



# **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

## **FACULTAD DE CIENCIAS**

### **EVALUACIÓN DE LAS PROPUESTAS DE REFORMA AL SISTEMA DE PENSIONES ECUATORIANO CAMBIOS EN LA FÓRMULA DE CÁLCULO DE LA PENSIÓN POR VEJEZ**

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

**ANDREA BARAHONA CEVALLOS**

[andrea.barahona@epn.edu.ec](mailto:andrea.barahona@epn.edu.ec)

**DIRECTOR: MSC. DIEGO PAÚL HUARACA SHAGÑAY**

[diego.huarcas@epn.edu.ec](mailto:diego.huarcas@epn.edu.ec)

**DMQ, AGOSTO 2024**

## **CERTIFICACIONES**

Yo, ANDREA BARAHONA CEVALLOS, 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.

---

ANDREA BARAHONA CEVALLOS

Certifico que el presente trabajo de integración curricular fue desarrollado por ANDREA BARAHONA CEVALLOS, bajo mi supervisión.

---

MSC. 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.

ANDREA BARAHONA CEVALLOS

MSC. DIEGO PAÚL HUARACA SHAGÑAY

## **RESUMEN**

El presente estudio busca evaluar el impacto en la sostenibilidad económica del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, contrastando el costo de la pensión vitalicia que adquiere un jubilado antes y después de la reforma del artículo 199 del Anteproyecto de ley presentado en agosto de 2023, que propone un cambio en la base de cálculo de la fórmula de pensiones por vejez, el cual busca redefinir la pensión conforme a los años aportados. Para ello, se implementó un aplicativo con el software estadístico R, realizando una serie de cálculos, entre ellos: ahorro del afiliado durante su periodo activo previo a la jubilación, pensión bajo el sistema actual y tras la aplicación de la reforma, la tasa de reemplazo, el aporte estatal requerido, entre otros. Utilizando conocimientos de matemática financiera y actuarial, y alineándolos con las normativas correspondientes a la Ley actual que rige en Ecuador y al Anteproyecto propuesto. Asimismo, se aplicaron como recursos obtenidos de la Seguridad Social las tablas de mortalidad para ambos sexos y la base de datos del 2019 de sus pensionistas. Como resultado del trabajo de integración curricular se concluye que esta reforma es una alternativa muy viable para hacer frente a la sostenibilidad del Sistema de Pensiones, ya que permite conseguir un ahorro promedio de hasta el 21.26% por jubilado y reduce significativamente la necesidad del aporte estatal, y extendiendo el último año con reserva positiva, en muchos casos lo suficiente para cubrir hasta los 100 años de vida de sus pensionistas.

**Palabras clave:** afiliado, pensión vitalicia, periodo activo, cotización, Sistema de Pensiones, Seguridad Social.

## **ABSTRACT**

The present study aims to evaluate the impact on the economic sustainability of the Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, contrasting the cost of the lifetime pension acquired by a retiree before and after the reform of Article 199 of the Draft Law presented in August 2023. This reform proposes a change in the calculation base of the old-age pension formula, aiming to redefine the pension according to the years of contributions. For this purpose, an application was implemented using the statistical software R, performing a series of calculations, including: the affiliate's savings during their active period before retirement, the pension under the current system and after the application of the reform, the replacement rate, the required state contribution, among others. Financial and actuarial mathematics knowledge was utilized, aligning with the regulations of the current Ecuadorian Law and the proposed Draft Law. Additionally, mortality tables for both sexes and the 2019 pensioners' database from Social Security were used as resources. As a result of this curricular integration work, it is concluded that this reform represents a highly effective alternative to address the sustainability of the Pension System. It allows achieving an average saving of up to 21.26% per retiree and significantly reduces the need for state contributions, extending the last year with a positive reserve, in many cases sufficient to cover up to 100 years of life for its pensioners.

**Keywords:** affiliate, lifetime pension, active period, contribution, Pension System, Social Security

## **DEDICATORIA**

*A mi mamá, mi mayor inspiración en la vida, su fuerza y apoyo incondicional me han impulsado a perseguir mis sueños.*

*A mi papá, por ser mi eterno héroe. Mi mayor anhelo es hacerte sentir orgulloso y que este logro sea un tributo a tu legado.*

*A mis hermanos, por brindarme su amor, paciencia, y celebrar cada triunfo como propio.*

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a mi madre, por su infinito amor e incansables sacrificios por sacar adelante a sus hijos, por ser mi consejera, mi amiga, y mi apoyo en cada paso. Te admiro y te amo con todo mi corazón.

A mi padre, quien desde el cielo me ha brindado fuerza y motivación, gracias por todas las lecciones que me enseñaste. Siempre recordaré tu amor y palabras de aliento.

A mis hermanos, Roberto y Cristina por alegrar siempre mis días y ser mi ejemplo a seguir.

A mis tíos, Gaby y Mauro, Luisa y Carlos, por ser un apoyo fundamental en mi vida y siempre brindarme palabras de aliento cuando más lo necesité.

A mi mejores amigos, Pamela y Cristian, su presencia en mi vida es un regalo invaluable. Gracias por confiar en mi incluso cuando yo dudaba de mis capacidades.

Agradezco infinitamente a los amigos que hice a lo largo de estos años, Juan, Alisson, Fabian, Darlin, Melany, Victor, Jordy, y Rene, recordaré siempre las tardes de estudios, risas y sufrimientos que vivimos juntos. Sé que triunfarán y llegarán muy lejos.

A mi tutor Diego Huaraca, por la supervisión y tiempo dedicados a este trabajo. Gracias también por el conocimiento compartido en la carrera.

Finalmente, gracias a todos mis profesores, cuya pasión por la enseñanza y dedicación hicieron que aprender fuera una experiencia increíble.

---

# Índice general

---

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1. Descripción del componente desarrollado</b>              | <b>1</b>  |
| 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 Ecuador .    | 5         |
| 1.1.3. Régimen actual . . . . .                                | 6         |
| 1.2. Antecedentes . . . . .                                    | 9         |
| 1.3. Objetivo general . . . . .                                | 13        |
| 1.4. Objetivos específicos . . . . .                           | 13        |
| 1.5. Alcance . . . . .   | 14        |
| <b>2. Marco Teórico</b>  | <b>15</b> |
| 2.1. Rentas Financieras . . . . .                              | 15        |
| 2.1.1. Rentas anuales, constantes e inmediatas . . . . .       | 16        |
| 2.1.2. Rentas anuales, constantes y diferidas . . . . .        | 17        |
| 2.1.3. Renta anual y variable en progresión aritmética . . . . | 18        |
| 2.1.4. Renta anual y variable en progresión geométrica . . . . | 19        |
| 2.2. Modelo Biométrico . . . . .                               | 20        |
| 2.2.1. Funciones biométricas . . . . .                         | 20        |
| 2.2.2. Tablas de mortalidad . . . . .                          | 22        |
| 2.3. La Prima . . . . .  | 23        |



|  |           |
|--|-----------|
| 2.4. Rentas Actuariales . . . . .                              | 24        |
| 2.4.1. Rentas anuales constantes e inmediatas . . . . .        | 25        |
| 2.4.2. Rentas anuales, constantes y diferidas . . . . .        | 26        |
| 2.4.3. Rentas actuariales de cuantía variable . . . . .        | 26        |
| 2.4.4. Rentas fraccionadas . . . . .                           | 27        |
| 2.5. Tasa de Reemplazo . . . . .                               | 28        |
| <b>3. Marco Metodológico</b>                                   | <b>30</b> |
| 3.1. Metodología de la Investigación . . . . .                 | 30        |
| 3.2. Desarrollo Metodológico . . . . .                         | 31        |
| 3.2.1. Condiciones actuales del Sistema de Pensiones . . . . . | 31        |
| 3.2.2. Reforma al Sistema de Pensiones . . . . .               | 33        |
| 3.2.3. Análisis Inicial de la Información . . . . .            | 35        |
| 3.2.4. Estructura del Aplicativo Shiny . . . . .               | 39        |
| <b>4. Resultados</b>   | <b>48</b> |
| 4.1. Ejemplo 1. . . . .  | 48        |
| 4.2. Ejemplo 2. . . . .  | 53        |
| 4.3. Ejemplo 3. . . . .  | 56        |
| 4.4. Ejemplo 4. . . . .  | 59        |
| <b>5. Conclusiones y Recomendaciones</b>                       | <b>63</b> |
| 5.1. Conclusiones . . . . .                                    | 64        |
| 5.2. Recomendaciones . . . . .                                 | 65        |
| <b>Bibliografía</b>  | <b>67</b> |

---

## Índice de figuras

---

|  |    |
|--|----|
| 1.1. Proyección de la tasa bruta de mortalidad (por mil) en Ecuador. . . . .   | 3  |
| 1.2. Proyección de nacimientos (en miles) en Ecuador por año. . . . .  | 3  |
| 1.3. Evolución del Total de Afiliados y Pensionistas (en millones). . . . .  | 4  |
| 1.4. Pilares Fundamentales. . . . .  | 5  |
| 1.5. Evolución Histórica de los Afiliados al Seguro General Obligatorio<br>y Seguro Voluntario en comparación a la evolución histórica del<br>PEA. . . . . | 10 |
| 1.6. Proyección de la relación entre adultos mayores y menores de 15<br>años. . . . .  | 11 |
| 2.1. Clasificación de rentas financieras. . . . .  | 15 |
| 2.2. Rentas inmediatas temporales prepagables. . . . .   | 16 |
| 2.3. Rentas inmediatas perpetuas prepagables. . . . .  | 17 |
| 2.4. Rentas diferidas prepagables. . . . .   | 17 |
| 2.5. Renta anual, prepagable y variable en progresión aritmética. . . . .  | 18 |
| 2.6. Renta inmediata, anual, variable en progresión geométrica,<br>temporal y prepagable. . . . .  | 19 |
| 2.7. Esquema del fallecimiento diferido. . . . .   | 21 |
| 2.8. Flujos dentro de una operación financiera. . . . .  | 23 |
| 2.9. Esquema de una renta actuarial. . . . .   | 24 |
| 2.10. Esquema de una renta actuarial. . . . .  | 25 |

|   |    |
|---|----|
| 2.11 Renta actuarial anual, constante y diferida. . . . .                               | 26 |
| 3.1. Distribución de edad de actual por género. . . . .                                 | 37 |
| 3.2. Distribución de edad de jubilación por género. . . . .                             | 38 |
| 3.3. Distribución del número de imposiciones. . . . .                                   | 38 |
| 3.4. Distribución de las pensiones por género. . . . .                                  | 39 |
| 3.5. Simulador para el análisis del Sistema de Pensiones Actual.                        | 40 |
| 3.6. Simulador para el análisis del Sistema de Pensiones al aplicar la Reforma. . . . . | 40 |
| 3.7. Datos de entrada . . . . .   | 41 |
| 4.1. Resultados ejemplo 1 bajo el sistema actual . . . . .                              | 49 |
| 4.2. Tabla información ejemplo 1 bajo el sistema actual . . . . .                       | 50 |
| 4.3. Resultados del ejemplo 1 al aplicar la reforma . . . . .                           | 51 |
| 4.4. Pensiones para el ejemplo 1 al aplicar la reforma . . . . .                        | 52 |
| 4.5. Resultados ejemplo 2 bajo el sistema actual . . . . .                              | 53 |
| 4.6. Tabla información ejemplo 2 bajo el sistema actual . . . . .                       | 54 |
| 4.7. Resultados del ejemplo 2 al aplicar la reforma . . . . .                           | 55 |
| 4.8. Pensiones para el ejemplo 2 al aplicar la reforma . . . . .                        | 55 |
| 4.9. Resultados ejemplo 3 bajo el sistema actual . . . . .                              | 57 |
| 4.10. Tabla información ejemplo 3 bajo el sistema actual . . . . .                      | 58 |
| 4.11. Resultados del ejemplo 3 al aplicar la reforma . . . . .                          | 58 |
| 4.12. Pensiones para el ejemplo 3 al aplicar la reforma . . . . .                       | 59 |
| 4.13. Resultados ejemplo 4 bajo el sistema actual . . . . .                             | 60 |
| 4.14. Tabla información ejemplo 4 bajo el sistema actual . . . . .                      | 61 |
| 4.15. Resultados del ejemplo 4 al aplicar la reforma . . . . .                          | 61 |
| 4.16. Pensiones para el ejemplo 4 al aplicar la reforma . . . . .                       | 62 |

# Capítulo 1

---

## Descripción del componente desarrollado

---

### 1.1. Introducción

#### 1.1.1. La Seguridad Social y sus Sistemas de Pensiones

La Seguridad Social tiene sus raíces en el siglo XIX en Europa, específicamente en Alemania, tras la introducción del programa de seguridad social por el Canciller Bismark; marcando un antecedente para que en el siguiente siglo este campo avance notablemente en muchos países de América Latina.

Según un Estudio publicado por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) de las Naciones Unidas:

En 1984 se cumplen respectivamente 70 y 60 años desde que se promulgaron las primeras leyes en el hemisferio que cubrieron a los obreros contra los riesgos de accidentes del trabajo y enfermedades profesionales (Uruguay) y contra los riesgos de vejez, invalidez y muerte y enfermedad común (Chile). (Mesa-Lago, 1985, p.9) [13].

## Componentes de la Seguridad Social

Es primordial aclarar los diversos conceptos que se abordan en la seguridad social, ya que estos serán mencionados a lo largo de documento. De manera formal, los conceptos descritos a continuación y demás aspectos técnicos se encuentran en la *Resolución No. C.D. 554* emitida por el Consejo Directivo del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social [7]:

- **Cotización:** Monto que contribuye el empleador (en caso de relación de dependencia) o el trabajador (por voluntad propia) a la Seguridad Social, ésta se compone de un porcentaje establecido por la ley sobre el salario del trabajador.
- **Pensión:** Prestación de una renta mensual temporal o vitalicia que percibe el asegurado a través de la Seguridad Social.
- **Asegurado:** Persona cotizante o dependiente de un cotizante, que tiene derecho a percibir de un servicio otorgado por la Seguridad Social.
- **Asegurado Cotizante:** Persona que cotiza a la Seguridad Social (por voluntad propia o en relación de dependencia) y cuenta con las prestaciones que ofrece 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 por parte de la Seguridad Social, de acuerdo con la ley.

Además de las componentes previamente mencionadas, la Organización Internacional del Trabajo (OIT) establece dos grandes objetivos para la Seguridad Social: asistencia y previsión social [5].

Así también, cada una de estas comprenden diversas ramas. La asistencia social implica: asistencia médica, prestaciones monetarias por enfermedad, por maternidad y paternidad; mientras que la previsión social enmarca las prestaciones en caso de: desempleo, accidentes laborales, vejez, invalidez, supervivencia (montepío), a familiares (hijos) bajo los requisitos de ley.

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

Entre los mayores desafíos a los que enfrenta la seguridad social y el sistema de pensiones son las transiciones demográficas, causadas por la disminución de la tasa de mortalidad (Figura 1.1) y aumento de la tasa de natalidad (Figura 1.2), como resultado de los diversos avances científicos y tecnológicos.

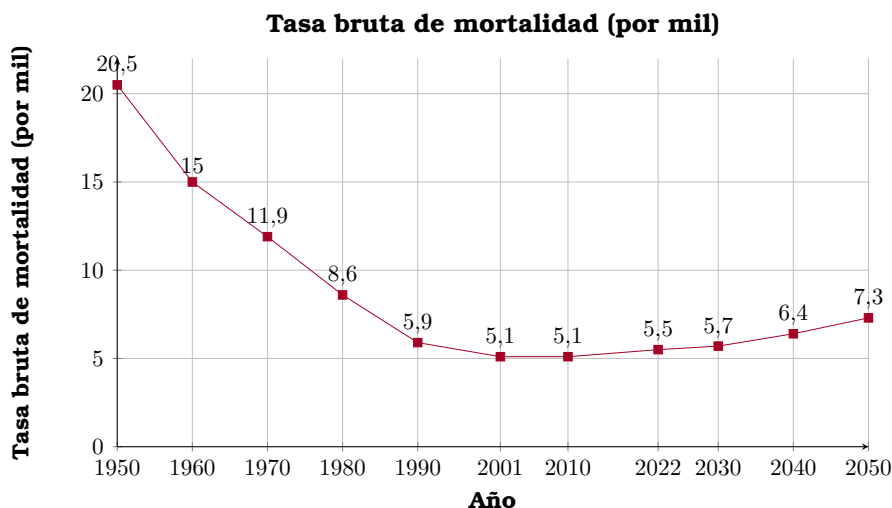


Figura 1.1: Proyección de la tasa bruta de mortalidad (por mil) en Ecuador.

