 30 años, podría acceder a la jubilación en el año 2026, ya que cumple con las condiciones de tener 30 años de aporte y 60 años de edad. Sin embargo, con esta reforma, en el año 2026, las condiciones necesarias a cumplir para obtener la jubilación serán tener 60 años de edad y 30.5 años de aporte. Por tanto, esta persona no se podría jubilar teniendo 30 años de aporte, si no, tendría que aportar 6 meses más para acceder a la jubilación. En este caso, los argumentos imputados en la función serían 60 años (edad de jubilación), 2026 (año de jubilación) y 30 años (años de aporte), y el resultado obtenido con la función sería 30.5 años, que es el nuevo número de años de aporte que la persona debe cumplir para acceder a la jubilación.

3. **Pensión Teórica a la Jubilación de un individuo antes y después de la aplicación de la Reforma del Sistema de Pensiones:**

La pensión del individuo fue calculada según las leyes vigentes, mencionadas en la sección 1.1.3.

Por lo tanto, los argumentos de esta función son el salario inicial, los años de aporte, el año y la edad de inicio de las cotizaciones.

Con esta información, en primer lugar se obtiene la base de cálculo correspondiente al promedio de los 5 mejores años aportados. De donde, ya que únicamente se cuenta con el salario inicial del individuo, se simuló el resto de salarios aportados tomando en cuenta la *tasa de crecimiento de salarios* anual obtenida del último *Boletín Estadístico* publicado en 2022. Obteniendo los salarios a lo largo de toda la etapa de cotización del individuo, de manera que estos crezcan cada año según la tasa de crecimiento estipulada, partiendo del salario inicial, así:

$$\text{Base de cálculo} = \frac{\sum_{i=1}^5 \text{salario} \cdot (1,025339)^{\text{años de aporte}-i}}{5} \quad (3.1)$$

Finalmente, para encontrar la pensión se realiza el producto de la base de cálculo por el coeficiente que corresponde a la cantidad de años aportados:

$$\text{Pensión} = \text{Base cálculo} \cdot \text{Coeficiente} \quad (3.2)$$

Esta función se utiliza para calcular la pensión teórica al año de jubilación del individuo, tanto antes como después de la reforma. La diferencia radica en los argumentos de entrada: para calcular la pensión tras la implementación de la reforma, se debe ajustar la cantidad de años de aporte, esto se realiza con la función del punto 2 que devuelve la cantidad de años de aporte necesarios una vez aplicada la reforma. Además, se modifica el coeficiente correspondiente a los años de aporte, ya que, con la reforma, estos valores a veces no son enteros. En tales casos, el coeficiente necesario se calcula como un promedio de los coeficientes de los años de aporte tomando en cuenta el entero menor y mayor.

Finalmente, se comprueba que las pensiones se ajusten a las pensiones máximas y mínimas establecidas, considerando los años de aporte, la edad y el año de jubilación, ya que estos límites dependen del salario básico unificado de cada año. En el caso de la aplicación de la reforma, al modificar los años de aporte, también cambian el año y la edad de jubilación. Por lo tanto, este aspecto varía al aplicar la reforma en comparación con el escenario sin reforma.

4. Pensión Teórica Actual de un individuo previo a la Reforma del Sistema de Pensiones:

La función que calcula la pensión teórica, desarrollada en el punto 3, devuelve la cuantía de la misma en el momento de la jubilación del individuo. Sin embargo, dado que la inflación y la pérdida de poder adquisitivo afectan el valor del dinero a lo largo del tiempo, el valor obtenido no puede ser comparado directamente con los valores actuales. Por ello, es necesario ajustar este valor al presente para ser comprendido adecuadamente en el contexto actual. Este ajuste permite compararlo con los datos actuales de la base de datos y realizar inferencias más precisas sobre su cuantía.

Para calcular la pensión teórica actual de un individuo, se ajustó el año de inicio de las cotizaciones para que concluyeran en la actualidad, permitiendo obtener la pensión correspondiente en el presente. El único cambio necesario para realizar este ajuste fue la modificación del salario inicial. Esto se debe a que, debido a la inflación y otros factores, los salarios crecen anualmente, por lo que un mismo salario no tiene el mismo valor adquisitivo en diferentes años. Por lo tanto, el salario inicial del individuo fue descontado con la tasa de crecimiento salarial al año de inicio de las cotizaciones, de manera que estas finalicen en la actualidad. A continuación, se siguió el mismo proceso utilizado para calcular la pensión teórica a la jubilación, es decir, se usó la fórmula 3.2 y se obtuvo la variable requerida.

5. Ahorro de las cotizaciones por individuo antes y después de la Reforma del Sistema de Pensiones:

Con esta función se busca obtener el ahorro que acumuló el individuo con sus aportaciones durante todo su periodo de cotización. Puesto que se consideran únicamente los casos en los que los afiliados alcanzan la edad de jubilación y acceden a la misma, se tratan los flujos de los aportes a lo largo de todo el período de cotización como flujos ciertos. Por lo que, para calcular el ahorro acumulado de las cotizaciones del individuo al final de dicho período, se determina el valor final de una renta financiera.

Los parámetros utilizados para este cálculo son el salario inicial, los años de aporte, y las tasas previamente definidas para los aportes al IVM y el crecimiento de los salarios.

Para este cálculo, se asume que el salario del individuo aumenta anualmente según la tasa de crecimiento salarial. En primer lugar, se calcula el valor de la renta del primer año al inicio del mismo, es decir, se busca el valor actual de una renta financiera fraccionada prepagable de doce términos, pues se asume que los aportes se realizan al inicio de cada mes.

Posteriormente, el valor de esta variable se ajusta como una renta financiera de variación geométrica prepagable, ya que los valores de la renta de cada periodo son los valores de la renta al inicio de cada

año. El valor inicial de esta renta es el calculado previamente, el cual incrementa anualmente según la tasa de crecimiento salarial, y cuyo interés corresponde al fijado por el IESS. Y por tanto, para este cálculo se hace uso de la fórmula 2.1.

En el caso de la aplicación de la reforma, se desarrolló una función que opera de manera similar a la anterior, pero con algunas modificaciones. Esta nueva función requiere argumentos adicionales. Los argumentos necesarios para esta función son la edad y el año de inicio de las cotizaciones, la edad de jubilación y el salario inicial, todos correspondientes a los valores previstos antes de la reforma.

Con estos argumentos y utilizando la función descrita en el punto 2, se calcula el nuevo número de años de aporte necesarios tras la reforma. Esta cantidad de años puede aumentar o mantenerse dependiendo el año de jubilación, por lo que este proceso sigue el método previamente mencionado, pero es modificado en este aspecto. Como resultado, se produce un mayor o igual número de términos en la renta financiera, lo que conlleva un a mantener o aumentar el ahorro del individuo.

Otro cambio significativo es que, con la aplicación de la reforma, los cotizantes deben realizar aportes adicionales sobre el décimo tercer y décimo cuarto sueldo. Por lo tanto, se incorporó una renta financiera anual para cada uno de estos aportes. El décimo tercer sueldo, al tener una cuantía igual a la pensión, se modela como una renta financiera que crece según la tasa de crecimiento de las pensiones. Por su parte, el décimo cuarto sueldo, que corresponde al salario básico unificado, se modela como una renta que aumenta conforme al crecimiento de los salarios básicos unificados.

Para ambas rentas, se tomó como valor inicial el monto correspondiente descontado al inicio del primer año, considerando que ambos pagos se efectúan a principios de diciembre. Estos flujos de efectivo solo se consideraron a partir de 2024, ya que se asume que comienzan a ser pagados desde la aplicación de la reforma, que se establece en este año.

Finalmente, se calcularon los valores finales de estas rentas, es decir, los valores correspondientes de cada una de las mismas al inicio

de la jubilación. Este cálculo se realizó de la misma manera que en el caso previo a la aplicación de la reforma, utilizando la fórmula 2.1. Los valores obtenidos se sumaron para determinar el ahorro total del individuo al momento de su jubilación.

6. Valor Actual Actuarial de las Prestaciones de la Seguridad Social previo a la Reforma del Sistema de Pensiones:

Esta función calcula el valor actual de las pensiones que se entregarán al afiliado. Se trata de un valor actuarial, ya que considera las tablas de mortalidad dado que el pago de las pensiones está condicionado a la longevidad del individuo. Pues, en caso de que el afiliado fallezca antes de lo previsto, la pensión dejará de ser entregada.