Fuente: Estimación y Proyecciones de Población – Revisión 2023, INEC. [12]

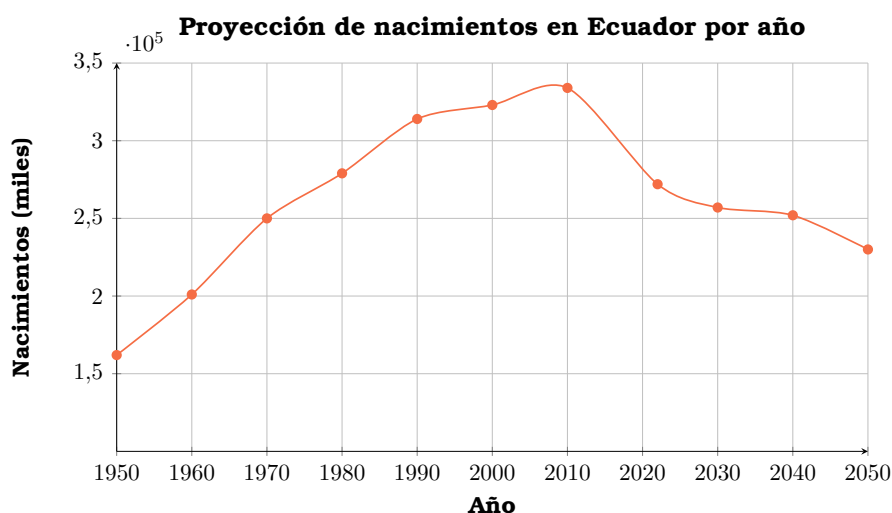


Figura 1.2: Proyección de nacimientos (en miles) en Ecuador por año.

Fuente: Estimación y Proyecciones de Población – Revisión 2023, INEC. [12]

Provocando que las aportaciones de los cotizantes activos no sean suficientes para cubrir las prestaciones de pensiones, la relación entre el número total de afiliados y pensionistas se muestra en la Figura 1.3. [14].



Figura 1.3: Evolución del Total de Afiliados y Pensionistas (en millones).

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

De igual manera, problemáticas como: el retraso en la edad de incorporación a la población económicamente activa (PEA), el deseo de una jubilación temprana, el poseer una tasa de reemplazo apropiada, el aporte estatal, la migración, la baja incidencia en el trabajo formal y aumento del comercio informal; y la acertada financiación de los sistemas de seguridad social, son desafíos a los que se enfrenta el sistema de pensiones. Por último, es importante mencionar el peligro de la amenaza a la salud pública, como aparición de pandemias o epidemias que afectan de manera repentina a toda la población.

Es fundamental que el Sistema de Seguridad Social esté preparada para enfrenar los desafíos mencionados, así como también, nuevos retos que se presenten en el futuro, pues esta institución tiene como principios: la universalidad, solidaridad, igualdad, integridad, unidad y sostenibilidad financiera.

Para poder garantizar que la Seguridad Social cumpla con los principios mencionados, y no se dé una vulnerabilidad de sus seguros, esta institución se basa en características que la OIT a denominado "pilares

fundamentales” [16], y exponen que esta institución deberá: ser financiada con ingresos del Estado; tener prestaciones de tipo contributivas y obligatorias, con una tasa de reemplazo entre el 40% y 50% del salario promedio como cotizante; establecer una componente voluntaria en el sistema de pensiones, como incentivos fiscales para fomentar el ahorro adicional; la existencia de planes privados y voluntarios de pensiones para aquellos capaces de ahorrar personalmente para sus gastos futuros.

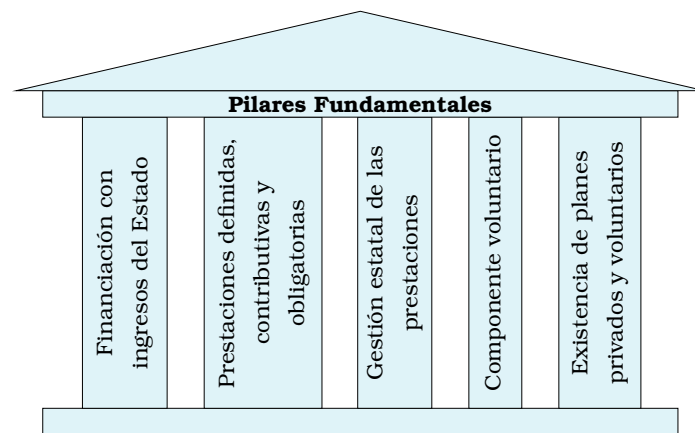


Figura 1.4: Pilares Fundamentales.

### **1.1.2. Reseña histórica de la Seguridad Social en Ecuador**

La creación de la Caja de Pensiones en 1928 dio lugar a la implementación de un modelo de seguros sociales en Ecuador, ofreciendo pensiones por jubilación y demás beneficios a trabajadores públicos, militares y policías. Un año más tarde, en la Constitución de la República de 1929 se establece como derechos fundamentales las prestaciones de la seguridad social. Posteriormente, en 1935, se formaliza el Seguro Social Obligatorio a través de la creación del Instituto Nacional de Previsión, el mismo que se reforma en los dos años siguientes para incluir el seguro por enfermedades.

En 1945 se establece un sistema más amplio para la seguridad social, incluyendo las coberturas por invalidez y vejez, con financiación tripartita. Posteriormente, en 1963, se da lugar a la Caja Nacional de Seguro Social, que en 1970 se transformaría en el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS). En las consiguientes Constituciones hasta 1998 se



amplió y reforzó el sistema introduciendo los principios de solidaridad y cobertura universal; creando seguros para la población que percibe salarios inferiores al mínimo vital; reafirmando la obligación del Estado de proteger a los habitantes ecuatorianos frente a los diversos riesgos y estableciendo las bases del sistema de seguridad social como: financiamiento compartido, autonomía de administración, entre otros. Actualmente la Ley de Seguridad Social vigente es la implementada en 2001, integrando las reformas de la Constitución de 2008 [17].

### **1.1.3. Régimen actual**

En la actualidad, el Seguro de Pensiones protege a los asegurados del Seguro General Obligatorio de las contingencias de invalidez, vejez y muerte (IVM); el cual es financiado a partir del aporte del 11.06% del salario mensual del afiliado, mismo que se compone del aporte personal (6.74%) y del aporte patronal (4.32%) [6]. Las prestaciones concedidas son: jubilación ordinaria por vejez, por discapacidad o por invalidez, esta última incluye el subsidio transitorio por incapacidad; pensiones por montepío y auxilio de funerales [11].

#### **Jubilación Ordinaria por Vejez**

La jubilación por vejez es un beneficio del sistema de Seguridad Social destinada a proteger a los afiliados cuando alcanzan una edad avanzada y así cubrir el riesgo de dejar de trabajar por vejez, para el cual deben alcanzar una cantidad determinada de aportes [4]. Por consecuencia, aquellos afiliados que cumplan con los requisitos necesarios tienen el derecho a recibir pensiones mensuales vitalicias que se pagan a partir del primer día del mes inmediato al que el asegurado cesó sus actividades laborales y presentó la solicitud de jubilación conjuntamente con los requisitos exigidos [11].

#### **Condiciones mínimas**

Según los artículos 185 y 188 de la Ley de Seguridad Social del Ecuador y la Resolución No. C.D. 100 del 21 de febrero de 2006 (artículo 11) [10], los afiliados pueden acceder a la pensión de jubilación ordinaria por

vez bajo el cumplimiento de una de las siguientes condiciones:

- 60 años o más con al menos 360 imposiciones mensuales.
- 65 años o más con al menos 180 imposiciones mensuales.
- 70 años o más con al menos 120 imposiciones mensuales.
- Cualquier edad con al menos 480 imposiciones mensuales.

### **Fórmula del cálculo de los beneficios**

El artículo 13 de la Resolución No. C.D. 100 de 2006 establece que: la pensión mensual otorgada por el Seguro de IVM, será igual a la multiplicación de la base de cálculo, por el coeficiente anual de años cumplidos de imposiciones que se muestra en la tabla 1.1, en la cual, a partir de los 40 años de aporte en adelante, el coeficiente incrementará en 0.0125 por cada año de imposiciones adicionales.

Tabla 1.1: Coeficientes de años de imposiciones.

| <b>Años de imposiciones</b> | <b>Coef.</b> | <b>Años de imposiciones</b> | <b>Coef.</b> |
|-----------------------------|--------------|-----------------------------|--------------|
| 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

“La base de cálculo será igual al promedio de los cinco años de mejores sueldos o salarios sobre los cuales se aportó” [10]. Para esto, se obtiene el promedio de cada año de aportaciones, sumando los doce meses de imposiciones consecutivas y ese resultado dividiendo para doce.

Una vez obtenidos los promedios, se seleccionan los cinco años de mejores sueldos o salarios sobre los cuales se aportó y el resultado de la suma se divide para cinco [11].

### **Pensiones máximas y mínimas de vejez**

Según la normativa vigente, las pensiones se establecen tomando en cuenta el número de aportes en proporción del salario básico unificado (SBU) mínimo del trabajador [11]. Las mismas se encuentran con mayor detalle en las siguientes tablas:

Tabla 1.2: Pensiones mínimas y máximas de vejez

| <b>Tiempo</b> | <b>Pensión Porcentual</b> | <b>Pensión*</b> |
|---------------|---------------------------|-----------------|
| 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        |

| <b>Tiempo</b> | <b>Pensión Porcentual</b> | <b>Pensión**</b> |
|---------------|---------------------------|------------------|
| 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 mensual en porcentaje del SBUM
- **Pensión\*:** Pensión mínima mensual en base al SBUM de 2024
- **Pensión\*\*:** Pensión máxima mensual en base al SBUM de 2024

Fuente: Resolución No. C.D. 100

## 1.2. Antecedentes

La Constitución de la República del Ecuador define claramente el sistema de Seguridad Social en el país, estableciendo en su artículo 34 como un derecho irrenunciable para todas las personas. También determina las responsabilidades del Estado para garantizar el acceso a la Seguridad Social a todos los sectores de la sociedad, independientemente de su situación laboral, para lo cual se basa en los principios de solidaridad, obligatoriedad, universalidad, equidad, eficiencia, subsidiaridad, suficiencia, transparencia y participación [3].

En este contexto, es fundamental realizar una distinción entre los términos Seguridad Social y seguro social, con el fin de comprender como se estructura la protección social en Ecuador para garantizar una cobertura integral frente a los riesgos socio-económicos. La Seguridad Social hace referencia al derecho humano que protege a la población de situaciones de vulnerabilidad económica y social. Por otro lado, el seguro social es aquel mecanismo mediante el cual se implementa la seguridad social, proporcionando cobertura a quienes tienen una relación laboral, y es financiado mediante las contribuciones de trabajadores, empleadores y el Estado [17].

El IESS y el Ministerio de Inclusión Económica y Social (MIES) son los entes encargados de supervisar y regular la seguridad social en el país, el IESS administra los seguros de pensiones, salud, desempleo, cesantía y riesgos del trabajo, mientras que el MIES administra el programa de Bono de Desarrollo Humano. Este sistema de pensiones opera bajo un modelo de financiamiento de reparto y prestaciones definidas, basado en la contribución de los afiliados en financiar las pensiones de los actuales jubilados; este tipo de enfoque no funciona como un fondo de ahorro, sino, como un mecanismo de financiamiento continuo, provocando que las primeras generaciones de jubilados recibirán mayores beneficios en comparaciones a las posteriores [17].

En los últimos años, el IESS se ha enfrentado a diversos desafíos, relacionados principalmente con la insuficiencia de fondos para garantizar el pago de pensiones, esta situación se atribuye a una serie de factores que son importantes mencionar. En primer lugar, la brecha que existe

entre el PEA y los afiliados al Seguro General Obligatorio y Seguro Voluntario causa un gran conflicto, ya que, parte significativa de la población no está cubierta por el sistema de seguridad social, ya sea debido a la informalidad laboral, ingresos insuficientes o desempleo, impidiéndoles realizar las contribuciones correspondientes.

**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]

En la Figura 1.5 se observa como desde 2014 hasta 2022 la cantidad de PEA sobrepasa al número de afiliados de manera relevante.

Simultáneamente, factores como: el incremento del desempleo, deficiencia en la gestión, casos de corrupción y la expansión de la cobertura sin un respaldo de estudios actuariales adecuados, compromete la sostenibilidad financiera del IESS a largo plazo [17]. Así mismo, las decisiones políticas a lo largo de la historia han provocado inestabilidad en el sistema de seguridad social, algunos ejemplos de esto son: la reducción del 4% del aporte al fondo de pensiones para reforzar el fondo de salud, la inclusión de personas que realizan un trabajo no remunerado en el hogar al IVM, y la suspensión temporal en 2015 del aporte del Estado de un 40% para pago de pensiones, que pese a que se restableció parcial-

mente en 2019, el incumplimiento de dichos aportes estatales continua afectando el financiamiento de las pensiones [9].

Finalmente, los cambios demográficos son factores que agravan la situación; evidenciándose en la Figura 1.1 como a pesar del incremento proyectado por el IESS en la tasa de mortalidad del 2022 al 2050, es baja en comparación con años anteriores. Así también, se observa en la Figura 1.2 un decremento en las proyecciones de los nacimientos por año. Como consecuencia, se espera que para el año 2050 haya 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 evidencia en la Figura 1.6. Esto se traduce en un aumento previsto en la proporción de pensionistas respecto a los afiliados, pasando del 12.6% en 2016 al 20.60% en 2055 [9].

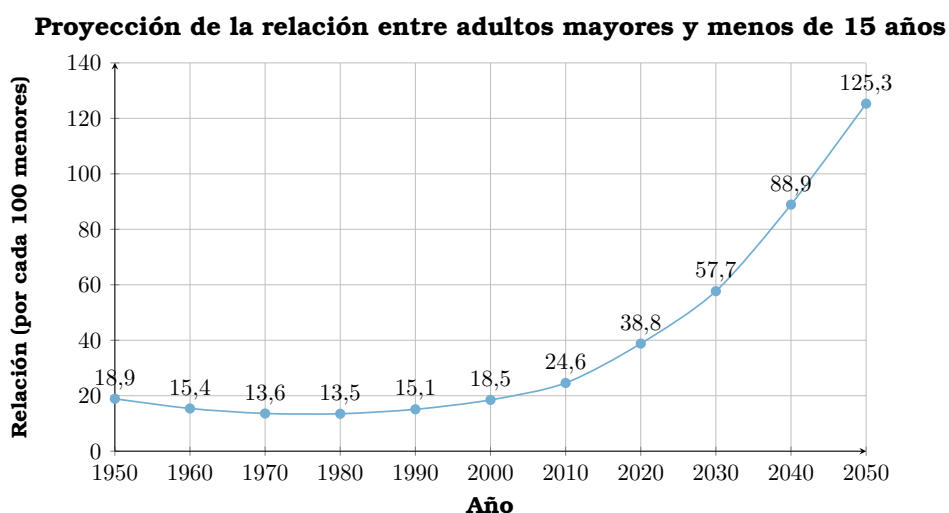


Figura 1.6: Proyección de la relación entre adultos mayores y menores de 15 años.

Fuente: Estimación y Proyecciones de Población – Revisión 2023, INEC. [12]

En 2008, la OIT realizó un estudio acerca de la situación del IESS, estimando un déficit actuarial de \$3,700 millones, que podría incrementarse a \$10,500 millones si se eliminara el aporte estatal del 40%. Así mismo, en 2010, un estudio no oficial del IESS proyectó un déficit de \$22.862 millones en un horizonte de 40 años si se cuenta con el aporte del Estado, y de \$70,000 millones sin él, lo que solamente cubriría las necesidades por los próximos 12 años. Sin embargo, los cambios en las

tasas de aportación y los incumplimientos en los aportes estatales han elevado este déficit estimado a más de \$200,000 millones [17].