Los parámetros que se usaron para el cálculo de esta variable fueron el SBU del 2024, el sexo del afiliado, las tasas de interés, crecimiento del salario básico y crecimiento de pensiones fijadas por el IESS, la edad y el año de inicio de las cotizaciones, el salario inicial y la edad de jubilación. Se toman estas características con las especificaciones antes de la reforma.

Para el cálculo de esta variable en primer lugar, se tomaron como fijos todos los pagos mensuales de cada año, por lo que para el cálculo del valor actual de las pensión de cada año al inicio del mismo se usó una renta financiera, esto ya que las probabilidades de que el individuo fallezca dentro del año son despreciables. De donde, en primer lugar, se tomó el valor actual del primer año de pensiones. De donde, este valor se usó como valor inicial para una renta actuarial con variación geométrica, cuya tasa de crecimiento es la tasa de crecimiento de las pensiones, tiene como número de términos el número de pensiones máximas a pagarse, el cual es cien menos la edad de jubilación ya que tenemos como cien a la edad máxima de vida, y es del tipo prepagable, porque los términos de la renta corresponden a los valores de las rentas financieras de cada año al inicio de los mismos, también toma en cuenta el sexo del individuo para la tabla de mortalidad. Para esto, se usa la fórmula 2.1.

También es necesario tomar en cuenta las pensiones referentes al décimo tercer y décimo cuarto sueldo, las cuales se tomó que las

mismas serían entregadas al inicio del último mes de cada año y su valor corresponde a una pensión mensual y a un SBU correspondiente a cada año, respectivamente. Para ellas se crearon dos rentas actuariales para cada una, y tienen los mismos parámetros que la renta inicial mencionada pero cambia el valor de la misma y la tasa de interés donde se usa la tasa de crecimiento de pensiones y tasa de crecimiento del SBU, respectivamente. Por lo que de igual forma se usa la fórmula 2.1 para ambas rentas.

Finalmente, el valor de la variable requerida es la suma de las tres rentas actuariales y corresponde al valor actual actuarial de las pensiones a otorgarse.

Para el caso de después de la reforma, lo único que cambia dentro de la función es el cálculo de la pensión, pues en este caso primero se calculan los números de años de aporte con el punto 2 y este argumento se cambia en la función de cálculo de la pensión. Con ello, se sigue un proceso completamente similar al anterior, siempre y cuando se tome en cuenta de actualizar con esta nueva cantidad la edad de jubilación y tomar en cuenta el nuevo inicio del pago de las pensiones dependiendo del número de años de aportes.

En el caso de la aplicación de la reforma, el único cambio en la función es el cálculo de la pensión. Primero, se determina el número de años de aporte utilizando la metodología del punto 2, y este valor se actualiza en la función de cálculo de la pensión. A partir de ahí, se sigue un proceso similar al anterior, tomando en cuenta la actualización de la edad de jubilación y el inicio del pago de las pensiones de acuerdo con el nuevo número de años de aporte.

7. Tasa de Reemplazo de la pensión del individuo previo a la Reforma del Sistema de Pensiones:

Esta función, como indica su nombre, se utiliza para calcular la tasa de reemplazo, la cual se detalla en la sección 2.5.

Los argumentos de esta función incluyen la edad y el año de inicio de las cotizaciones, el salario inicial y los años de aporte. El último valor puede ser calculado en las condiciones anteriores o posteriores a la reforma, dependiendo de si se desea determinar la tasa de reemplazo

para un individuo con las características establecidas sin aplicar la reforma o aplicando la misma, respectivamente.

La función opera de la siguiente manera: primero, se calcula el salario final del individuo utilizando el salario inicial y la tasa de crecimiento de salarios vigente. Esto permite simular el crecimiento de los salarios y obtener el valor requerido, de la siguiente forma:

$$\text{último salario} = \text{salario} \cdot (1,025339)^{\text{años de aporte}-1} \quad (3.3)$$

A continuación, se calcula la pensión a la edad de jubilación utilizando los argumentos proporcionados y la función de cálculo de pensión descrita en la sección 3. Dado que la pensión depende de los años de aporte, este valor variará si se toman los casos con y sin la reforma. Finalmente, se determina la tasa de reemplazo como la razón entre ambos valores.

Finalmente, se obtiene dicha tasa, con la razón de estas variables:

$$\frac{\text{Pensión}}{\text{Último Salario}} \cdot 100\% \quad (3.4)$$

8. Porcentaje con el que debe aportar el Estado Ecuatoriano para cubrir el pago de la pensión del individuo:

Para obtener esta variable, se utilizan dos valores previos: el ahorro acumulado de las cotizaciones por individuo y el valor actual actuarial (VAA) de las prestaciones. Ambas variables se ubican en el mismo punto temporal, al inicio del año de jubilación del individuo. Así, se contrasta la cantidad que el individuo ahorró durante todo el período de cotización con el valor actual de la pensión a ser otorgada, es decir, la cantidad de dinero que debe tener al momento de la jubilación para cubrir las pensiones futuras.

En esta comparación, puede darse el caso de un excedente de ahorros, donde estos son suficientes para cubrir todas las prestaciones futuras. Sin embargo, es más frecuente que los ahorros no sean suficientes, y el déficit debe ser cubierto por el Estado Ecuatoriano. Esta variable indica justamente esta situación.

Por estas razones, esta variable se calcula como la diferencia entre

el valor actual actuarial de las prestaciones del afiliado y el ahorro acumulado, dividida por el valor actual actuarial de las prestaciones. De esta manera, se obtiene el porcentaje faltante para cubrir las prestaciones, porcentaje que debe ser asumido por el Estado.

$$\% \text{ de Aporte del Estado} = \left(\frac{\text{VAA Prestaciones} - \text{Ahorro}}{\text{VAA Prestaciones}} \cdot 100 \right) \% \quad (3.5)$$

Esta variable puede calcularse tanto para el escenario anterior a la reforma como para el escenario posterior a su aplicación. Para ello, se utilizan el ahorro y el valor actuarial actual de las prestaciones en cada escenario, respectivamente. De este modo, se obtiene el porcentaje necesario de aportación del estado antes de la reforma y el porcentaje aplicable una vez que la reforma ha sido implementada.

Capítulo 4

Resultados

En esta sección se presentan los resultados obtenidos del análisis de cuatro individuos con características variadas, extraídas de la base de datos de afiliados. Se seleccionaron las características más prevalentes en la población y las que se espera que se vean más afectadas por la reforma. El objetivo es comparar las diferencias en el ahorro, la cuantía de la pensión, el año en que se alcanza el déficit y el aporte estatal necesario, tanto antes como después de la reforma para cada individuo, así como las condiciones para el otorgamiento de pensiones a lo largo de los años. Este análisis permitirá evaluar el impacto de la reforma en los diferentes grupos y los beneficios que el Estado puede obtener con su implementación.

Las tasas utilizadas para el cálculo de los resultados corresponden a las establecidas por el IESS, según lo detallado en el capítulo anterior. Además, se asume que una vez que un individuo comienza a cotizar, lo hace hasta la jubilación, es decir, no para a ningún momento.

El aplicativo Shiny, donde se encuentran todos los cálculos realizados a continuación se encuentra en el siguiente link: https://taynaruiz.shinyapps.io/Ruiz_TIC/.

4.1. Resultados

4.1.1. Estudio de los índices correspondientes a la pensión promedio y teórica

Como fue mencionado en la sección anterior, dadas determinadas características de las aportaciones de un individuo y su año esperado de jubilación, se obtuvo tanto la pensión promedio como la pensión teórica. Donde la pensión promedio, se basó en el estudio de una base de datos de años anteriores, así se tiene que la misma recoge características de la población jubilada aproximadamente desde 2009 hasta 2011. Por lo tanto, vamos a estudiar cómo han cambiado los beneficios en las prestaciones antiguas con la actualidad.

Para ello, observaremos los resultados obtenidos a partir de ciertos ejemplos.

Ejemplo 1: Vamos a comparar la pensión promedio y teórica, que le correspondería a un individuo de sexo masculino que comenzó a aportar a los 25 años de edad, en el año 1996, quien desea jubilarse a la edad de 60 años, y cuyo salario inicial fue igual a \$100.

En este caso, la pensión teórica que le correspondería al individuo en la actualidad es de \$368.00, mientras que la pensión promedio es de \$494.63, como se observa en la figura 4.1.



Figura 4.1: Resultados obtenidos en el aplicativo Shiny.

De donde, observamos que el indicador, d , correspondiente a la razón de la pensión promedio actual sobre la pensión teórica actual:

$$d = \frac{\text{Pensión promedio actual}}{\text{Pensión teórica actual}} = \frac{494.63}{368.00} = 1.34$$

Lo que nos indica que la pensión promedio supera en un 34% a la pensión teórica.