Para 2023 ya se evidencia una disparidad en el crecimiento entre afiliados y pensionista, ya que, para ese año 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 5,000 afiliados del Seguro Social Campesino y 26,978 de amas de casa, dando como resultado un incremento neto de tan solo 26,797 afiliados, menos del 1% del total de afiliados que para ese año fue de 3,782,504. Por otro lado, el número de pensionistas pasó de 755.111 a 836,525, lo que significa un aumento de alrededor de un 11%.

Este desequilibrio se atribuye a dos grandes causas: la primera es el ligero aumento del empleo formal, lo cual está ligado a la disminución de la tasa de desempleo del 3.8% al 3.5%; Así también, el aumento de los pensionistas se debe a que más afiliados cumplen 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, del mismo, un 79% corresponde a pensiones de jubilación por vejez, y en comparación con 2022 significa un incremento del 12% debido tanto al aumento de pensionistas como a la nivelación de pensiones ajustadas al SBU. Sin embargo, los ingresos generados no son suficientes y el cumplimiento del aporte estatal no se ha realizado como lo establece la ley, por ello, el IESS enfrenta un déficit de caja calculado de al menos \$2,500 millones que el Gobierno no es capaz de cubrir debido a sus propios problemas de sostenibilidad [8].

En el marco actual, es necesario implementar una reforma integral del sistema de pensiones que tome en cuenta las nuevas perspectivas demográficas y socio-económicas del país, lo que implica establecer una base sólida en la cobertura universal, combinando sistemas de contribución con el financiamiento estatal, así también, es imprescindible que estos sistemas sean administrados de manera eficiente y transparente [15].

En enero del 2023, el presidente de la República estableció la Comisión Interdisciplinaria encargada de realizar un diagnóstico y desarrollar un conjunto de reformas y ajustes al Sistema de Pensiones Ecuatoriano,

con el objetivo de abordar las problemáticas de insuficiencia de fondos que ha enfrentado en los últimos años el IESS, y así, garantizar la sostenibilidad financiera a largo plazo.

Esta comisión finalizó su trabajo en agosto de 2023 y presentó al Gobierno el Anteproyecto de Ley, que asegura el acceso a las pensiones de jubilación conforme a los principios de suficiencia, sostenibilidad, viabilidad fiscal, equidad y formalización del empleo y mantiene intactos 4 aspectos: no incrementar la tasa de aportación, no aumentar la edad mínima de jubilación, no privatizar el IESS y no disminuir los derechos de los jubilados y quienes ya cumplen con los requisitos para jubilarse.

### **1.3. Objetivo general**

Estimar el ahorro promedio que se registraría en el IESS por cada jubilado tras la implementación del artículo 199 del Anteproyecto de Ley que propone un cambio en el cálculo de la pensión por vejez al Sistema de Pensiones propuesto en agosto del 2023.

### **1.4. Objetivos específicos**

1. Evaluar los beneficios potenciales del cambio de la fórmula de la pensión por vejez, en relación al déficit actual del seguro social, determinando su viabilidad en la práctica.
2. Analizar el impacto que tiene la reforma, identificando los grupos de población con mayor o menor afectación tras la aplicación de la reforma.
3. Comparar las prestaciones otorgadas por el IESS a sus jubilados, cuantificando dichas prestaciones con el sistema actual y tras la aplicación de la reforma.
4. Implementar un aplicativo en el software R que permita visualizar las prestaciones proyectadas mensuales por cada individuo actualmente y al implementar la reforma.



## **1.5. Alcance**

Con el fin alcanzar el objetivo principal de este trabajo, es fundamental adquirir conocimientos en el área de la seguridad social y el sistema de pensiones actualmente utilizado en Ecuador para el cálculo de las prestaciones otorgadas. Para ello el proyecto comenzará con un estudio de la estructura y funcionamiento del sistema de pensiones vigente en el país, identificando las principales variables y parámetros que se emplean en el cálculo de dichas prestaciones.

Posteriormente, se procederá a la cuantificación de los ingresos y gastos derivados de las reformas. Utilizando una muestra representativa de la población afiliada y pensionistas del IESS, se estimarán los ingresos adicionales generados por el incremento del tiempo de cotización. Asimismo, se calcularán los gastos prestacionales tanto bajo el sistema actual como bajo los cambios planteados por la reforma. Este análisis permitirá identificar el ahorro promedio que podría registrar el IESS por cada jubilado tras la implementación de las reformas.

Para facilitar la visualización y comparación de los resultados, se desarrollará un dashboard interactivo por medio de un aplicativo shiny en R, que permitirá a los usuarios comparar las prestaciones otorgadas por el IESS a jubilados con características similares, mostrando tanto las pensiones actuales como las proyectadas tras las reformas. La herramienta proporcionará una visión clara y precisa del impacto económico de las reformas, facilitando así la toma de decisiones informadas y la implementación de políticas públicas eficaces.

# Capítulo 2

---

## Marco Teórico

---

### 2.1. Rentas Financieras

Una renta financiera consiste en una secuencia de pagos o depósitos efectuados a intervalos regulares de  $m$  unidades de tiempo (como años, semestres, trimestres o meses) a lo largo de un periodo específico. Algunos ejemplos son: el pago de matrículas semestrales, el salario mensual, el alquiler mensual, las contribuciones a la seguridad social.

A partir de cada renta financiera, es posible calcular: el valor presente o actual (VP o VA) y el valor futuro o final (VF). Además, se pueden clasificar según diversos aspectos:

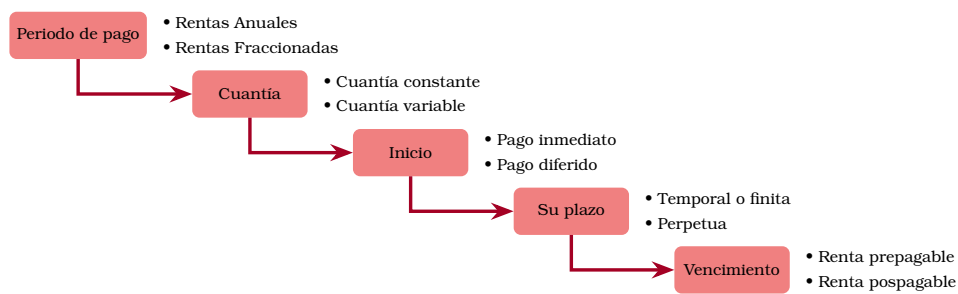


Figura 2.1: Clasificación de rentas financieras.

Ahora estudiaremos brevemente la estructura de diferentes rentas financieras:

### 2.1.1. Rentas anuales, constantes e inmediatas

Este término hace referencia a una serie de pagos invariables de cuantía  $C$ , donde los pagos vencen al inicio o final de cada periodo de un año, comenzando desde el primer período.

Para lo que resta de este marco teórico, se mencionará únicamente las rentas prepagables, y se considerará la cuantía  $C$  igual a una unidad monetaria.

#### Rentas inmediatas temporales:

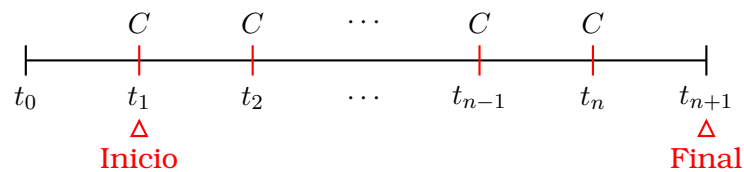


Figura 2.2: Rentas inmediatas temporales prepagables.

Las rentas inmediatas temporales prepagables de cuantía  $C$ , tienen una duración limitada de  $n$  años y vencen al inicio de cada periodo como se muestra en la Figura 2.2.

El valor actual de esta renta se obtiene al sumar los valores de las cuantías que la constituyen descontadas al momento  $t_1$ , con un tipo de interés efectivo  $i$ , su expresión es la siguiente:

$$VA = C \cdot \ddot{a}_{\overline{n}|i}, \quad \text{donde} \quad \ddot{a}_{\overline{n}|i} = (1+i)a_{\overline{n}|i} = (1+i) \left( \frac{1 - (1+i)^{-n}}{i} \right)$$

Mientras que el valor final, corresponde a la suma del valor de las cuantías capitalizadas al momento  $t_{n+1}$ , es decir:

$$VF = C \cdot \ddot{s}_{\overline{n}|i}, \quad \text{donde} \quad \ddot{s}_{\overline{n}|i} = (1+i)^n \ddot{a}_{\overline{n}|i}.$$

### Rentas perpetuas inmediatas:

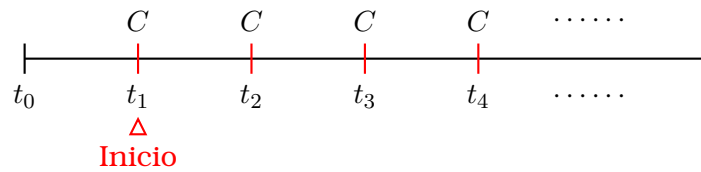


Figura 2.3: Rentas inmediatas perpetuas prepagables.

Las rentas perpetuas inmediatas prepagables de monto  $C$  son aquellas que se pagan al inicio de cada período y tienen un número infinito de términos.

Por la naturaleza de esta renta solo es posible calcular su valor actual, definido de la siguiente manera:  $VA = C \cdot \ddot{a}_{\infty|i}$ , donde:  $\ddot{a}_{\infty|i} = \frac{1+i}{i}$ .

### 2.1.2. Rentas anuales, constantes y diferidas

Se considera una renta anual, constante e inmediata a una serie de pagos constantes  $C$ , donde cada pago vence al inicio o final de cada período, pero comienzan los pagos después de  $m$  periodos desde el inicio de la renta.

#### Rentas diferidas prepagables:

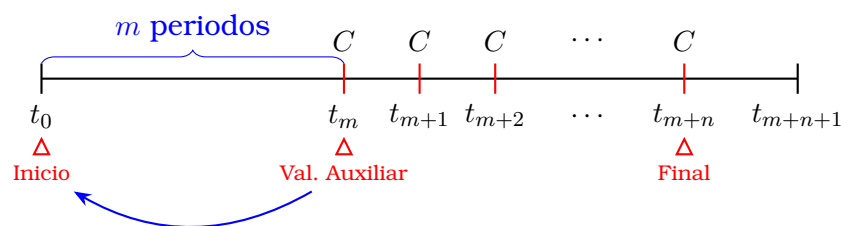


Figura 2.4: Rentas diferidas prepagables.

Se dice que una renta es diferida  $m$  periodos, cuando el pago o cobro de las cuantías se produce luego de  $m$  períodos desde el inicio de la misma. La Figura 2.4 muestra una renta temporal, prepagable, constante y diferida  $m$  periodos.

Para obtener el valor actual de este tipo de rentas se considera una renta auxiliar inmediata prepagable, la cual es valorada en el instante  $t_m$ , para posteriormente actualizar el flujo hasta el instante  $t_0$ .

$$VA = C \cdot {}_m| \ddot{a}_{\overline{n}|i}, \quad \text{donde: } {}_m| \ddot{a}_{\overline{n}|i} = (1+i)^{-m} \ddot{a}_{\overline{n}|i}.$$

### 2.1.3. Renta anual y variable en progresión aritmética

Una renta anual, inmediata, y de cuantía variable en progresión aritmética, es aquella que su cuantía  $C$  se incrementa o reduce a medida de que transcurre cada periodo en una cantidad constante  $d$ .

#### Rentas aritméticas temporales:

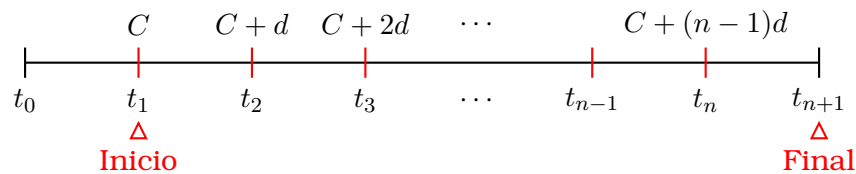


Figura 2.5: Renta anual, prepagable y variable en progresión aritmética.

Este tipo de renta se caracteriza por realizar los pagos al inicio de cada periodo y tienen un número finito de períodos  $n$ .

Una forma de obtener el valor actual de esta renta se da a partir de la descomposición en una serie de rentas auxiliares, diferidas y de cuantía constante, de la siguiente manera:

$$\ddot{A}(C, d)_{\overline{n}|i} = (1+i) \cdot A(C, d)_{\overline{n}|i}. \quad \text{donde } A(C, d)_{\overline{n}|i} = C a_{\overline{n}|i} + \frac{d}{i} [a_{\overline{n}|i} - n(1+i)^{-n}]$$

Por otra parte, para obtener el valor final de la renta se procede a capitalizar durante  $n$  periodos la cuantía equivalente obtenida por el valor actual, es decir:

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

Existen también rentas aritméticas perpetuas pospagables y prepagables, que se caracterizan por tener un número infinito de periodos.

### 2.1.4. Renta anual y variable en progresión geométrica

Se considera una renta anual, inmediata, y de cuantía variable en progresión aritmética, cuando cada cuantía vence al inicio o final del período, y esta empieza con una cuantía  $C$  que se incrementa o reduce a medida que transcurre cada período en una razón constante  $q$ .

#### Rentas geométricas temporales prepagables:

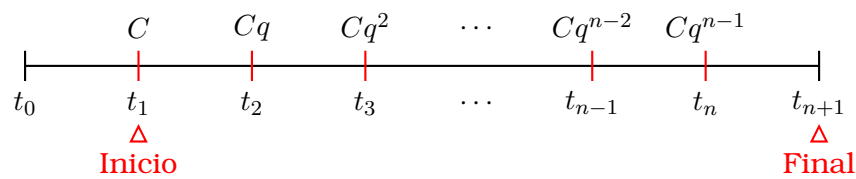


Figura 2.6: Renta inmediata, anual, variable en progresión geométrica, temporal y prepagable.

Una renta anual, inmediata, temporal, prepagable, y de cuantía variable en progresión geométrica, se define como aquella renta donde su cuantía  $C$  que se incrementa o reduce a medida que transcurre cada período en una razón constante  $q$  y sus pagos vencen al inicio de cada período.

El valor actual de esta renta se obtiene de manera similar que el caso de una renta variable en progresión aritmética, ya que se realiza una descomposición en rentas auxiliares, diferidas y de cuantía constante, obteniendo:

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

Y de manera análoga al caso aritmético, el valor final de esta renta, se obtiene capitalizando  $n$  períodos el valor actual, es decir:

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

## 2.2. Modelo Biométrico

Un modelo biométrico se define como un modelo estocástico que se basa en una variable aleatoria continua  $X$ , conocida como "Edad al fallecer", definida en el intervalo  $[0, w[$ , donde  $w$  se asume como la existencia de una "edad máxima", conocida como infinito actuarial. Para la práctica a lo largo de este estudio, se considerará como infinito actuarial los 100 años de edad.

### 2.2.1. Funciones biométricas

#### Vida residual $T(x)$

Variable aleatoria que describe la cantidad de años que le restan por vivir a una persona que ya ha alcanzado la edad  $x$ :

$$T(x) = T_x = X - x, \quad X > x.$$

#### Función de fallecimiento $F(x)$

Corresponde a la función de distribución de la variable aleatoria  $X$ , que se define como la probabilidad de fallecimiento antes de cumplir  $x$  años:

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

La función de distribución verifica las siguientes propiedades:

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

Además, podemos generalizar esta función en la probabilidad de que un individuo fallezca en  $t$  años, dado que sobrevivió a la edad  $x$ :  $F_x(t)$  o  ${}_tq_x$ :

$${}_tq_x = P[T_x \leq t]$$

## **Función de supervivencia** $S(x)$

Esta función se interpreta como la probabilidad que tiene un individuo de sobrevivir hasta la edad  $x$ , es decir, es el complemento de la función de fallecimiento:

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

y sus propiedades son las siguientes:

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

De manera análoga a la anterior, se puede generalizar a la función de supervivencia en la probabilidad de que un individuo sobreviva  $t$  años más, dado que sobrevivió a la edad  $x$ :  $S_x(t)$  o  ${}_t p_x$ :

$${}_t p_x = P[T_x > t]$$

Además, tanto la función de fallecimiento  ${}_t q_x$ , como la función de supervivencia  ${}_t p_x$  verifican que:

$${}_t q_x = \frac{{}_x p_0 - {}_{x+t} p_0}{{}_x p_0} \quad {}_t p_x = \frac{{}_{x+t} p_0}{{}_x p_0} \quad (2.4)$$

## **Función de fallecimiento diferido**

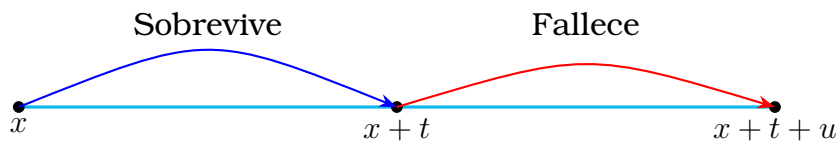


Figura 2.7: Esquema del fallecimiento diferido.

Se define como la probabilidad de que un individuo de edad  $x$  sobreviva hasta la edad  $x + t$ , y fallezca dentro de los próximos  $u$  años, es decir:

$${}_{t|u} q_x = P[t < T_x \leq t + u].$$



## Fuerza de mortalidad

En la literatura, se define la "fuerza de mortalidad", o "tasa instantánea de mortalidad" a la probabilidad de fallecimiento de un individuo de edad  $x$  luego de un periodo de tiempo corto  $dx$ , y se denota por  $\mu_x$ .

Pese a que en la práctica no se ha logrado desarrollar un modelo que describa con precisión la evolución de la fuerza de mortalidad de un grupo de individuos, las ciencias actuariales han logrado determinar expresiones que modelan de manera superficial esta variable, a partir del modelo de Moivre (1724) o el modelo de Weibull (1939). Sin embargo, una alternativa es el uso de tablas de mortalidad.

### 2.2.2. Tablas de mortalidad

La tabla de mortalidad o tabla de vida es una herramienta desarrollada por actuarios y demógrafos con el fin de analizar la mortalidad de un cohorte a lo largo de los años hasta su completa extinción.

Normalmente, una tabla de mortalidad incluye los siguientes indicadores, organizados en columnas, identificados por los símbolos  $x$ ,  $l_x$ ,  $d_x$ ,  $q_x$ ,  $p_x$  y  $e_x$ .

| Edad     | Indicadores |          |          |          |          |
|----------|-------------|----------|----------|----------|----------|
| $x$      | $l_x$       | $d_x$    | $q_x$    | $p_x$    | $e_x$    |
| 0        | —           | —        | —        | —        | —        |
| $\vdots$ | $\vdots$    | $\vdots$ | $\vdots$ | $\vdots$ | $\vdots$ |
| $w$      | —           | —        | —        | —        | —        |

Tabla 2.1: Estructura de una tabla de mortalidad.

Los indicadores que se encuentran en la tabla 2.1, se definen de la siguiente manera:

- $x$ : edad del individuo,  $x \in [0, w]$ .
- $l_x$ : número de supervivientes de la cohorte inicial a la edad  $x$ .
- $d_x$  ( ${}_t d_x$ ): número de personas fallecidas de la cohorte a la edad  $x$ , también se conoce como el número de personas fallecidas entre las

edades  $x$  y  $x + t$ :

$$d_x = l_x - l_{x+1} \quad , \quad {}_t d_x = l_x - l_{x+t}$$

- $q_x$  ( ${}_t q_x$ ): probabilidad de que una persona de edad  $x$  muera en el año siguiente (en los próximos  $t$  años).

$$q_x = \frac{d_x}{l_x} \quad , \quad {}_t q_x = \frac{{}_t d_x}{l_x}$$

- $p_x$  ( ${}_t p_x$ ): probabilidad de que una persona de edad  $x$  sobreviva a la edad  $x + 1$  ( $x + t$ ).

$$p_x = \frac{l_{x+1}}{l_x} \quad , \quad {}_t p_x = \frac{l_{x+t}}{l_x}$$

- $e_x$ : esperanza de vida residual (número promedio de años que le quedan por vivir) para una persona de edad  $x$ , donde  $T_x$  es el número total de años vividos por una generación entre las edades  $x$  y  $w$ , y  $L_i$  es el promedio de personas que viven entre las edades  $x$  y  $x + 1$ :

$$e_x = \frac{T_x}{l_x} = \frac{\sum_{i=x}^{w-1} L_i}{l_x} = \frac{\sum_{i=x}^{w-1} \left( l_i - \frac{1}{2} d_i \right)}{l_x}$$

## 2.3. La Prima

En cualquier operación financiera, existen dos fuentes de capitales intercambiables a lo largo del tiempo: la prestación, que es el conjunto de aportes entregados por el asegurado, y la contraprestación, que es el conjunto de pensiones proporcionados por el asegurador.

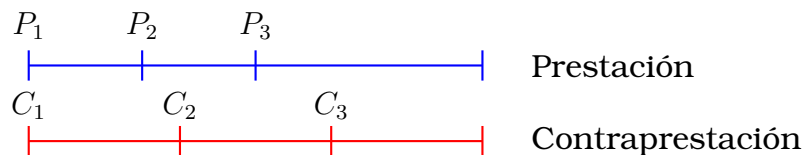


Figura 2.8: Flujos dentro de una operación financiera.

De manera similar, en los casos de seguros se intercambia una prima por una prestación asegurada. Aquí se aplica el principio de equilibrio financiero-actuarial, que establece que el valor esperado de la pérdida

del asegurador, denotada como  $\gamma$ , es cero ( $E(\gamma) = 0$ ) al momento que se fija la prima del seguro. Luego, la pérdida del asegurador puede tomar valores distintos a cero.

Bajo estas hipótesis, los aseguradores pueden determinar la distribución del valor actual de la pérdida futura y, a partir de esta, calcular la prima. Esto implica que:

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

Para fijar la prima pura o neta de una operación, se debe considerar que su esperanza corresponde a la de las prestaciones aseguradas en la póliza. Dada  $P$  o  $\pi$  como prima única:

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

Por lo tanto, la prima neta o pura es la aportación necesaria para financiar el pago de las contingencias en promedio, sin considerar posibles desviaciones ni gastos.

## 2.4. Rentas Actuariales

También conocidas como rentas de supervivencia, son una serie de pagos periódicos realizados mientras el asegurado esté vivo. Al igual que las rentas financieras, pueden clasificarse en función de su: cuantía, duración, vencimiento de cada término, e inicio y periodo de pago.

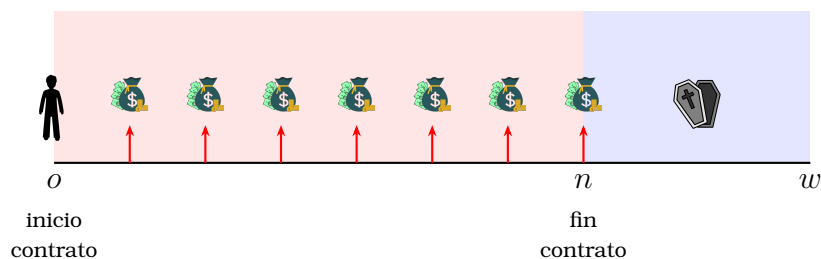


Figura 2.9: Esquema de una renta actuarial.

### 2.4.1. Rentas anuales constantes e inmediatas

Estas rentas consisten en pagos anuales constantes  $C$  realizados inmediatamente, comenzando desde el primer periodo y continuando cada año hasta la muerte del asegurado. Pueden subdividirse en rentas temporales y vitalicias, que a su vez pueden ser pospagables o prepagables.

Sin pérdida de generalidad los conceptos mencionados en esta sección harán referencia únicamente a las rentas de tipo prepagable, ya que en el caso de la seguridad social todas las rentas se las considera prepagables. Además, para el cálculo de la prima pura de cualquier tipo de renta a lo largo de este documento, asumiremos el pago de la cuantía igual a una unidad monetaria.

#### Rentas actuariales prepagables temporales

Este tipo de renta implica el pago de una cuantía  $C$  al inicio de cada uno de los siguientes  $n$  años mientras el asegurado esté vivo.

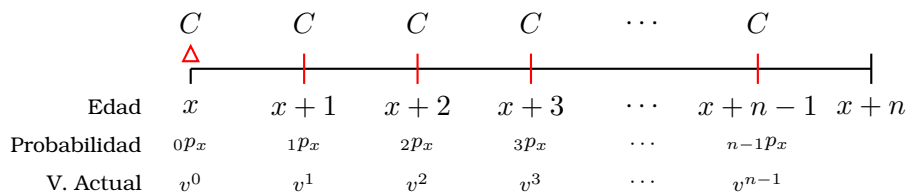


Figura 2.10: Esquema de una renta actuarial.

Definimos una variable aleatoria dada por el "valor actual de los flujos otorgados en la prestación a una tasa de interés  $i$ " denotada por  $Y$ :

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

Considerando  $d = \frac{i}{1+i}$  y  $Y = \frac{1-Z}{d}$ , se obtiene la prima pura de la operación de la siguiente manera:

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

## Rentas actuariales prepagables vitalicias

Este tipo de renta implica el pago de una cuantía al inicio de cada año, comenzando desde el inicio del contrato hasta el año de fallecimiento del asegurado. Al calcular este tipo de seguro, la prima pura de la operación es:

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

### 2.4.2. Rentas anuales, constantes y diferidas

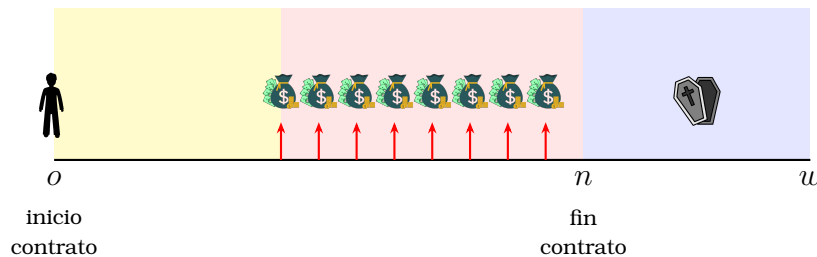


Figura 2.11: Renta actuarial anual, constante y diferida.

Este tipo de renta es contratada por una persona de edad  $x$ , que inicia los pagos desde la edad  $x + m$ , es decir, es una renta actuarial diferida  $m$  periodos. Así, considerando los pagos invariantes de cuantía  $C$ , entre los años  $x$  y  $x + m$ , definimos la prima pura de la siguiente manera:

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

Notemos que, cuando se da el caso que  $n \rightarrow \infty$ , estamos trabajando con una renta vitalicia prepagable, que se expresa:

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

### 2.4.3. Rentas actuariales de cuantía variable

En esta sección se hace referencia a aquellas rentas cuyas cuantías varían en función del tiempo de acuerdo a una progresión aritmética o geométrica.

## Cuantías con variación aritmética

Rentas en las que la cuantía se incrementa o decrece  $C$  unidades monetarias adicionales al pago por cada periodo transcurrido. 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 varía según una progresión geométrica con una tasa de crecimiento  $\alpha$ . La prima pura de esta renta se formula como:

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

### 2.4.4. Rentas fraccionadas

Las rentas actuariales se consideran fraccionadas cuando los pagos se efectúan con una frecuencia menor a un año, como mensual o trimestralmente, entre otras opciones. En este caso, el año se divide en subperiodos con una duración de  $1/m$ . Supongamos una renta fraccionada prepagable temporal con una cobertura de  $n$  años, que abona  $C/m$  unidades monetarias. Sin pérdida de generalidad, la prima pura para esta operación se calcula como:

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

Para lo cual, es necesario la aplicación de la Hipótesis de Woolhouse.

## Hipótesis de Woolhouse

Esta suposición es esencial debido a que se utilizan tablas de mortalidad anuales, lo cual hace necesario introducir una hipótesis sobre el comportamiento de las probabilidades en los periodos intermedios del año. Se asume, por lo tanto, la linealidad en el factor de descuento financiero. De esta forma, se plantea lo siguiente:

$$v^{x+t} \ell_{x+t} = (1-t)v^x \cdot \ell_x + t \cdot v^{x+1} \ell_{x+1}, \text{ para } 0 \leq t < 1.$$

Con ello, y considerando el ejemplo de una renta fraccionada actuarial prepagable temporal con cobertura de  $n$  años, se deduce que su prima pura es:

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

## 2.5. Tasa de Reemplazo

El concepto de tasas de reemplazo se deriva de los sistemas de beneficio definido y se entiende como la proporción de pérdida del poder adquisitivo de un individuo al momento de jubilarse. Este valor puede variar dependiendo de los salarios considerados para su cálculo, y la situación individual.

El Convenio sobre la seguridad social de la OIT (1952, número 102) destaca la importancia de las prestaciones de vejez y establece que la cuantía de la prestación debe ser al menos el 40% del total de la ganancia anterior a la jubilación del beneficiario.

El convenio permite un tope máximo para el monto de la prestación, pero asegura que se cumpla el mínimo mencionado, y se calcula a partir de la razón entre el último salario y la pensión que le corresponde a cada jubilado, de la siguiente manera:

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

En este contexto, la división de desarrollo social de Comisión Económica para América Latina y el Caribe de las Naciones Unidas (NU. CEPAL) en su seminario de mayo del 2011 realizado en Santiago de Chile expuso que, el empleo de la tasa de reemplazo tiene como propósito facilitar la comparación internacional de los resultados y el aprovechamiento de las bases de datos disponibles, mediante la identificación de los factores determinantes de dichas tasas. Entre estos factores se incluyen los aspectos económicos, socio-demográficos y programáticos, entre otros. Dado que estos factores interactúan, generan resultados diversos en cada país. [1]



# Capítulo 3

---

## Marco Metodológico

---

### 3.1. Metodología de la Investigación

El método elegido para este trabajo es el Método Comparativo Experimental, ya que se manipulan diversas variables independientes como el sexo, edad, año y primer sueldo al iniciar las cotizaciones, tasa de inflación, tasa de crecimiento de salarios, entre otras. Mismas que se utilizan para observar sus efectos y comparar diversos casos individuales con el fin de identificar similitudes y diferencias en los resultados de las variables dependientes estudiadas (como el ahorro total, la cuantía de la pensión y la edad de jubilación).

El enfoque del trabajo es cuantitativo y de carácter exploratorio, ya que se examina un problema poco estudiado, como es la Reforma al Sistema de Pensiones, con el fin de evaluar los potenciales beneficios o impactos que se sugieren para el sistema de pensiones del Ecuador. Asimismo, se busca identificar variables relevantes y posibles relaciones entre ellas.

Las variables estudiadas en este trabajo incluyen: el valor actual actuarial de las prestaciones de la seguridad social, el ahorro de las cotizaciones por individuo, la pensión promedio actual, la pensión teórica actual, la tasa de reemplazo y el porcentaje de aporte estatal para cubrir los pagos de la pensión por individuo.

La información recolectada para este Trabajo de Integración Curricular se obtuvo a través de un análisis documental. Este método de investigación implica examinar y evaluar documentos existentes con el objetivo de extraer información relevante. Algunos de los documentos más importantes para este análisis fueron el Anteproyecto de Ley realizado por 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, y el Boletín Estadístico No. 27, estos dos últimos elaborados por la Dirección Actuarial, de Investigación y Estadística del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social en 2018 y 2022 respectivamente.

Por último, es importante destacar que las técnicas de análisis de la información utilizadas incluyen el estudio de las condiciones actuales del Sistema de Seguridad Social del Ecuador; la limpieza y análisis de la base de datos; el análisis de las reformas propuestas; la creación de funciones y variables para el análisis previo a la reforma y la creación de funciones y variables para el análisis posterior a la reforma del cálculo de la pensión por vejez. Desarrollado en el lenguaje de programación R, utilizando información histórica de pensionistas, jubilados y cotizantes del IESS.

## **3.2. Desarrollo Metodológico**

### **3.2.1. Condiciones actuales del Sistema de Pensiones**

Como se mencionó en la sección 1.1.3, el Seguro General Obligatorio es financiado con el 11.06% de la remuneración imponible del afiliado, y existen ciertas condiciones que el cotizante debe verificar para acceder a las pensiones de IVM, como edad mínima y número de imposiciones; sin embargo, el cumplimiento de dichas condiciones no son garantía de que el ahorro total acumulado a lo largo de su vida como cotizante sea el suficiente para cubrir todos aquellos flujos que recibirá en su pensión vitalicia una vez acceda a la jubilación, considerando la ausencia de la contribución estatal para el pago de pensiones dada entre mayo del 2015 y diciembre de 2018 [10].