Ejemplo 2: Vamos a comparar la pensión promedio y teórica actuales, que le correspondería a un individuo de sexo femenino que comenzó a aportar a los 40 años de edad, en el año 2000, quien desea jubilarse a la edad de 65 años, y cuyo salario inicial fue igual a \$300.

En este caso, la pensión teórica que le correspondería al individuo en la actualidad es de \$322.82, mientras que la pensión promedio es de \$342.28, como se observa en la figura 4.2.

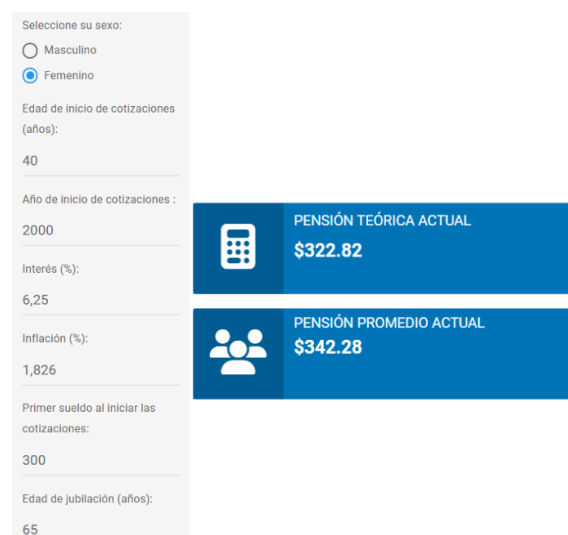


Figura 4.2: Resultados obtenidos en el aplicativo Shiny.

De donde, observamos que el indicador, d , correspondiente a la razón de la pensión promedio actual sobre la pensión teórica actual:

$$d = \frac{\text{Pensión promedio actual}}{\text{Pensión teórica actual}} = \frac{342.28}{322.82} = 1.06$$

Lo que nos indica que la pensión promedio supera en un 6% a la pensión teórica.

En ambos ejemplos, se observa que la pensión promedio supera la pensión teórica, lo que sugiere que las pensiones otorgadas en el pasado eran superiores a las que corresponderían actualmente según la legislación vigente, manteniendo las mismas condiciones del individuo. Esto indica que, en el pasado, las prestaciones se otorgaban de manera diferente, ofreciendo mayores beneficios posiblemente influenciados por factores políticos en lugar de criterios científicos.

Actualmente, aunque los cálculos de las pensiones tampoco tienen una base científica sólida, su ajuste se limita a contrarrestar la disminución del poder adquisitivo, sin incluir los beneficios adicionales que se otorgaban anteriormente. En consecuencia, el déficit actual podría ser, en parte, una consecuencia de las decisiones y acciones pasadas, como las mejoras en las pensiones realizadas sin una base teórica sólida y sin considerar sus posibles repercusiones a largo plazo.

4.1.2. Estudio de las consecuencias de la reforma

Ejemplo 3: Suponemos que un individuo de sexo femenino ha entrado en el mercado laboral, comenzando con sus aportaciones, a la edad de 29 años en el año 2005. Y su salario inicial en ese momento fue de \$300, donde el SBU de ese año era de \$150. En la tabla 4.1 se observa la información de este individuo junto con las condiciones de su jubilación antes de la reforma y con la misma.

Entre los cambios más cruciales de la aplicación de esta reforma vemos que los ahorros del jubilado aumentan al incluir 2 años más necesarios de aporte por lo que el año de jubilación ha pasado del 2036 al 2038. Debido a esto y a la inclusión de los aportes sobre el décimo tercer y cuarto sueldo realizados a partir del año 2025, por lo que habrán 13 de los 33 años de cotizaciones donde aporte sobre estos valores, se obtiene un ahorro de \$9,659.95 para el Estado, es decir, el aporte necesario para cubrir el pago de las pensiones del jubilado por parte del Estado disminuye un 17.74% de su valor inicial.

Por otro lado, se observa un incremento en el valor de la pensión. Esto se debe al incremento del salario proyectado, ya que se considera que los salarios aumentan anualmente según la tasa de incremento de

Características del individuo		
Sexo	Femenino	
Edad de inicio de las cotizaciones	29	
Año de inicio de las cotizaciones	2005	
Salario inicial	\$300	
Características de jubilación		
	SIN REFORMA	CON REFORMA
Año de jubilación	2036	2038
Años de aporte	31	33
Ahorro del jubilado	\$46,348.46	\$56,230.32
Valor de la pensión	\$496.89	\$522.39
Valor actual actuarial de la pensión	\$100,812.99	\$101,034.90
Porcentaje aporte del estado	54 %	44.35 %
Tasa de reemplazo	82.03 %	82.03 %

Tabla 4.1: Cambios obtenidos por la reforma.

los mismos. En consecuencia, en la fórmula de cálculo de la pensión, se registra un aumento tanto en el promedio de los cinco mejores años como en el coeficiente de cálculo, dado que una mayor cantidad de años de aportación también incrementa este coeficiente. Así, el valor actual actuarial de las pensiones de igual forma muestra un incremento. Sin embargo, debido al aumento en la edad del jubilado al comenzar a recibir la pensión, este crecimiento se limita a un 0.22 % en comparación con su valor sin la reforma.

Con respecto a tasa de reemplazo, observamos que la misma se mantiene igual con la reforma y el ahorro promedio que registraría el Estado por este jubilado disminuye es de alrededor del 9.65 %. Esto hace visible que, a pesar de que se está teniendo un ahorro mayor por parte del Estado con la reforma, las pensiones están manteniendo la proporción que representan con respecto al último salario.

Además, observamos que antes de aplicar la reforma, el déficit se encontraba cuando el jubilado tenía 74 años, si se contaba con el 40 % de aporte del estado. Por otro lado, con la reforma, este déficit se alcanza en el año 80, como se observa la evolución de las reservas en la figura 4.3.

Además, en la figura 4.4, se puede observar la evolución del aumento de años de aporte si una persona, con estas condiciones, busca jubilarse desde el 2025 hasta el 2035, debido al aumento gradual de tiempo de cotización, donde vemos que con la reforma, luego de los años de transición, tendrá un aumento de dos años de cotizaciones para un individuo con las características mencionadas.

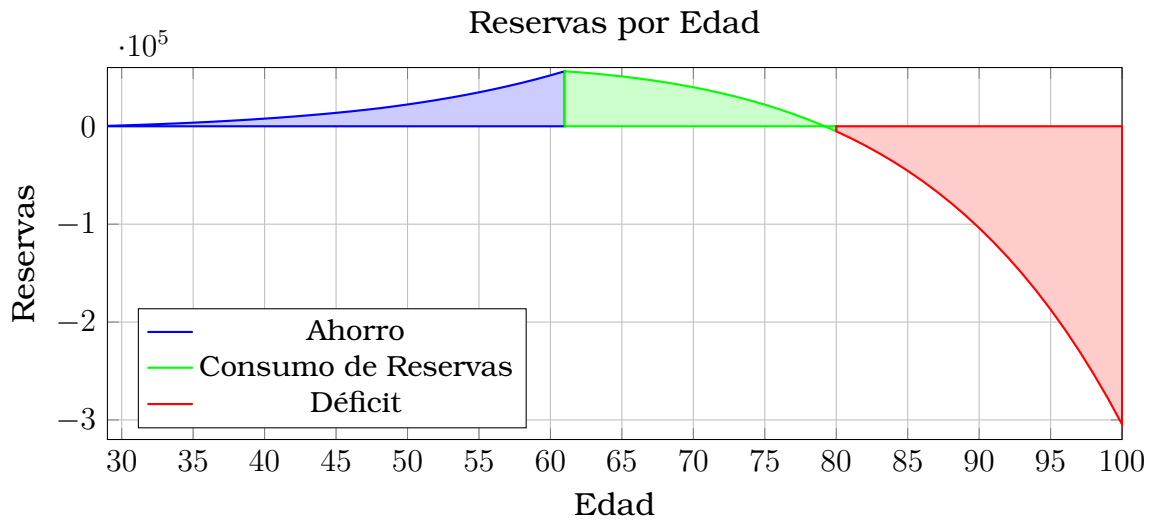


Figura 4.3: Gráfico que muestra la evolución de las reservas a lo largo de la vida del jubilado