En vista de que no se cuenta con toda la información histórica por individuo, se trabajará con parámetros necesarios para simular el escenario de las condiciones y datos reales, para ello, se utilizan las tasas de: el crecimiento del salario, el crecimiento de pensiones, y la evolución de la inflación y la tasa actuarial; esta última hace referencia al mínimo rendimiento necesario para asegurar que las reservas de una inversión mantengan su valor y sean suficientes para solventar las pensiones actuales y futuras [10]. Estos parámetros se plantean bajo los 3 escenarios siguientes:

1. **Escenario base:** Supone el caso más probable donde los parámetros financieros son conservadores y realistas, y se asume que el Estado aporta con el 40% del monto anual de las pensiones como lo establecido por ley [10].
2. **Escenario pesimista:** Considera una situación adversa con la misma tasa actuarial que el escenario base, pero considerando que el Estado no aporta al pago de pensiones [10].
3. **Escenario alternativo:** Asume que el Estado aporta parcialmente con el 28% de su obligación legal para financiar el pago de las pensiones anuales [10].

Para los cálculos realizados a lo largo de este trabajo, se consideraron los parámetros correspondientes al escenario base, resumidos en la siguiente tabla obtenida de (IESS, 2019, p. 194) [10]:

Tabla 3.1: 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 $\alpha_{est}$        | 40         | 0.00        | 28            |

### **3.2.2. Reforma al Sistema de Pensiones**

#### **Descripción General del Anteproyecto de Ley**

”El Seguro General de Pensiones, tal como está diseñado en la actualidad, es insostenible debido, principalmente, a que el número de jubilados está creciendo mucho más rápido que el número de aportantes...” [2]. Esto motivó a la Comisión Interdisciplinaria de Reforma al IESS a proponer un anteproyecto de ley en agosto de 2023.

Estas propuestas, tal y como se detalla en el anteproyecto, buscan implementar cambios progresivos en el sistema de pensiones con el fin de no perjudicar a los jubilados actuales ni a los afiliados.

Los cambios propuestos en esta reforma abarcan desde denominaciones, como reemplazar *'Sujeto de Protección'* por *'Sujeto de Afiliación'* hasta modificaciones en el cálculo de la pensión. Debido a que se considera ”imprescindible realizar cambios a los parámetros del Seguro General de Pensiones, orientados a restablecer su solvencia y sostenibilidad financiera y fiscal, haciéndole frente, sobre todo, al desafío demográfico...” [2].

Entre las principales reformas al Sistema de Pensiones se incluyen las siguientes:

1. Se establece que el ingreso imponible sobre el que un afiliado realice sus aportaciones sea como máximo de \$8,000, 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 pro-

pone 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: Cambio en la base de cálculo de la pensión por vejez**

Según el *Art. 199 del Capítulo Seis del Anteproyecto de Ley*, a partir de la fecha de publicación de la *Ley de Pensiones y Ahorro para la Vejez* que reforma la presente Ley de Seguridad Social, la cuantía para el cálculo de la pensión de jubilación se basará en el promedio mensual de los seis mejores años de ingresos que el afiliado haya aportado, y se incrementará gradualmente a razón de un año por cada año posterior a la reforma, hasta alcanzar un promedio mensual de los treinta mejores años de remuneraciones imponibles, y actualizados por inflación (IPC) al momento de la jubilación, según corresponda con las normativas establecidas por el Consejo Directivo.

Por otro lado, si en su defecto los ingresos sobre los que el afiliado haya aportado son inferiores a los mencionados, la base de cálculo será igual al promedio de todas las aportaciones durante los periodos de actividad registrados, y actualizados por IPC correspondiente a la fecha de jubilación.

### 3.2.3. Análisis Inicial de la Información

#### Base de datos

La base de datos utilizada a lo largo de este estudio corresponde a una base del IESS de 2019 con información de sus pensionistas, la misma cuenta con 59 variables y un total de 4'042,397 observaciones. Pese a ser una cantidad significativa de registros, se evidenció que existen observaciones repetidas, he incluso se registran para un mismo individuo más de un tipo de seguro.

Se analizaron y establecieron 11 variables clave para el estudio, de las cuales, después de una evaluación del porcentaje de datos faltantes, se evidenció que ninguna de estas poseía información incompleta, por ende, eran de gran utilidad. La descripción de cada una de estas variables seleccionadas se encuentra en la Tabla 3.2.

| 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 pension 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 3.2: Variables de la base de datos

Para la depuración de la base de datos, como primer punto se eliminaron las filas de individuos duplicados y se procedió a filtrar el tipo de

beneficiario, ya que nos interesa centrarnos en aquellos individuos que reciben una pensión propia, y no, por ejemplo, los seguros de montepío; por ello, se determinó el filtro "ASENOR", que se refiere al seguro normal propio pensionista. Asimismo, por la naturaleza del estudio, nos interesa seleccionar únicamente a aquellos que reciben una pensión por vejez.

Simultáneamente, se decidió excluir a aquellos individuos que pertenecen al Seguro Social Campesino, ya que a este grupo se le aplican características y condiciones diferentes con respecto a las de la población regular. Por último, se decidió seleccionar a los jubilados cuyas pensiones registraban un estado de vigencia activo hasta la fecha de corte, ya que los incrementos de las pensiones estaban completos hasta ese momento, dando como resultado un total de 29,100 pensionistas en nuestra base de datos depurada.

Debido a la fecha de recopilación de la información de la base de datos, fue requerido adecuar algunas variables con el fin de compararlas con la información inicial. Un ejemplo, es el promedio de los 5 mejores años de salarios, ya que no podemos comparar la información del momento de la jubilación del pensionista con la información del presente año, por temas de pérdida de poder adquisitivo, inflación y demás. De modo similar, la pensión establecida para cada uno de los jubilados data del año en el que se recopiló la información (2019), por ende, fue necesario capitalizar estos valores al 2024, empleando como parámetro la tasa de crecimiento de los salarios y pensiones establecida por ley.

Por otro lado, fue necesario realizar una validación de las pensiones capitalizadas para que no excedieran valores máximos o mínimos actualmente vigentes, con el fin de evitar datos atípicos a lo largo del estudio.

Finalmente, para la sustitución de valores nulos en la variable salario promedio, de inicio, se seleccionó un grupo de individuos con características similares, se filtraron las variables correspondientes a edad de jubilación y el número de imposiciones y, una vez que se obtuvo un grupo homogéneo, se calculó el promedio de los salarios no nulos de ese grupo, y así se imputó este valor resultante en el 14.54% de datos iguales a cero de dicha variable, asegurando que se mantuvieran las características inherentes al grupo de estudio.

## Indicadores principales en las bases de datos

Algunas de las características más relevantes de la base de datos acerca de la población jubilada son:

- **Sexo:** se cuenta con 12,899 individuos de sexo femenino (42.59%), y 16,032 individuos de sexo masculino (55.41%).
- **Edad actual:** El promedio de personas pensionadas tienen 72 años, siendo el pensionista más joven de 58 años, y el mayor de 108 años. Si realizamos una distinción por el género, la distribución de la edad actual se encuentra en la Figura 3.1.

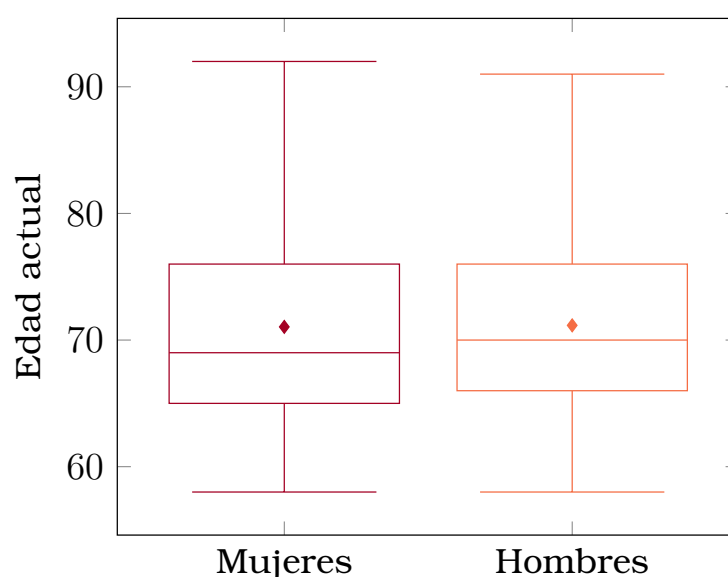


Figura 3.1: Distribución de edad de actual por género.

- **Edad de jubilación:** El promedio de edad al momento de jubilarse es de 66 años, registrando la edad más joven de 58 años, y mayor edad de 99.

Por otro lado, si realizamos una distinción en la edad de jubilación por género (Figura 3.2), notemos que la edad promedio es 65 y 66 años para mujeres y hombres, respectivamente, y su distribución se ve de la siguiente manera:



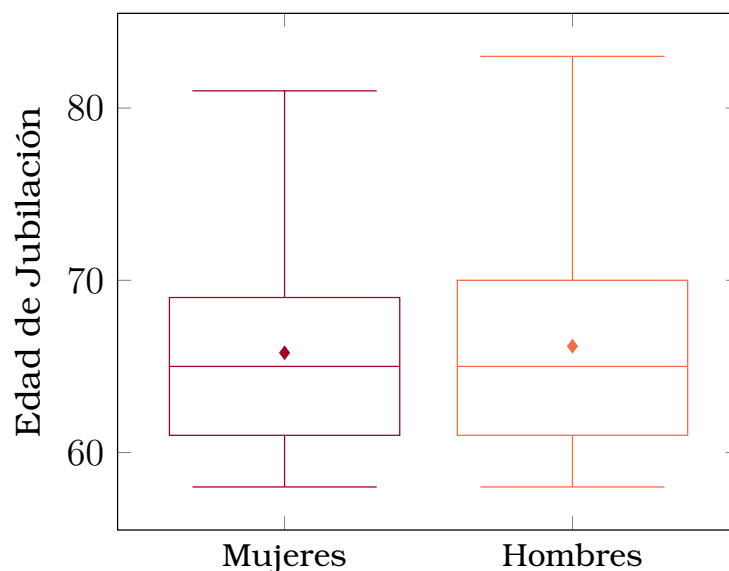


Figura 3.2: Distribución de edad de jubilación por género.

- Promedio de los cinco años de mejores sueldos:** El 25% del promedio de los cinco años de mejores sueldos son menores a \$381.97, y una mediana de \$633.47. Además, el 90% del promedio de los cinco años de mejores sueldos son menores a \$1,865.39, y su máximo es de \$27,875.42.
- Número de imposiciones totales:** La mínima cantidad de imposiciones registradas es de 120 (10 años), para individuos mayores de 70 años. El número medio de imposiciones es de 350 (aproximadamente 30 años), y el número máximo de imposiciones es de 741 (aproximadamente 62 años de cotizaciones).

El diagrama de caja y bigotes que representa su distribución se encuentra en la Figura 3.3.

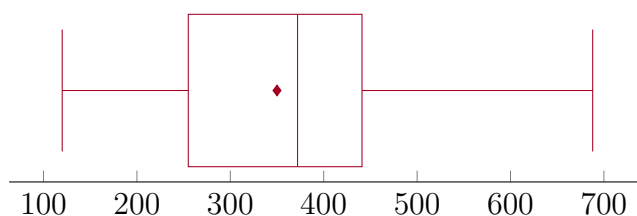


Figura 3.3: Distribución del número de imposiciones.

- **Coefficiente para el cálculo de la renta vitalicia:** se cuenta con un valor mínimo en la base de datos de 0.5, una media de 0.76, y un valor máximo de 1.3375.
- **Valor de la pensión concedida:** el promedio de las pensiones concedidas es de \$727.16, y su valor máximo es de \$2,408.34.

La distribución de las pensiones concedidas por género, se encuentran en la Figura 3.4.

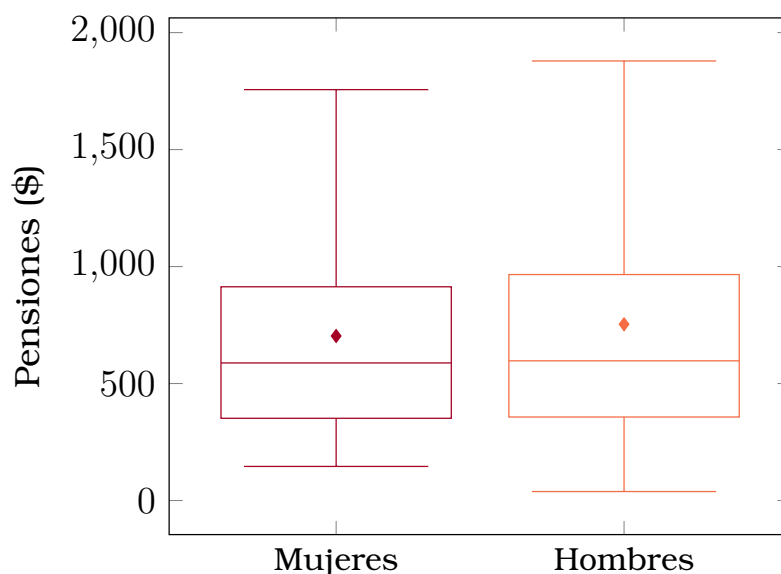


Figura 3.4: Distribución de las pensiones por género.

- **Fecha de inicio de pensión:** La menor fecha de inicio de pensión registrada es de julio de 1996, y la fecha más reciente de jubilación con la que se cuenta es de enero del 2021.

### 3.2.4. Estructura del Aplicativo Shiny

Se implementó una aplicativo web haciendo uso del paquete *Shiny* de RStudio para visualizar dinámicamente y de manera gráfica la información clave sobre el ahorro, las pensiones a otorgarse, la tasa de reemplazo, la evolución del ahorro, el déficit actuarial, entre otros.

Estos aspectos son esenciales para evidenciar el impacto de la reforma propuesta y facilitan la comparación entre el escenario actual y el escenario con la reforma. Se decidió dividir el aplicativo en dos secciones: la primera destinada a replicar todos datos de interés bajo el sistema actual (Figura 3.5) y, la segunda corresponde a la aplicación de la reforma (Figura 3.6).

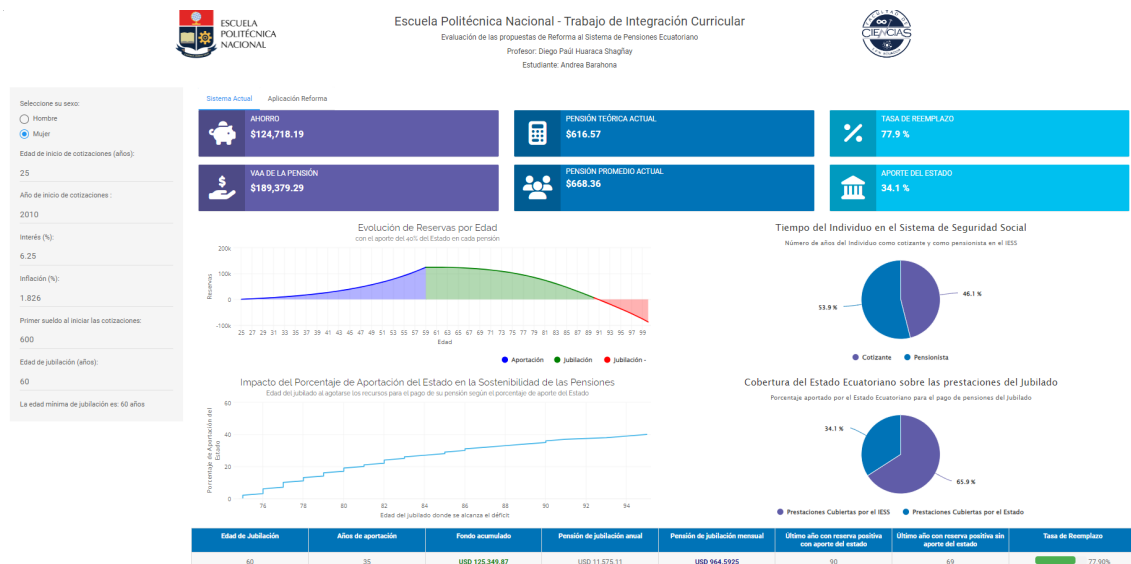


Figura 3.5: Simulador para el análisis del Sistema de Pensiones Actual.