Aumento en los años de aporte dependiendo del año esperado de jubilación

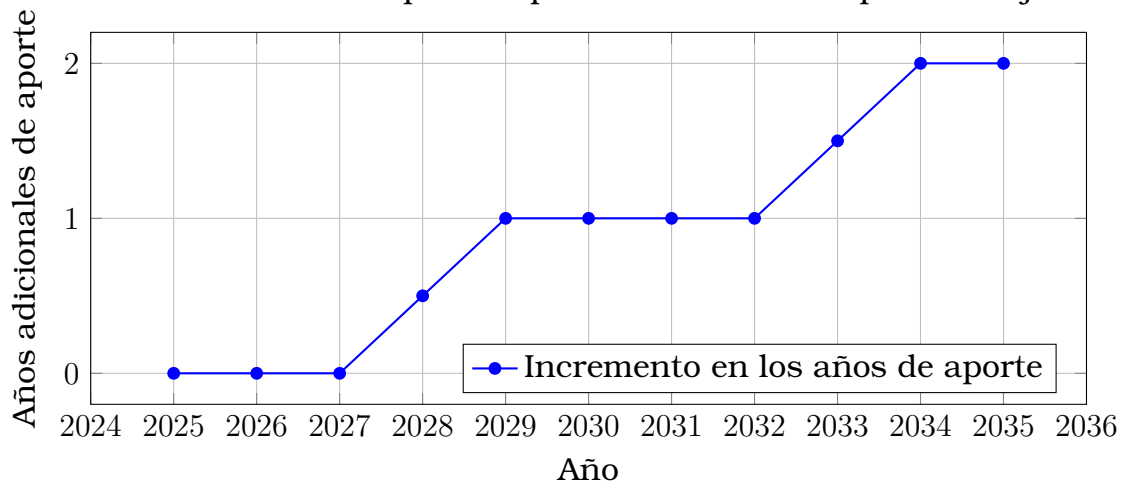


Figura 4.4: Aumento en los años de aporte dependiendo del año esperado de jubilación

Finalmente, cabe mencionar que si bien en este ejemplo únicamente, una vez aplicada la reforma, aporta en 13 de los 33 años sobre el décimo

tercer y décimo cuarto sueldo, a medida que el año de jubilación es más alto, van a haber más años que se aporte sobre estos valores. Por ejemplo, un individuo que inicia sus cotizaciones en 2023 contribuirá sobre el décimo tercer y décimo cuarto sueldo durante 31 de los 33 años de aporte. Esto indica claramente que el ahorro se incrementará, lo que a su vez reducirá la necesidad de aportes por parte del Estado.

Ejemplo 4: En este ejemplo se busca contrastar las condiciones antes y después de la reforma de dos individuos que tienen las mismas características con la diferencia de que uno será de sexo femenino y otro masculino. En la tabla 4.2 se muestran los resultados.

Características del individuo				
Edad de inicio de las cotizaciones	60			
Año de inicio de las cotizaciones	2020			
Salario inicial	\$600			
Características de jubilación				
	Femenino		Masculino	
	SIN REFORMA	CON REFORMA	SIN REFORMA	CON REFORMA
Año de jubilación	2030	2034.5	2030	2034.5
Años de aporte	10	14.5	10	14.5
Ahorro del jubilado	\$11,976	\$22,680	\$11,976	\$22,680
Valor de la pensión	\$348.42	\$422.11	\$348.42	\$422.11
Valor actual actuarial de la pensión	\$52,014.66	\$49,910.02	\$49,740.25	\$47,536.41
Porcentaje aporte del estado	77%	54.56%	75.9%	52.29%
Tasa de reemplazo	47.94%	53.33%	47.94%	53.33%

Tabla 4.2: Cambios obtenidos por la reforma, diferenciados por sexo.

En primer lugar, observamos que para ambos individuos, al iniciar el mismo año sus aportaciones su año de jubilación antes de la reforma es en el año 2030, pero por la reforma este año cambia a mediados del 2034 pues los años de aporte aumentan en esa correspondiente cantidad. Además, al ambos tener el mismo salario inicial, tanto el ahorro acumulado como el valor de la pensión a ser otorgada son los mismos para los dos casos. Sin embargo, observamos que el ahorro de dichos jubilados,

a pesar de haber empezado con un sueldo mayor al básico es bajo en comparación a los ahorros de otros tipos de individuos que empiezan con sus aportaciones desde una edad más temprana, por esta misma razón. La diferencia entre las características de la jubilación de estos individuos radica en el valor actual actuarial de la pensión, donde tanto en el caso sin reforma como con la reforma, el mismo es mayor para el individuo de sexo femenino y esto ocurre debido a que la esperanza de vida es menor para los individuos de sexo masculino, por lo que es más probable que los mismos fallezcan a edades menores que los individuos de sexo femenino y por lo tanto, deban pagar un menor número de pensiones. Así, ya que el ahorro es el mismo para ambos, pero el valor actual actuarial no lo es, el porcentaje necesario de aporte del Estado también es mayor para el sexo femenino. Y se observa que al aplicar la reforma este porcentaje disminuye aún más para las mujeres que para los hombres. En cuanto a la tasa de reemplazo y al año en el cual se alcanza el déficit, son los mismos en ambos casos. Con respecto a tasa de reemplazo, observamos que la misma aumenta con la reforma y conocemos que el ahorro promedio que registraría el Estado disminuye. Esto hace visible que, a pesar de que se está teniendo un ahorro mayor por parte del Estado con la reforma, las pensiones están aumentando la proporción que representan con respecto al último salario, lo que representa mejores beneficios para los jubilados, la pensión otorgada es más cercana a los ingresos que se percibían antes de la jubilación, lo que les permite mantener de mejor forma su estilo de vida.

De igual forma, el año de déficit aumenta de presentarse a los 74 años sin la reforma a presentarse a los 81 años con la reforma para ambos casos, como se observa en la figura 4.5. Por tanto antes de aplicar la reforma el jubilado tendrá 4 años desde su jubilación hasta que se presente el déficit. Por otro lado, al aplicar la reforma, el déficit se alcanza 6 años y medio después de jubilarse.

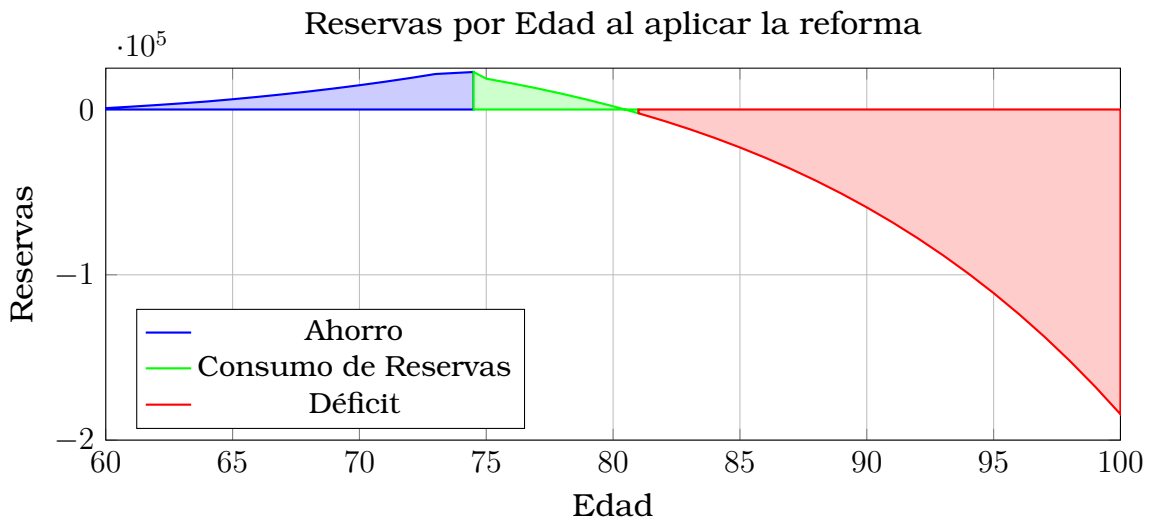


Figura 4.5: Gráfico que muestra la evolución de las reservas a lo largo de la vida del jubilado

Adicionalmente, para un individuo con las mismas características, que ha iniciado sus aportaciones a los 60 años de edad y ha acumulado 10 años de aportes, ya sea de sexo femenino o masculino, se observa en la figura 4.6 cuántos años adicionales deberá cotizar según el año de jubilación, tomando en cuenta la evolución del aumento de años de cotización establecida por la reforma. En el gráfico se observa que, luego del periodo de transición de la reforma, se va a tener un aumento de 5 años en el número de años de aportaciones para aquellos individuos que posean estas características.