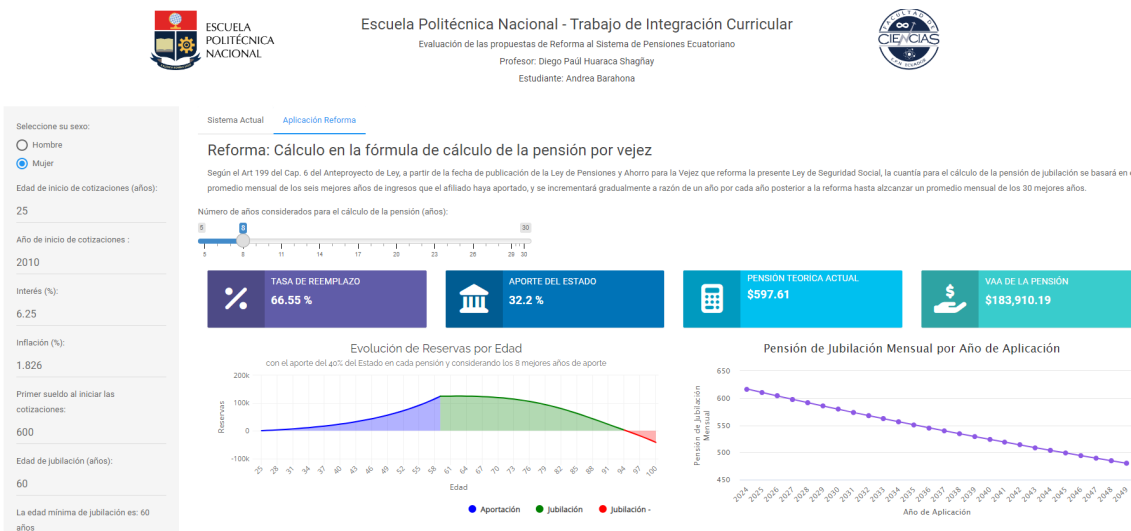


Figura 3.6: Simulador para el análisis del Sistema de Pensiones al aplicar la Reforma.

La implementación se logró aplicando la teoría descrita en el capítulo anterior y utilizando paquetes específicos que facilitan el cálculo en matemática financiera y actuarial, como el paquete *lifecontingencies*.

### Datos de entrada



Seleccione su sexo:

Hombre

Mujer

Edad de inicio de cotizaciones (años):

25

Año de inicio de cotizaciones :

2010

Interés (%):

6.25

Inflación (%):

1.826

Primer sueldo al iniciar las cotizaciones:

600

Edad de jubilación (años):

60

La edad mínima de jubilación es: 60 años

Figura 3.7: Datos de entrada

En la figura 3.7 se muestra de manera clara el cuadro destinado a la entrada de datos principales por parte del usuario, los mismos que serán descritos a continuación:

- **Sexo:** Este parámetro es utilizado para los cálculos actuariales, pues varía la expectativa de vida según la diferencia de género.
- **Edad de Inicio de Cotizaciones:** Indica la edad a la que el usuario comenzó a cotizar al sistema de pensiones. Este dato es crucial para calcular el periodo total de cotización.

- **Año de Inicio de Cotizaciones:** Representa el año en que el usuario comenzó a cotizar. Este dato ayuda a determinar la duración de las cotizaciones y a ajustar los cálculos según las condiciones económicas de ese periodo.
- **Interés (%):** La tasa de interés que se aplicará a los ahorros del usuario. Este porcentaje se utiliza para calcular el crecimiento de los fondos acumulados a lo largo del tiempo, y se toma por defecto la tasa de descuento actuarial empleada por el IESS en el estudio actuarial de 2020 [10].
- **Inflación (%):** La tasa de inflación esperada. Este dato es importante para ajustar el valor de las pensiones en el futuro y mantener su poder adquisitivo.
- **Primer Sueldo al Iniciar las Cotizaciones:** Corresponde al salario que el usuario tenía al comenzar a cotizar. Este valor inicial es fundamental para calcular las contribuciones y los beneficios futuros.
- **Edad de Jubilación (años):** Representa la edad a la que el usuario planea jubilarse. Este dato se usa para determinar el tiempo total de cotización (total de imposiciones) y calcular las prestaciones de jubilación. Se indica que la edad mínima de jubilación es de 60 años.

Además, en la sección destinada al análisis de la reforma también se encuentra un parámetro de entrada, como se evidencia en la Figura 3.6, esta barra con escala que va desde los 5 hasta los 30 años, representa el "Número de años considerados para el cálculo de la pensión" que se utilizará para realizar los cálculos de las pensiones correspondientes, al aplicar la reforma descrita en la sección 3.2.2; inicialmente se encuentra fija en 8 años, pero el usuario puede modificarla de ser el caso.

### **Salida de Datos:**

Con el fin de realizar un análisis adecuado del impacto de la reforma al Sistema de Pensiones, se vio necesario realizar una serie de cálculos y procedimientos que se explicarán a continuación:

## 1. **Ahorro de las cotizaciones de un individuo:**

Al analizar las pensiones por vejez, es imprescindible considerar que el afiliado ha alcanzado la edad de jubilación. Por ello, los aportes mensuales realizados por el afiliado serán considerados como flujos ciertos a lo largo de toda su vida laboral.

Para calcular el ahorro acumulado, basta con estimar el valor final de la renta financiera en cuestión. 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 crecimiento de los salarios.

Además, como resultado de la revalorización anual de los salarios, podemos expresar para cada año una renta auxiliar constante fraccionada de 12 términos y obtener su valor al inicio de cada periodo, para posteriormente definir nuestra renta objetivo como una renta financiera prepagable de términos iguales a los valores obtenidos anteriormente, que por definición, corresponderá a una renta con variación geométrica. Finalmente, se obtiene el valor final de dicha renta aplicando la fórmula [2.1](#).

## 2. **Valor Actual Actuarial (VAA) de las Prestaciones:**

El resultado de esta función nos arroja el valor actual de las pensiones que serán entregadas en forma de pensiones vitalicias al afiliado, por ello, se define como un valor actuarial, ya que se toma en cuenta la probabilidad de supervivencia del individuo, haciendo uso de tablas de mortalidad.

Los parámetros utilizados para este cálculo son: SBU actualmente vigente, sexo, edad y año de jubilación, pensión teórica inicial, tasa de interés, tasa de crecimiento del salario básico y de crecimiento de pensiones determinadas en la sección [3.2.1](#).

En primer lugar, para el cálculo de esta variable, se consideraron como fijos y constantes los pagos mensuales de las pensiones en cada año, ya que las probabilidades de fallecimiento con un tiempo inferior a un año son despreciables, además, se considera una revalorización de las pensiones anualmente. Posteriormente, se aplicó una renta auxiliar al inicio de cada año que representaba una renta

financiera constante de 12 términos. Definiendo la renta vitalicia de pensiones como una renta actuarial anual, temporal, prepagable y con variable en progresión geométrica, cuya tasa de crecimiento corresponde a la tasa de crecimiento de pensiones y tiene un total de  $(w - \text{edad de jubilación})$  de periodos, donde  $w$  corresponde al infinito actuarial definido en la sección 2.2. Con ello, es sencillo calcular su valor actual aplicando la fórmula 2.1.

Como segundo punto, es necesario tomar en cuenta las pensiones referentes al décimo tercer y décimo cuarto sueldo, para las cuales se consideró serían entregadas en el último flujo de cada año, y sus cuantías son iguales a una pensión mensual y a un SBU correspondiente a cada año, respectivamente. Para ello, se consideraron, como dos rentas actuariales que siguen una progresión geométrica y, toma en cuenta los mismos parámetros que la renta antes mencionada, a diferencia de la tasa de interés que es reemplazada por la tasa de crecimiento de pensiones y la tasa de crecimiento del SBU, respectivamente. Para posteriormente, utilizar la misma fórmula 2.1 para la obtención de los valores actuales de ambas rentas.

Finalmente, el valor correspondiente al VAA de las pensiones a otorgarse por el jubilado será igual a la suma de los 3 valores actuales de las rentas mencionadas anteriormente.

### **3. Pensión Promedio Actual de un individuo:**

Para calcular la pensión promedio inicial que actualmente recibe un jubilado con características específicas, se utilizó la base de datos descrita anteriormente. Filtrando los individuos que compartieran características similares a las del individuo en estudio.

No obstante, como consecuencia de la insuficiente información para generar estadísticas robustas, se determinó un grupo etario adecuado para calcular la pensión promedio requerida. Se decidió trabajar con todos aquellos registros cuya edad de jubilación estuviera entre la edad mínima de jubilación del individuo y tres años más allá de la edad establecida. Del mismo modo, para el número de imposiciones, se consideró un rango que abarque desde el número mínimo de imposiciones hasta el número determinado más 24 (2 años).

Para la variable el salario promedio, se utilizó un rango con un límite inferior de menos \$300 y un límite superior de más \$100. Finalmente, se calculó la pensión promedio de todos los individuos en el grupo obtenido tras aplicar todos estos filtros, obteniendo así la variable de interés.

#### 4. **Tasa de Reemplazo:**

Para obtener la tasa de reemplazo correspondiente, explicada en la sección 2.5, se considera la *tasa de crecimiento de salarios* vigente para obtener la pensión a la edad de jubilación (3.5), y el último salario a partir de una simulación de incremento de salarios de la siguiente manera:

$$\text{último salario} = \text{salario} \cdot (1,025339)^{(\text{años de aporte}-1)} \quad (3.1)$$

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

$$\frac{\text{Pensión}}{\text{Último Salario}} \cdot 100\% \quad (3.2)$$

#### 5. **Porcentaje de aporte el Estado Ecuatoriano necesario para cubrir el pago de la pensión del individuo:**

Para calcular este valor, es necesario utilizar el ahorro acumulado de las cotizaciones y el VAA de las prestaciones, dado ambas son calculadas al momento de jubilación, se puede realizar el contraste pertinente.

Comparando si el individuo ha ahorrado el dinero suficiente para cubrir su renta vitalicia, o si es necesario el aporte del estado para cubrir el déficit generado. Por ende, esta variable nos indica qué porcentaje del total necesario para hacer frente a estas prestaciones son requeridos del aporte estatal.

Por ende, esta variable se calcula como la diferencia entre el VAA de las prestaciones del afiliado y el ahorro acumulado, dividida por el VAA de las prestaciones. Obteniendo el porcentaje faltante para cubrir las prestaciones, que deberá ser asumido por el Estado.



$$\% \text{ de aporte estatal} = \left( \frac{\text{VAA Prestaciones} - \text{Ahorro}}{\text{VAA Prestaciones}} \cdot 100 \right) \% \quad (3.3)$$

### **Cálculo de la Pensión:**

Dado que la reforma explicada en la sección 3.2.2 incide directamente en el cálculo de pensión, fue necesario, la creación de una función genérica que tiene como argumento principal el año considerado para la base de cálculo, la cual, permite obtener posteriormente los siguientes valores:

1. Pensión Teórica a la Jubilación de un individuo previo a la Reforma del Sistema de Pensiones.
2. Pensión Teórica Actual de un individuo previo a la Reforma del Sistema de Pensiones.
3. Pensión Teórica a la Jubilación de un individuo tras la aplicación de la Reforma del Sistema de Pensiones.
4. Pensión Teórica Actual de un individuo tras la aplicación de la Reforma del Sistema de Pensiones.

Para el cálculo de la pensión del jubilado, primero se obtiene la base de cálculo correspondiente al promedio de los  $n$  mejores años aportados, a partir de simular los salarios aportados tomando en cuenta la *tasa de crecimiento de salarios* obtenida del último *Boletín Estadístico* publicado en 2022, y considerando que el salario varía anualmente, así:

$$\text{Base cálculo} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{salario} \cdot (1,025339)^{(\text{años de aporte} - i)}}{n} \quad (3.4)$$

Posteriormente, se obtiene el valor de la pensión multiplicando la base de cálculo por el coeficiente correspondiente a los años aportados.

$$\text{Pensión} = \text{Base cálculo} \cdot \text{Coeficiente} \quad (3.5)$$

Por último se verifica si se cumple con las pensiones máximas y mínimas, correspondientes, y se retorna el valor obtenido en la ecuación 3.5.

Es relevante destacar que la pensión teórica obtenida en la función descrita anteriormente corresponde a la **pensión al momento de la jubilación** del individuo. No obstante, debido a la inflación y la pérdida del poder adquisitivo a lo largo del tiempo, también es de interés ajustar ese valor al momento presente (2024). Con el fin de, compararlo con los resultados de la base de datos y realizar inferencias adecuada sobre su valor actual.

Por ello, para calcular los valores correspondientes a 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, debido a la variabilidad anual que se da en el salario de la población. Por lo tanto, dicho valor 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 aplicó la misma función para la obtención de salarios utilizando la fórmula 3.5.

# Capítulo 4

---

## Resultados

---

Para estimar el ahorro promedio que se registraría en el IESS tras la implementación de la reforma correspondiente al artículo 199 del Anteproyecto de Ley, que propone un cambio en el cálculo de la pensión por vejez al Sistema de Pensiones, se ha planteado un serie de ejemplos que permitan evaluar los potenciales beneficios que supondría dicha reforma.

Además, los valores y gráficas aquí presentadas son de suma importancia para el análisis del impacto y la comparación tanto de las prestaciones recibidas como de otros aspectos claves en la seguridad social, que comprometen su solvencia y por ende el cumplimiento de sus principios redactados a lo largo de este trabajo.

Los siguientes ejemplos se implementaron utilizando un aplicativo Shiny, desarrollado en el entorno de software R, mismo que está disponible a través del siguiente enlace: [andrea\\_barahona.shinyapps.com/TIC](https://andrea_barahona.shinyapps.com/TIC).

### 4.1. Ejemplo 1.

Consideremos el caso que una cotizante, que ingresa al sistema de afiliados del IESS en el año 2010, a la edad de 25 años e inicia con un salario igual a \$600, planea jubilarse a la edad de 60 años. Estos datos se encuentran en la tabla [4.1](#).

| Datos de entrada                           |       |
|--|-------|
| Sexo:                                      | Mujer |
| Edad de inicio de cotizaciones (años):     | 25    |
| Año de inicio de cotizaciones:             | 2010  |
| Primer sueldo al iniciar las cotizaciones: | \$600 |
| Edad de jubilación (años):                 | 60    |

Tabla 4.1: Datos de entrada ejemplo 1

Si ingresamos estos datos en el aplicativo desarrollado, obtendremos los siguientes resultados:

### Sistema Actual

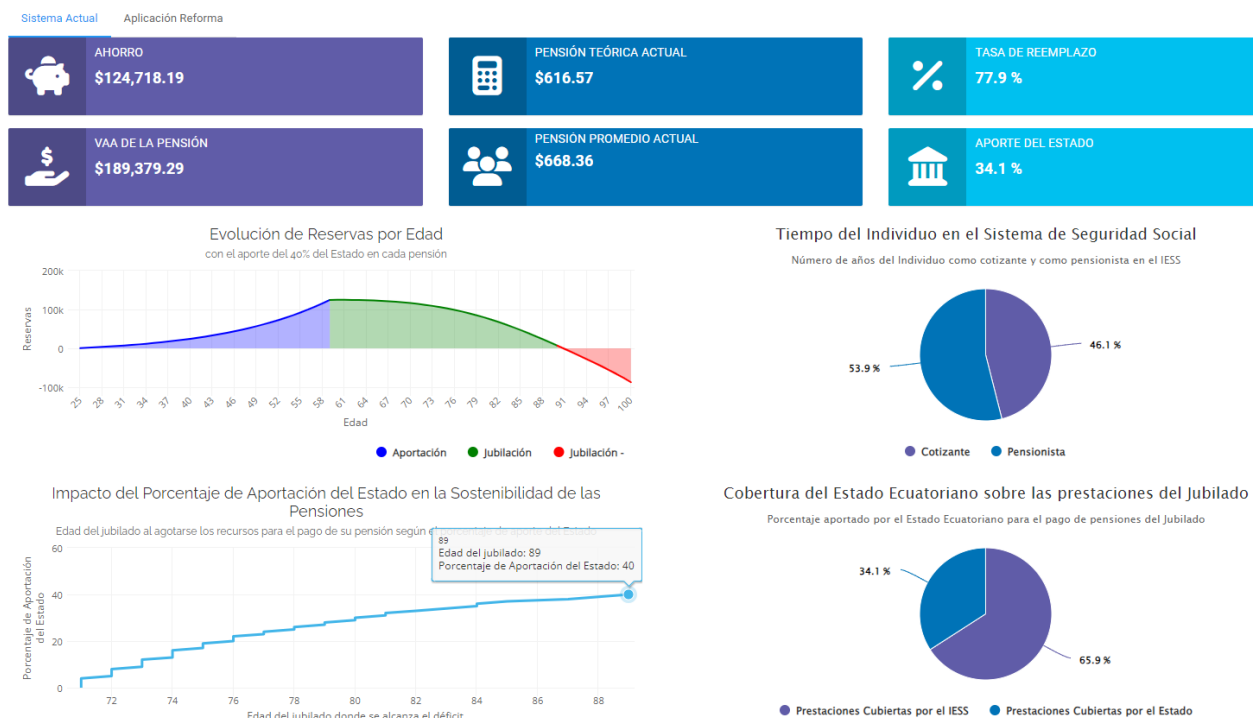


Figura 4.1: Resultados ejemplo 1 bajo el sistema actual

La información proporcionada en la Figura 4.1, nos da un amplio panorama de como el IESS enfrenta un escenario similar.

En primer lugar, es importante destacar que el afiliado habrá conseguido a la edad de 60 años un ahorro equivalente a \$124,718.19, sin embargo, esta cantidad solo es suficiente para cubrir el 65.9% del total del VAA de las pensiones que es igual \$189,379.29; por ende, el IESS necesitará un aporte estatal del 34.1% para cumplir con el pago de las pensiones futuras.

Asimismo, bajo el sistema actual por el que se rige el Sistema de Pensiones, se ha calculado que la pensión que el cotizante recibirá, actualmente equivale a \$616.57, siendo este un valor inferior, a comparación de lo que hoy en día recibe un pensionista con las mismas características.

Por otro lado, pese a que el Estado aporte con el máximo establecido por ley (40% de la pensión mensual) se proyecta que los fondos alcancen hasta que el jubilado cumpla una edad de 89 años. Considerando varios escenarios, si el Estado incumple en sus aportes, se reduce aún más el tiempo en el que se tendrá fondos para pagar pensiones estipuladas, en el peor de los casos el fondo se terminaría cuando el individuo alcance una edad de 71 años, con un aporte estatal nulo; mientras que en el caso de un aporte del 20%, los fondos no durarían más de 16 años posteriores a la jubilación.

| 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                 | 35                 | USD 125,349.87  | USD 12,539.70               | USD 964.59                    | 89  | 71  |  77.90% |
| 61                 | 36                 | USD 134,919.45  | USD 13,125.13               | USD 1,009.63                  | 96  | 72  |  79.81% |
| 62                 | 37                 | USD 145,124.51  | USD 13,858.80               | USD 1,066.06                  | 99  | 74  |  82.50% |
| 63                 | 38                 | USD 156,005.56  | USD 14,757.83               | USD 1,135.22                  | 99  | 75  |  86.00% |
| 64                 | 39                 | USD 167,605.69  | USD 15,848.83               | USD 1,219.14                  | 99  | 76  |  90.41% |
| 65                 | 40                 | USD 179,970.67  | USD 17,168.83               | USD 1,320.68                  | 99  | 77  |  95.87% |

1-6 of 11 rows

Previous 1 2 Next

Figura 4.2: Tabla información ejemplo 1 bajo el sistema actual

Adicionalmente, se plantearon las alternativas frente a la edad de jubilación, ya que, el realizar más años de aportes, se traduce a un mayor fondo de ahorro y por tanto, un mayor lapso de tiempo para la reserva alcance para cubrir con las pensiones.

La Figura 4.2 presenta las pensiones en el año de jubilación respectivo, a diferencia del valor anterior, que hacía referencia a las pensiones al momento actual (2024). Además, es importante resaltar como a medida

que se alarga la edad de jubilación la pérdida del valor adquisitivo (tasa de reemplazo) se va reduciendo, es decir, que el pensionista pasa a recibir un valor más cercano al que percibía antes de la jubilación.

Así, si el individuo se jubila a la edad de 65 años en vez de 60, tendría un incremento en el fondo acumulado de \$54,620.8, su pensión mensual pasaría a ser de \$1,320.68, lo que equivale a un 95.85% de su último salario recibido, y sus fondos serían suficientes para cubrir 12 años de pensiones sin aporte estatal, mientras que con el aporte del Estado, se espera que el IESS tenga la solvencia suficiente para cubrir toda su renta vitalicia hasta casi alcanzar el infinito actuarial (100 años).

## Reforma

El objetivo principal de la reforma explicada en la sección 3.2.2, al considerar progresivamente más años de cotizaciones del afiliado en la base de cálculo de las pensiones, es generar un ahorro, lo cual se traduce a más años en los que el fondo acumulado será capaz de cubrir dichas pensiones sin llegar a un déficit actuarial.

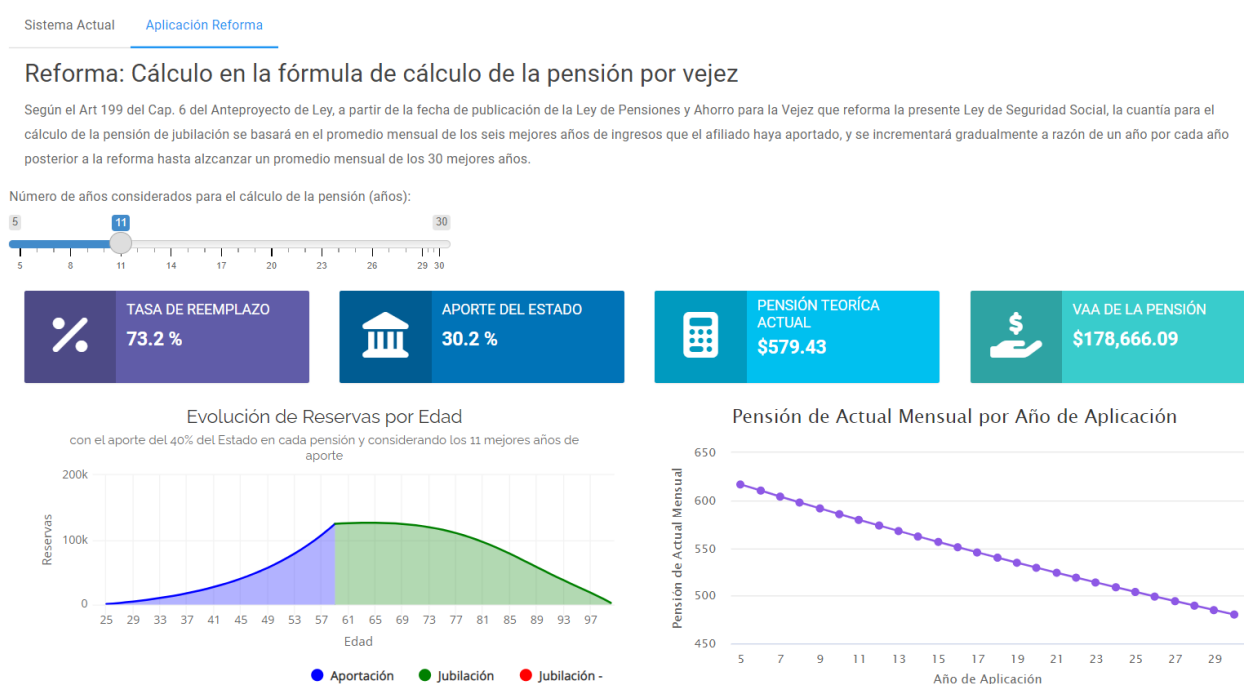


Figura 4.3: Resultados del ejemplo 1 al aplicar la reforma

| Años considerados para el cálculo | Pensión de jubilación mensual | Pensión de jubilación anual | Último año con reserva positiva con aporte del estado | Último año con reserva positiva sin aporte del estado | Tasa de Reemplazo  |
|-----------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|---|---|--|
| 5                                 | USD 964.59                    | USD 12,539.70               | 89  | 71  |  77.90% |
| 6                                 | USD 954.57                    | USD 12,409.38               | 90  | 71  |  77.09% |
| 7                                 | USD 944.68                    | USD 12,280.87               | 92  | 71  |  76.29% |
| 8                                 | USD 934.93                    | USD 12,154.15               | 93  | 71  |  75.50% |
| 9                                 | USD 925.32                    | USD 12,029.19               | 95  | 71  |  74.72% |
| 10                                | USD 915.84                    | USD 11,905.97               | 97  | 72  |  73.96% |
| 11                                | USD 906.50                    | USD 11,784.46               | 99  | 72  |  73.20% |

1-7 of 26 rows

Previous 1 2 3 4 Next

Figura 4.4: Pensiones para el ejemplo 1 al aplicar la reforma

La Figura 4.4 ayuda a comparar de manera sencilla como al incrementar los años considerados en la base de cálculo (ecuación 3.4), la pensión de jubilación se reduce progresivamente y por ende también la tasa de reemplazo, es decir, se incrementa la pérdida del poder adquisitivo del individuo. Por otro lado, los años en los que la reserva alcanza para cubrir con las pensiones se incrementa.

Por ejemplo, al considerar los 11 mejores años de aportes como cotizantes (Figura 4.3) se tiene que: el individuo recibirá una pensión teórica equivalente actualmente (2024) a \$579.43, lo que supone un 73.20% de su último salario recibido, además, el IESS necesitará un aporte de tan solo el 30.2% por parte del estado, para cubrir todas las pensiones futuras del individuo que se jubila a los 60 años, ya que, el VAA de las pensiones ahora es igual a \$178,666.09.

El considerar la reforma para realiza el cálculo de las pensiones tiene consigo varias consecuencias. Entre ellas, si consideramos las mismas características del afiliado que planea jubilarse a la edad de 60 años, se evidencia como el valor actual de la pensión se redujo de \$616.57 a \$579.43, generando un ahorro en el VAA de las pensiones igual a \$10,713.2, lo cual, significa un gran beneficio para el IESS (20.77%). Por otro lado, para el jubilado significa una reducción del 4.70% del poder adquisitivo, por aplicar la reforma, no obstante, esta reducción en la tasa de reemplazo permitirá que el jubilado goce el resto de su vida con la pensión vitalicia estipulada por ley, ya que los fondos serán suficientes para cubrir todas las pensiones correspondientes.

## 4.2. Ejemplo 2.

Ahora, consideremos el caso que un cotizante ingrese al sistema de afiliados del IESS en el año 2015, a la edad de 18 años y su salario inicial es igual al SBU de ese año (\$354), planea jubilarse a la edad de 58 años. Estos datos se encuentran en la tabla 4.2.

| Datos de entrada                           |        |
|--|--------|
| Sexo:                                      | Hombre |
| Edad de inicio de cotizaciones (años):     | 18     |
| Año de inicio de cotizaciones:             | 2015   |
| Primer sueldo al iniciar las cotizaciones: | \$354  |
| Edad de jubilación (años):                 | 58     |

Tabla 4.2: Datos de entrada ejemplo 2

Al ingresar estos datos en el aplicativo, se obtiene lo siguiente:

### Sistema Actual

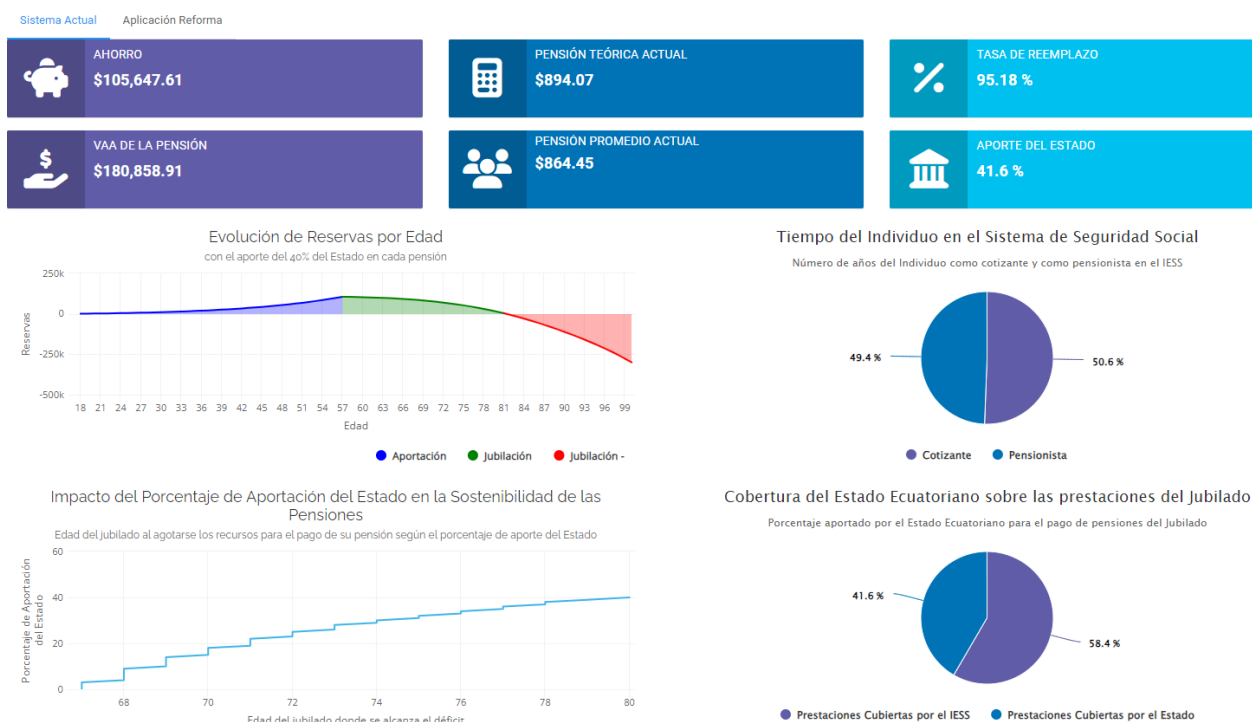


Figura 4.5: Resultados ejemplo 2 bajo el sistema actual



De la Figura 4.5, se puede determinar que el ahorro estimado que tendrá el afiliado luego de 480 imposiciones se calcula en alrededor de \$105,347.61, que bajo el sistema actual de la forma de cálculo de la pensiones, equivale a un 58.4% del total necesario para cubrir las prestaciones totales, por ello, en este escenario es necesario un aporte estatal del 41.6% lo cual sobrepasa la tasa de aporte máxima establecida por ley. Como consecuencia de esto, se evidencia en la gráfica 'Evolución de Reservas por Edad' que con un aporte del Estado del 40% para las prestaciones, se espera que este fondo no alcance a superar los 22 años de pensiones.

Por otro lado, podemos contrastar que al día de hoy, la pensión teórica que recibiría el jubilado supera por \$29.62, a la pensión promedio que actualmente reciben un pensionista con las mismas características. Además, que esta pensión representa el 95.18% de su último salario, por lo tanto, la pérdida del poder adquisitivo para este individuo es mínima.

| 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   |
|--------------------|--------------------|-----------------|-----------------------------|-------------------------------|---|---|---|
| 58                 | 40                 | USD 106,182.69  | USD 12,622.11               | USD 894.07                    | 80  | 67  |  95.18%  |
| 59                 | 41                 | USD 113,958.00  | USD 13,090.91               | USD 928.18                    | 83  | 68  |  96.37%  |
| 60                 | 42                 | USD 122,243.80  | USD 13,575.36               | USD 963.45                    | 86  | 70  |  97.56%  |
| 61                 | 43                 | USD 131,072.52  | USD 14,075.96               | USD 999.91                    | 91  | 72  |  98.75%  |
| 62                 | 44                 | USD 140,478.64  | USD 14,593.21               | USD 1,037.60                  | 99  | 73  |  99.94%  |
| 63                 | 45                 | USD 150,498.79  | USD 15,127.64               | USD 1,076.56                  | 99  | 75  |  101.13% |

1-6 of 11 rows

Previous 1 2 Next

Figura 4.6: Tabla información ejemplo 2 bajo el sistema actual

Asimismo, de la Figura 4.2 se pueden evaluar varios escenarios en caso de postergar la edad de jubilación del individuo, evidenciando que si el individuo se jubila a una edad de 63 años (5 años más tarde) se presentan varios beneficios, entre ellos: La pensión que recibirá al momento de su jubilación será 1.13% mayor al último salario recibido; además que, considerando el aporte estatal establecido por ley, el IESS tendría las condiciones de cubrir con la pensión vitalicia del individuo hasta una edad considerable (100 años).