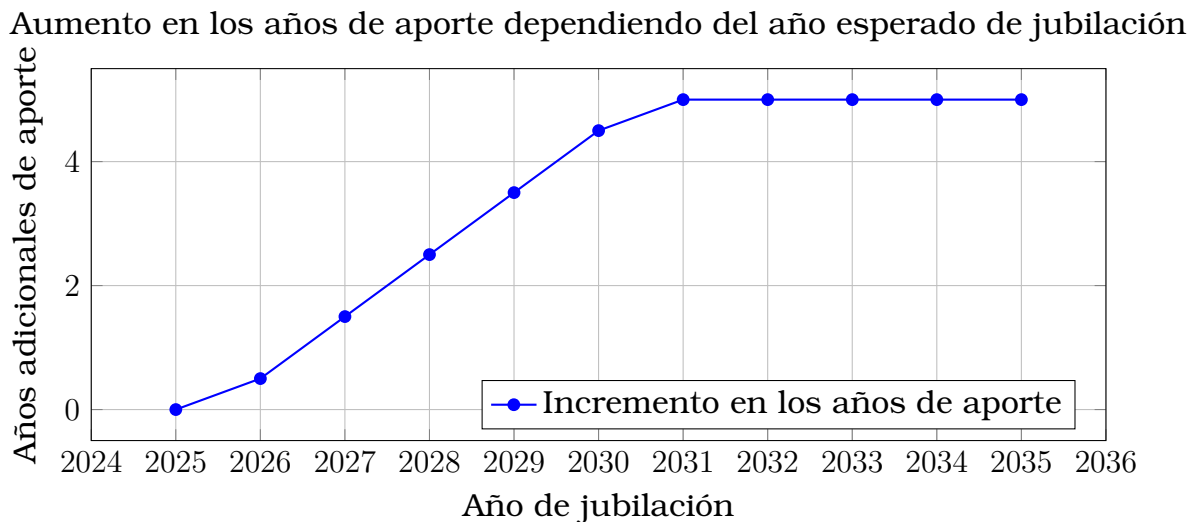


Figura 4.6: Aumento en los años de aporte dependiendo del año esperado de jubilación.

Ejemplo 5: En este ejemplo, se busca comparar las condiciones antes y después de la reforma de dos individuos de sexo masculino con características de inicio de las aportaciones iguales, diferenciadas únicamente por el salario inicial: uno recibe el salario básico del año correspondiente, mientras que el otro tiene un salario mayor.

Supongamos que dos hombres ingresan al mercado laboral a los 30 años en el año 2018, comenzando sus aportaciones. El primer individuo tiene un salario inicial de \$386, el SBU correspondiente al año 2018. En contraste, el segundo individuo comienza su vida laboral con un salario de \$1200. En la tabla 4.3, se muestran las condiciones de jubilación para ambos individuos antes y después de la reforma.

Características del individuo				
Sexo		Masculino		
Edad de inicio de las cotizaciones		30		
Año de inicio de las cotizaciones		2018		
Características de jubilación				
	Individuo 1 (\$386)		Individuo 2 (\$1200)	
	SIN REFORMA	CON REFORMA	SIN REFORMA	CON REFORMA
Año de jubilación	2048	2050	2048	2050
Años de aporte	30	32	30	32
Ahorro del jubilado	\$55,182.62	\$71,636.65	\$171,552	\$214,722
Valor de la pensión	\$613,44	\$705.36	\$1,600.80	\$1,726.18
Valor actual actuarial de la pensión	\$120,968	\$131,381	\$296,476	\$304,299
Porcentaje aporte del estado	54.40%	45.47%	42.10%	29.44%
Tasa de reemplazo	75%	82.03%	71.9%	74.3%

Tabla 4.3: Cambios obtenidos por la reforma, diferenciados por salario.

En primer lugar, observamos que ambos individuos se ven afectados por la reforma, la cual implica un aumento de 2 años en el período de aportación, debido a que comenzaron a cotizar a la misma edad y en el mismo año. Como resultado, su año de jubilación será el mismo. En cuanto al ahorro, notamos que en ambos casos aumenta con la reforma, ya que se realizan aportes por dos años adicionales. Además, dado que

iniciaron sus cotizaciones en 2018, y a partir de 2025 también se comienza a cotizar sobre el décimo tercer y décimo cuarto sueldo, se realizan 25 aportes adicionales de cada uno. La diferencia en el ahorro radica en que el individuo con un salario mayor, al tener ingresos más altos, realiza aportes más elevados, incrementando sus ahorros con la reforma en \$43,170 en comparación con su situación antes de la reforma. Por otro lado, el ahorro del individuo que comenzó con el salario básico aumenta en una cantidad menor, de \$16,454.03. Esto evidencia que la reforma impacta más a quienes perciben ingresos más altos, ya que el monto de aportación es proporcional a sus ingresos, resultando en una mayor cantidad adicional aportada por estas personas.

A pesar de que el ahorro acumulado y la cuantía de la pensión del individuo con ingresos más altos experimentan un aumento porcentual mayor con la reforma en comparación con los del individuo de menores ingresos, y aunque el valor actual actuarial de su pensión es superior, la reforma provoca un incremento porcentual en el valor actual actuarial de su pensión que es menos significativo en comparación con el aumento experimentado por el individuo con menores ingresos. Como resultado, la contribución del Estado disminuye en un 12.66 % de su valor inicial para los individuos de mayores ingresos, mientras que para los individuos con menores ingresos la disminución de su valor inicial es de 8.93%. Donde por el primer individuo de salario inicial mayor, el Estado ahorra \$35,347, mientras que para el individuo del salario inicial menor, se tiene un ahorro estatal de \$6,041.03. Esto nos permite concluir que el Estado logra un mayor ahorro al aplicar la reforma a los individuos con mayores ingresos. Además, observamos que en ambos casos la tasa de reemplazo aumenta con la implementación de la reforma, siendo este incremento más significativo para el individuo 1. Esto representa un beneficio directo, sobre todo, para dicho individuo, ya que la pensión que recibirá será proporcionalmente mayor en relación a sus ingresos previos, lo que implica una mayor seguridad financiera para este individuo.

Finalmente, en relación al año en que se alcanza el déficit contando con el 40 % de aporte del estado, para el individuo 1, con la reforma, el déficit se alcanza a los 79 años, 5 años después de lo que se proyectaba antes de la reforma, como se observa en el gráfico 4.7. Por otro lado, para

el individuo 2, el déficit se alcanza a los 87 años con la reforma, 8 años después de la situación sin reforma, lo que es evidente en la figura 4.8. Por lo tanto, la reforma, en proporción al salario y los aportes, mejora la situación al retrasar el año en que se alcanza el déficit, sobre todo para aquellos individuos que tienen mejores salarios.

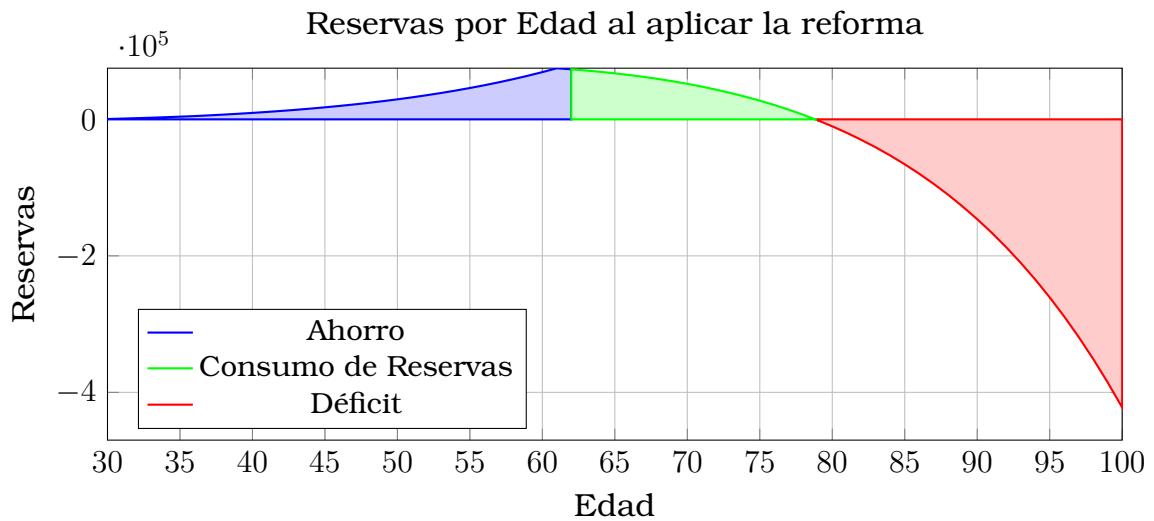


Figura 4.7: Gráfico que muestra la evolución de las reservas a lo largo de la vida del individuo 1

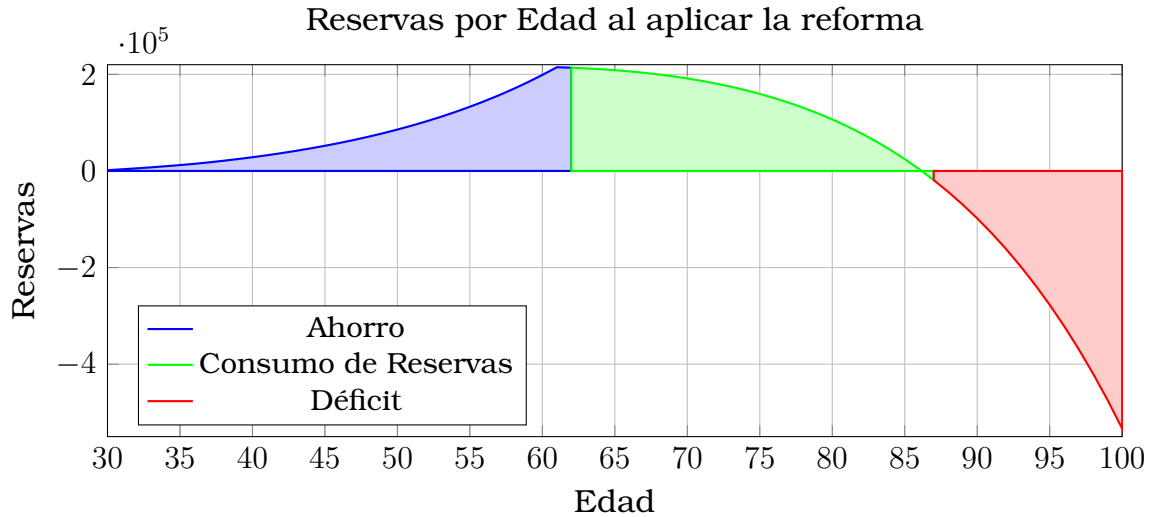


Figura 4.8: Gráfico que muestra la evolución de las reservas a lo largo de la vida del individuo 2

Además, para una persona que comenzó a cotizar a los 30 años y ha acumulado 30 años de aportes, ya sea hombre o mujer, y sin importar el salario inicial de individuo, la figura 4.9 ilustra los años adicionales

Aumento en los años de aporte dependiendo del año esperado de jubilación

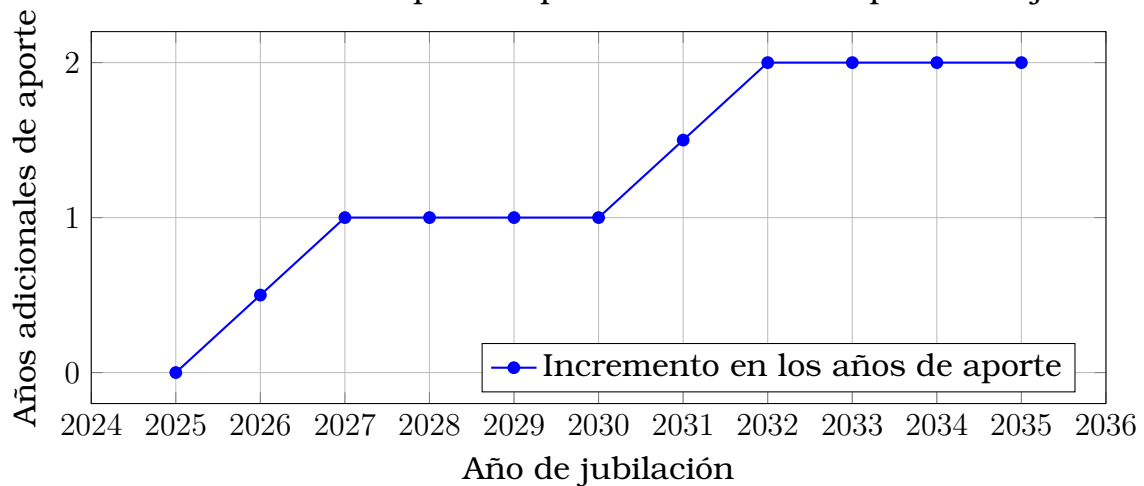


Figura 4.9: Aumento en los años de aporte dependiendo del año esperado de jubilación.

de cotización necesarios dependiendo del año de jubilación, de acuerdo con el incremento progresivo de los años de cotización establecido por la reforma. En donde es visible que el incremento que se tendrá para este tipo de individuos será de máximo 2 años y esto ocurrirá a todos los individuos con estas características que deseen jubilarse a partir del 2030.

Ejemplo 6: Finalmente, calcularemos el ahorro que el Estado obtendrá con la aplicación de la reforma para los individuos que presentan las características más comunes en la población. Para ello, utilizamos la base de datos de afiliados, la cual contiene información recopilada en el año 2020. Observamos que, en cuanto a la población masculina, la mayoría de los individuos tiene 40 años y han acumulado, hasta finales de 2020, 202 aportaciones, lo que equivale a 16 años y 10 meses de cotización. Si asumimos que estas personas han aportado de manera continua desde el inicio de sus cotizaciones, podemos inferir que su salario inicial era el salario promedio del año 2003, que era de \$158, según el Banco Central del Ecuador. Esta información se observa en la tabla 4.4.

Así, vemos que estos individuos promedio, si cotizan continuamente hasta su jubilación y se retiran una vez cumplen todas las condiciones necesarias, podrán acceder a la jubilación en el año 2040 con aproximadamente 36 años y 10 meses de aportes, tanto con o sin la aplicación de

Características del individuo	
Sexo	Masculino
Edad de inicio de las cotizaciones	23
Año de inicio de las cotizaciones	2003
Salario inicial	\$158

Tabla 4.4: Información del individuo.

la reforma, ya que no se ven afectados por el incremento en los años de aportación. Sin embargo, sí se ven afectados por el aumento de las contribuciones sobre el décimo tercer y décimo cuarto sueldo, considerando que, al contribuir sobre estos desde el 2025, estas aportaciones se realizarán durante 15 años. Se observa que el ahorro que la reforma genera para el Estado con este tipo de individuo es de \$2,207.31, el cual es consecuencia del aumento del ahorro generado por este individuo al realizar las mencionadas contribuciones sobre el décimo tercer y décimo cuarto sueldo, considerando que el valor actual actuarial de la pensión no se ve afectado, ya que el valor de la pensión no cambia, como se observa en la figura 4.10.



Figura 4.10: Resultados - Ejemplo 6.

En cuanto a la población afiliada femenina promedio, la mayoría de ellas tiene 55 años de edad y, entre estas, la mayoría ha acumulado 352 aportaciones, es decir, 29 años y 4 meses de cotización. Asumiendo que sus aportaciones han sido continuas desde el inicio, se puede deducir que comenzaron a cotizar en el año 1990, a la edad de 25 años, como se observa la información en la tabla 4.5. Por lo tanto, si continúan cotizando de manera continua, alcanzarán la edad de 60 años con aproximadamente 34 años y 4 meses de aportaciones en el año 2025, tanto con o sin la reforma. En este caso, no se registrarán aportaciones adicionales sobre el décimo tercer y décimo cuarto sueldo, ni se incrementarán los años de cotización. Por lo tanto, el Estado no generará ningún ahorro con este individuo promedio de sexo femenino.

Características del individuo	
Sexo	Femenino
Edad de inicio de las cotizaciones	25
Año de inicio de las cotizaciones	1990

Tabla 4.5: Información del individuo.

Si bien estos casos son específicos, la mayoría de los individuos presentan características similares. Por lo tanto, para las personas que están cerca de jubilarse y que ya tienen más aportaciones de las requeridas, el Estado realmente no generará ningún ahorro. Sin embargo, para aquellas personas que aún necesitan más años para acceder a su jubilación, sí habrá un ahorro, ya que aportarán sobre el décimo tercer y décimo cuarto sueldo. Además, aquellas personas que buscaban cumplir con los requisitos necesarios para la jubilación tendrán que cotizar durante más años, lo que incrementará su ahorro y representará un ahorro para el Estado.

Finalmente, utilizando la base de datos de afiliados, analizamos la cantidad de individuos que se jubilan bajo las condiciones actuales y entre ellos, aquellos que no podrían hacerlo con la implementación de la reforma. Además, determinamos el porcentaje de individuos que podrían jubilarse bajo las condiciones actuales pero que, con la reforma, ya no cumplirían los requisitos. Estos resultados se observa en la tabla 4.6.

Con esto, se puede observar que el 35.56 % de los afiliados que se jubilarían a la edad de 60 años con 30 años de aporte no lo harían si se requirieren 35 años de aporte. Es decir, de las personas que desean jubilarse a los 60 años con 30 años de aporte, solo el 35 % se vería afectado por la reforma. De manera similar, en la condición de jubilación a los 65 años con 15 años de aporte, donde la reforma aumenta el requisito a 25 años de aporte, se ve un grado de afectación similar. Por otro lado, en otras condiciones de jubilación, más del 74.47 % de aquellos que podían jubilarse antes de la reforma no cumplen con los nuevos requisitos, y en la mayoría de los casos, el 100 % no cumple con las condiciones establecidas. Por tanto, vemos que ciertos grupos de individuos con determinadas edades y años de aporte, se ven afectados con la reforma y deberán cotizar por una mayor cantidad de años.

Las condiciones para jubilarse a los 58 y 59 años con 40 años de

Edad	AP_S_R	AP_C_R	N_S_R	S_C_R	%
58	40	40	75,921	0	0.00
59	40	40	61,609	0	0.00
60	30	35	847,003	301,196	35.56
61	30	33	41,319	41,319	100.00
62	30	31	35,141	35,141	100.00
63	30	29	32,802	0	0.00
64	30	27	26,254	0	0.00
65	15	25	174,863	68,418	39.13
66	15	23	3,215	3,215	100.00
67	15	21	2,887	2,887	100.00
68	15	19	2,750	2,750	100.00
69	15	17	2,059	2,059	100.00
70	10	15	7,424	5,529	74.47

Tabla 4.6: Tabla de datos con porcentajes de jubilación.

Glosario:

- **Edad:** Edad de jubilación
- **AP_S_R:** Años necesarios de aporte antes de la reforma
- **AP_C_R:** Años necesarios de aporte una vez aplicada la reforma
- **N_S_R:** Número de afiliados que se podrían jubilar con las condiciones previas a la reforma
- **S_C_R:** Número de afiliados que se podrían jubilar con las condiciones previas a la reforma pero no con las condiciones posteriores a la reforma
- **%:** Porcentaje de los afiliados que no se pueden jubilar con las condiciones propuestas por la reforma entre el total de afiliados que se pueden jubilar con las condiciones previas a la reforma

aporte o más no se ven afectadas por la reforma, ya que no aumenta el requisito de aportes. Por otro lado, para las edades de 63 y 64 años, el número de años de aporte necesarios se reduce a 29 y 27, respectivamente. Esto indica que las personas que se jubilaron bajo las condiciones anteriores a la reforma podrán hacerlo también con las nuevas condiciones impuestas por la misma, ya que se requieren menos años de aportes. Aquellos que cumplieran con los 30 años de contribuciones necesarios para jubilarse a las edades mencionadas podrán seguir haciéndolo bajo la reforma. Además, los cambios beneficiarán a quienes anteriormente no cumplieran con los requisitos de jubilación pero ahora sí lo hacen gracias a la reforma.

En este contexto, con la reducción de los años de aporte necesarios, es probable que el ahorro proyectado por el jubilado sea menor que antes de

la reforma, sobre todo si no se incluyen las aportaciones del décimo tercer y cuarto sueldo. No obstante, si estas aportaciones son consideradas, el ahorro podría aumentar. De esta forma, la cuantía del ahorro estatal dependerá de los factores mencionados. También, es posible que se observe una disminución en la pensión debido a que los salarios máximos alcanzados son menores, dado que hay un menor número de años de aporte, lo que podría resultar en una disminución de la tasa de reemplazo en ciertos casos.

Capítulo 5

Conclusiones y Recomendaciones

5.1. Conclusiones

1. El ahorro de cada individuo depende de factores individuales como la historia laboral y el tiempo de contribución. Es por esto que el ahorro de cada persona, antes y después de la reforma, varía considerablemente dependiendo del salario inicial del individuo, del año en que comenzaron a realizar aportes, de los años adicionales de contribuciones requeridos debido a la reforma, y las tasas de crecimiento de los salarios y salarios básicos. Con respecto a estas características, se concluye que el ahorro del individuo aumenta con la implementación de la reforma, sobre todo para aquellos cuyos salarios son mayores, pues con la reforma hay un ahorro mucho mayor. Asimismo, habrá más ahorro a causa de la reforma en quienes empiecen a aportar en años cercanos al 2025, ya que se incluirán el décimo tercer y décimo cuarto sueldo, a diferencia de quienes se jubilan pronto, que aunque aportarán unos años más, no tendrán el mismo nivel de ahorro. Finalmente, a partir de los ejemplos presentados, se concluye que el Estado, en promedio, por cada individuo ahorrará una cantidad de con la aplicación de la reforma.
2. La implementación de la reforma ha llevado a un aumento en la tasa de reemplazo y una reducción en el aporte necesario por parte

del Estado, lo que sugiere un equilibrio financiero en el sistema de pensiones. Este equilibrio permite al Estado ahorrar más fondos, sin comprometer el bienestar de los jubilados. De hecho, los jubilados tienden a recibir una pensión que supera sus ingresos antes de la jubilación, lo cual asegura una mejora en su calidad de vida. Este aumento en la pensión refleja un sistema de jubilación robusto que, a pesar de las reformas, sigue ofreciendo beneficios significativos a los beneficiarios. Por otro lado, es necesario también tener en cuenta que, a pesar de que el ahorro del Estado incrementa en todos los individuos con la aplicación de esta reforma, aquellas personas que aportan menos años o tienen salarios cercanos a los salarios básicos unificados necesitan más aporte estatal para el pago de sus pensiones. Sin embargo, el ahorro estatal que se obtiene en estas personas, no se compara al obtenido en aquellas personas cuyos salarios son mayores o en general, su ahorro es mayor. Finalmente, a partir de los ejemplos presentados, donde se toman en cuenta individuos con diversas características, es posible estimar el ahorro promedio que el Estado obtendrá con esta reforma. Calculando el promedio del ahorro estatal de todos los individuos analizados, se estima que el Estado ahorrará en promedio \$11,596.71 por individuo. Es importante destacar que esta es una estimación basada únicamente en los ejemplos estudiados; con la población real y sus diversas características, este resultado podría variar debido a los múltiples factores que influyen en el mismo.

3. Los grupos más afectados por la reforma son aquellos que alcanzan la edad de jubilación con el mínimo de aportes requeridos, ya que se verán obligados a continuar contribuyendo durante más años. Esta situación puede deberse a interrupciones en sus aportes previos o a que iniciaron sus contribuciones a una edad más avanzada. De igual forma, esta reforma afecta de forma crucial a aquellas personas que buscan su jubilación a edades avanzadas pues, como se vio en la sección de resultados, las mismas tendrán un aumento en la cantidad de años de aportes mayor a aquellas personas que buscan acceder a la jubilación a edades más tempranas. Por otro lado, aquellas personas que inician las cotizaciones a corta edad,

cumplirán los requisitos nuevos implementados por la reforma a la misma edad, sin mayores cambios. Por otro lado, en cuanto a la inclusión de los aportes sobre el décimo tercer y décimo cuarto sueldo, se conoce que todos los cotizantes, a partir de 2025, deberán realizar contribuciones adicionales sobre estos sueldos, incrementando así sus aportes totales. Este incremento será mayor para quienes tienen salarios altos, ya que uno de estos aportes añadidos, cuya cuantía es igual a la pensión, será más significativo. No obstante, este requisito afectará más a las personas de bajos recursos, ya que los aportes extra pueden representar un mayor desequilibrio en su economía y afectar más su situación financiera.

4. En relación con las pensiones, el supuesto de un aumento salarial anual implica que las pensiones también aumentarán, ya que los años de mejores salarios, incrementados por los años adicionales de aportes, resultan en pensiones más altas. Sin embargo, este aumento en la pensión no afecta significativamente el valor actual actuarial de las mismas, debido a que el incremento en la edad de jubilación disminuye el número total de pensiones a pagar y aumenta la probabilidad de fallecimiento de los beneficiarios. Esto, en conjunto con un incremento en los ahorros del Estado, refuerza la sostenibilidad del sistema de pensiones, asegurando que el Estado pueda cumplir con sus obligaciones futuras sin comprometer la estabilidad financiera del sistema.
5. Se ha observado que con la aplicación de esta reforma, se tiene un aumento en la edad en la que un jubilado podría agotar sus ahorros, es decir, el momento en el cual sus fondos personales ya no pueden cubrir su pensión. Este retraso es positivo, ya que prolonga la cobertura de vida para los jubilados y reduce la necesidad de intervenciones adicionales por parte del Estado. Esta medida ayuda a mantener la estabilidad financiera de los jubilados durante un período más largo, asegurando que puedan disfrutar de una mayor seguridad económica durante su retiro.

5.2. Recomendaciones

1. Se recomienda contar con una base de datos más completa y detallada para obtener características de la población más precisas, lo cual permitiría realizar análisis más cercanos a la realidad de la población. Además, facilitaría una aproximación más realista del ahorro estatal disponer de proyecciones más exactas de las tasas de crecimiento salarial anuales, del valor de las pensiones a futuro, y de otros resultados relevantes. Dado que los salarios y las pensiones no aumentan de manera constante a las tasas usadas en este estudio, es crucial contar con un análisis basado en datos actualizados y estudios de proyección claros.
2. Se recomienda realizar un análisis desagregado por grupos socioeconómicos y etarios, utilizando bases de datos que reflejen sus características específicas. Esto permitiría realizar un estudio que esté enfocado por cada grupo para obtener de forma más precisa cómo los incrementos en la cantidad de aportes afectan económicamente a cada uno de ellos y cómo se pueden implementar políticas para mitigar estos efectos. Un análisis detallado sería de ayuda para diseñar estrategias que sean equitativas y efectivas, asegurando que todos los grupos de la población se beneficien de manera justa de las reformas al sistema de pensiones.
3. Se sugiere llevar a cabo un estudio más completo que incluya la esperanza de vida de los afiliados. Este análisis deberá considerar el momento en el cual los afiliados pueden dejar de aportar y las bajas de afiliados esperadas, así como el estudio de la edad a la que los jubilados dejan de recibir pensiones debido a su fallecimiento. Esto permitiría calcular con mayor precisión los recursos necesarios para cubrir las pensiones de todos los individuos, sobre todo de aquellos que viven más de lo esperado, ayudando a cubrir parte del déficit presente en cada caso y asegurando que el sistema de pensiones sea viable a largo plazo.

Referencias bibliográficas

- [1] K. Celis Calderón. *El envejecimiento y el sistema general de pensiones del Ecuador*. enero 2015. Recuperado de: <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/134600>.
- [2] Comisión Interdisciplinaria de Reforma al Sistema de Pensiones. Anteproyecto de ley reforma sistema de pensiones, agosto 2023. Recuperado de: <http://www.jubilacionsegura.ec>.
- [3] Constitución del Ecuador. *Constitución de la República del Ecuador*. Registro Oficial, 2008. 20 de octubre de 2008.
- [4] Cámara de Comercio de Quito. Jubilación ordinaria por vejez, 2021. Recuperado de: <https://ccq.ec/wp-content/uploads/2021/06/ConSocIESS2021.pdf>.
- [5] Alberto Arenas de Mesa. *Los sistemas de pensiones en la encrucijada: desafíos para la sostenibilidad en América Latina*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2019. Recuperado de: <https://www.cepal.org/es/publicaciones/44851-sistemas-pensiones-la-encrucijada-desafios-la-sostenibilidad-america-latina>.
- [6] Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social. Boletín estadístico 27. Informe técnico, Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, 2022. Recuperado de: https://www.iess.gob.ec/documents/10162/8421754/08_BOLETIN_ESTADISTICO_27_2022.
- [7] Consejo Directivo del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social. Resolución no. c.d. 554 del consejo directivo del instituto ecuatoriano

- de seguridad social, 2017. Recuperado de: <https://www.iess.gob.ec/documents/10162/33703/C.D.+554>.
- [8] El Universo. Iess aumentó apenas 1% de afiliados en 2023 versus 11% más de pensionistas. *El Universo*, marzo 2024. Recuperado de: <https://www.eluniverso.com/noticias/economia/iess-aumento-apenas-1-de-afiliados-en-2023-versus-11-mas-de-pensionistas-nota/>.
- [9] El Universo. Iess y estado por primera vez tienen al mismo tiempo problemas de liquidez y eso pone en riesgo a los afiliados y jubilados. *El Universo*, enero 2024. Recuperado de: <https://www.eluniverso.com/noticias/economia/iess-y-estado-por-primera-vez-tienen-al-mismo-tiempo-problemas-de-liquidez-y-eso-ponen-en-riesgo-a-los-afiliados-y-jubilados-nota/>.
- [10] La Hora. Mies amplía bono Joaquín Gallegos Lara en la zona 7. *La Hora Loja*, 2024. Recuperado de: <https://www.lahora.com.ec/loja/mies-amplia-bono-joaquin-gallegos-lara-en-la-zona-7/>.
- [11] Roberto Ibarra. Situación actual y soluciones para la viabilidad del IESS. In *Mesa de Estudios de la Seguridad Social*. Actuaría, mayo 2021. Recuperado de: <https://www.actuaría.com.ec/wp-content/uploads/2021/05/Situacion-actual-y-soluciones-para-viabilidad-IESS-R.-Ibarra-mayo-2021.pdf>.
- [12] Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social. Valuación actuarial del seguro de invalidez, vejez y muerte del seguro general obligatorio, 2019.
- [13] Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social. Jubilación ordinaria por vejez, 2024. Recuperado de: <https://iess.gob.ec/es/web/guest/jubilacion-ordinaria-vejez>.
- [14] Instituto Nacional de Estadística y Censos. Proyecciones de Población y Omisión Censal, febrero 2024. Recuperado de: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Poblacion_y_Demografia/Proyecciones_Poblacionales/censo_2022/2024-02-18_Proyecciones_presenta_VF.pdf.

- [15] International Labour Organization. Sistemas de pensiones en América latina: Una inversión en la justicia social y en el desarrollo económico, 2009. Recuperado de: https://www.ilo.org/sites/default/files/wcmsp5/groups/public/@ed_protect/@soc_sec/documents/publication/wcms_secSOC_14145.pdf.
- [16] Gladys Palán, Patricia Borja, and Jorge Madera. Problemas y reformas al sistema de pensiones del IESS: Fact sheet, diciembre 2020. Recuperado de: https://grupofaro.org/wp-content/uploads/2022/11/Factsheet-2-Problemas-y-reformas-al-Sistema-de-Pensiones-del-IESS_compressed.pdf.
- [17] Sandra Pazmiño and Gabriela Robalino. La seguridad social en el Ecuador. *Apuntes de Economía*, (47), Julio 2004. Recuperado de: <https://contenido.bce.fin.ec/documentos/PublicacionesNotas/Catalogo/Apuntes/ae47.pdf>.
- [18] PENSIONISSSTE. La tasa de reemplazo: garantizando el retiro que buscas, abril 2024. Recuperado de: <https://www.gob.mx/pensionissste/articulos/la-tasa-de-reemplazo-garantizando-el-retiro-que-buscas>.
- [19] César Rivera Loredo. Elementos de cálculo actuarial con r, Marzo 2018.
- [20] Elena Ruiz Rodríguez. Análisis del sistema español de pensiones. evolución hacia un modelo europeo de pensiones único y viabilidad del mismo. Master's thesis, Universitat de Barcelona, Barcelona, España, 2006.
- [21] Jorge E. Calderón Salazar and Paola Cristina Ycaza Oneto. Sostenibilidad del sistema de pensiones de jubilación del instituto ecuatoriano de seguridad social (IESS) y las alternativas exitosas aplicadas en América latina. Master's thesis, Universidad de Especialidades Espíritu Santo, Sanborondón, Ecuador, 2013. Master's thesis, Recuperado de: <http://repositorio.uees.edu.ec/handle/123456789/971>.
- [22] William Fernando Allauca Taipe. *Ajuste y Predicción de Tablas de Mortalidad Dinámicas para la Población Ecuatoriana hasta el Año*

2060 y Evaluación del Riesgo de Longevidad. Trabajo previo a la obtención del título de ingeniero matemático, Escuela Politécnica Nacional, Facultad de Ciencias, Quito, Ecuador, Enero 2021. Recuperado de: <https://contenido.bce.fin.ec/documentos/PublicacionesNotas/Catalogo/Apuntes/ae47.pdf>.

- [23] Angélica Porras Velasco. La seguridad social en Ecuador: un necesario cambio de paradigmas. *Foro, Revista de Derecho*, (24):89–116, 2015.