# Reforma

Sistema Actual [Aplicación Reforma](#)

## Reforma: Cálculo en la fórmula de cálculo de la pensión por vejez

Según el Art 199 del Cap. 6 del Anteproyecto de Ley, a partir de la fecha de publicación de la Ley de Pensiones y Ahorro para la Vejez que reforma la presente Ley de Seguridad Social, la cuantía para el cálculo de la pensión de jubilación se basará en el promedio mensual de los seis mejores años de ingresos que el afiliado haya aportado, y se incrementará gradualmente a razón de un año por cada año posterior a la reforma hasta alcanzar un promedio mensual de los 30 mejores años.

Número de años considerados para el cálculo de la pensión (años):

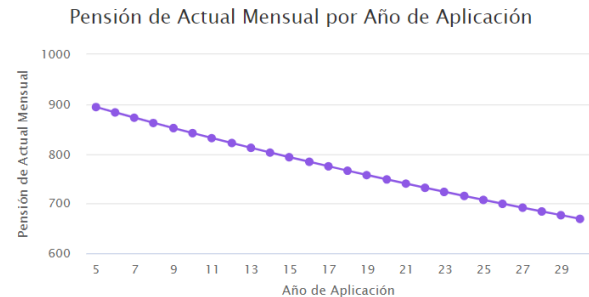
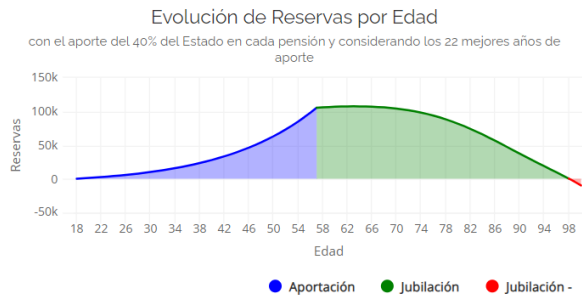
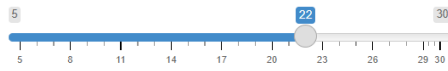


Figura 4.7: Resultados del ejemplo 2 al aplicar la reforma

| Años considerados para el cálculo | Pensión de jubilación mensual | Pensión de jubilación anual | Último año con reserva positiva con aporte del estado | Último año con reserva positiva sin aporte del estado | Tasa de Reemplazo |
|-----------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|---|---|-------------------|
| 5                                 | USD 894.07                    | USD 11,622.92               | 80  | 67  | 95.18%            |
| 6                                 | USD 883.21                    | USD 11,481.70               | 80  | 67  | 94.02%            |
| 7                                 | USD 872.52                    | USD 11,342.78               | 81  | 67  | 92.88%            |
| 8                                 | USD 862.01                    | USD 11,206.13               | 81  | 67  | 91.77%            |
| 9                                 | USD 851.67                    | USD 11,071.70               | 82  | 68  | 90.66%            |
| 10                                | USD 841.50                    | USD 10,939.46               | 83  | 68  | 89.58%            |
| 11                                | USD 831.49                    | USD 10,809.35               | 83  | 68  | 88.52%            |

1-7 of 26 rows

Previous 1 2 3 4 Next

Figura 4.8: Pensiones para el ejemplo 2 al aplicar la reforma

Es importante notar que a medida de que se consideran más años en la base de cálculo de la fórmula 3.4 el horizonte de tiempo antes de que se agoten los fondos ahorrados se reduce gradualmente, hasta llegar a al punto de que el IESS sea capaz de cubrir toda la renta vitalicia con el apoyo estatal del 40%.

En el ejemplo, se evidencia que desde que se consideran 22 o más años en la base de cálculo, no se llega a un déficit, sino hasta el infinito actuarial correspondiente. Esto se debe a que el VAA de la pensión

se reduce considerablemente de \$180.858.91 a \$150.673.31, significando un ahorro del 16.7%. Además, este incremento supone también una reducción en el aporte que se necesitará por parte del Estado.

Por último, un aspecto relevante a destacar es que la aplicación de la reforma, en este caso particular disminuye de manera considerable la tasa de reemplazo del individuo, a un 77.87% para el ejemplo de 22 años considerados en la fórmula de pensión, es decir una pérdida del 20.31% del poder adquisitivo que tenía el individuo. Además de generar un ahorro para el IESS de alrededor del 23.10% en pago de pensiones.

### 4.3. Ejemplo 3.

Consideremos el caso que un cotizante ingrese al sistema de afiliados del IESS en el año 2018, a la edad de 40 años y su salario inicial es igual \$450, planea jubilarse a la edad de 70 años. Estos datos se encuentran en la tabla 4.3.

| Datos de entrada                           |        |
|--|--------|
| Sexo:                                      | Hombre |
| Edad de inicio de cotizaciones (años):     | 40     |
| Año de inicio de cotizaciones:             | 2018   |
| Primer sueldo al iniciar las cotizaciones: | \$450  |
| Edad de jubilación (años):                 | 70     |

Tabla 4.3: Datos de entrada ejemplo 3

En este caso, tras 30 años de cotizaciones al IESS, el individuo habrá conseguido un ahorro total de \$64,007.88 y los resultados obtenidos en el aplicativo son los siguientes:

# Sistema Actual

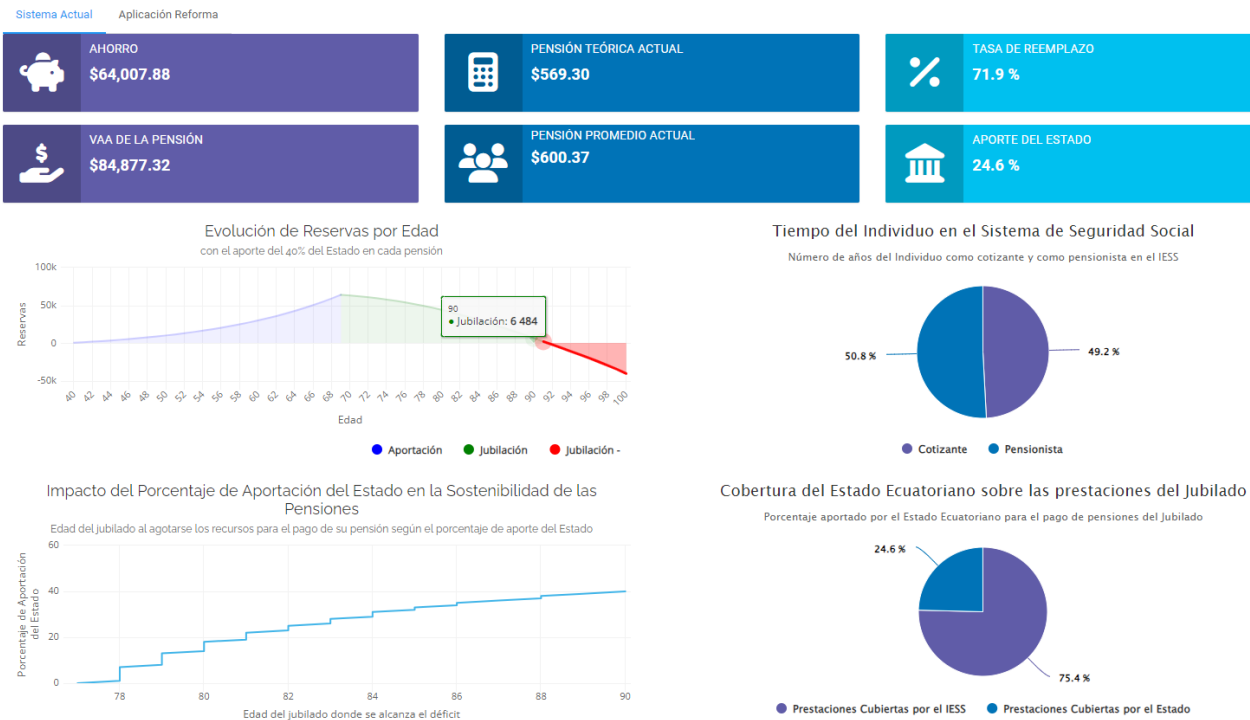


Figura 4.9: Resultados ejemplo 3 bajo el sistema actual

Bajo las condiciones que rigen actualmente en el Sistema de Pensiones, un pensionista con características similares recibe una pensión actual equivalente a \$600.37, es decir, \$31.07 mayor a lo que se calcula teóricamente que debe recibir, y lo cual equivale a un 71.9% del último salario recibido por el individuo.

Por otro lado, al analizar el VAA de la pensión, se evidencia que los ahorros acumulados cubren un gran porcentaje de lo necesario para cubrir esta renta (75.4%), sin embargo, el IESS aun necesitará en este caso un aporte estatal para hacer frente a dichas pensiones. Así, si se considera un aporte del 40%, se proyecta que la reserva se agote para cuando el jubilado haya cumplido los 91 años.

| 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 |
|--------------------|--------------------|-----------------|-----------------------------|-------------------------------|---|---|-------------------|
| 70                 | 30                 | USD 64,332.07   | USD 7,803.86                | USD 600.30                    | 90  | 77  | 71.90%            |
| 71                 | 31                 | USD 69,522.69   | USD 8,721.89                | USD 670.91                    | 90  | 78  | 73.10%            |
| 72                 | 32                 | USD 75,062.93   | USD 8,942.89                | USD 687.91                    | 97  | 80  | 74.30%            |
| 73                 | 33                 | USD 80,975.17   | USD 9,169.50                | USD 705.35                    | 99  | 82  | 75.50%            |
| 74                 | 34                 | USD 87,283.23   | USD 9,401.84                | USD 723.22                    | 99  | 84  | 76.70%            |
| 75                 | 35                 | USD 94,012.40   | USD 9,640.08                | USD 741.54                    | 99  | 86  | 77.90%            |

1-6 of 11 rows

Previous 1 2 Next

Figura 4.10: Tabla información ejemplo 3 bajo el sistema actual

Asimismo, si el cotizante postergara 3 años su jubilación, el fondo acumulado más el aporte del 40% del estado serían suficientes para garantizar las pensiones hasta la edad de 99 años del jubilado, además, que la pensión que recibiría mensualmente al momento de jubilación pasaría de \$600.30 a \$705.35, debido a que estos 3 años adicionales de aportes entrarían en el promedio de los 5 mejores años de cotizaciones, incrementando así la base de cálculo de la fórmula 3.4, disminuyendo la pérdida de poder adquisitivo en un 4.8%.

## Reforma

Sistema Actual [Aplicación Reforma](#)

### Reforma: Cálculo en la fórmula de cálculo de la pensión por vejez

Según el Art 199 del Cap. 6 del Anteproyecto de Ley, a partir de la fecha de publicación de la Ley de Pensiones y Ahorro para la Vejez que reforma la presente Ley de Seguridad Social, la cuantía para el cálculo de la pensión de jubilación se basará en el promedio mensual de los seis mejores años de ingresos que el afiliado haya aportado, y se incrementará gradualmente a razón de un año por cada año posterior a la reforma hasta alcanzar un promedio mensual de los 30 mejores años.

Número de años considerados para el cálculo de la pensión (años):

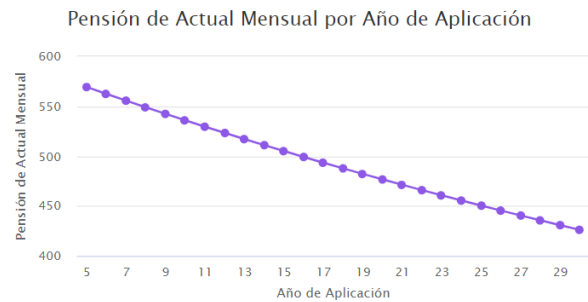
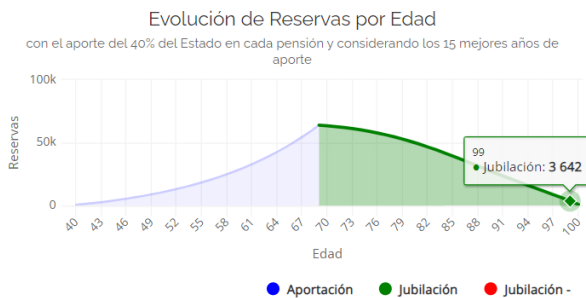
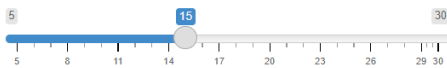









Figura 4.11: Resultados del ejemplo 3 al aplicar la reforma

| Años considerados para el cálculo | Pensión de jubilación mensual | Pensión de jubilación anual | Último año con reserva positiva con aporte del estado | Último año con reserva positiva sin aporte del estado | Tasa de Reemplazo  |
|-----------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|---|---|--|
| 5                                 | USD 600.30                    | USD 7,803.86                | 90  | 77  |  71.90% |
| 6                                 | USD 594.06                    | USD 7,722.75                | 91  | 78  |  71.16% |
| 7                                 | USD 587.91                    | USD 7,642.78                | 91  | 78  |  70.42% |
| 8                                 | USD 581.84                    | USD 7,563.92                | 92  | 78  |  69.69% |
| 9                                 | USD 575.86                    | USD 7,486.16                | 93  | 78  |  68.98% |
| 10                                | USD 569.96                    | USD 7,409.47                | 93  | 78  |  68.27% |
| 11                                | USD 564.14                    | USD 7,333.85                | 94  | 78  |  67.57% |

1-7 of 26 rows Previous 1 2 3 4 Next

Figura 4.12: Pensiones para el ejemplo 3 al aplicar la reforma

Tras la aplicación de la reforma, y al considerar los 15 mejores años o más en la fórmula de la base de cálculo de las pensiones, el ahorro conseguido por el afiliado después de 30 años de cotizaciones, es suficiente para cubrir el 82.7% del VAA de la pensión (\$77,403.97), lo cual, significa que el IESS necesitará únicamente un aporte del 17.3% por parte del estado para ser capaz de cumplir con la pensión vitalicia correspondiente.

Así también, al comparar las pensiones teóricas actuales, notemos que tras la aplicación de los 22 años en el cálculo, la pensión se reduce en \$64.33, lo que representa una disminución del 7.02% del poder adquisitivo en comparación con el sistema vigente.

Por último, si el afiliado se llegase a jubilar para cuando ya se ha llegado el máximo de años considerados para el cálculo (30 años), la pensión que recibiría en el momento de jubilación es de \$467.56, lo que representa un 56% de tasa de reemplazo, que a comparación con el sistema actual, significa una pérdida del poder adquisitivo de casi 16%. no obstante, la necesidad del aporte estatal también se reducirá en alrededor de un 20% y se registraría un ahorro de \$16,918.77 en pensiones (19.93%).

#### 4.4. Ejemplo 4.

Por último, se considera el caso que una cotizante ingrese al sistema de afiliados del IESS en el año 2020, a la edad de 30 años y su salario inicial es igual \$1200, planea jubilarse a la edad de 65 años. Estos datos se encuentran en la tabla 4.4.

| Datos de entrada                           |        |
|--|--------|
| Sexo:                                      | Mujer  |
| Edad de inicio de cotizaciones (años):     | 30     |
| Año de inicio de cotizaciones:             | 2020   |
| Primer sueldo al iniciar las cotizaciones: | \$1200 |
| Edad de jubilación (años):                 | 65     |

Tabla 4.4: Datos de entrada ejemplo 4

Tras 35 años de cotizaciones al IESS, el individuo habrá conseguido un ahorro de \$249,436.38 y los resultados al ingresar estos datos en el aplicativo shiny son los siguientes:

### Sistema Actual

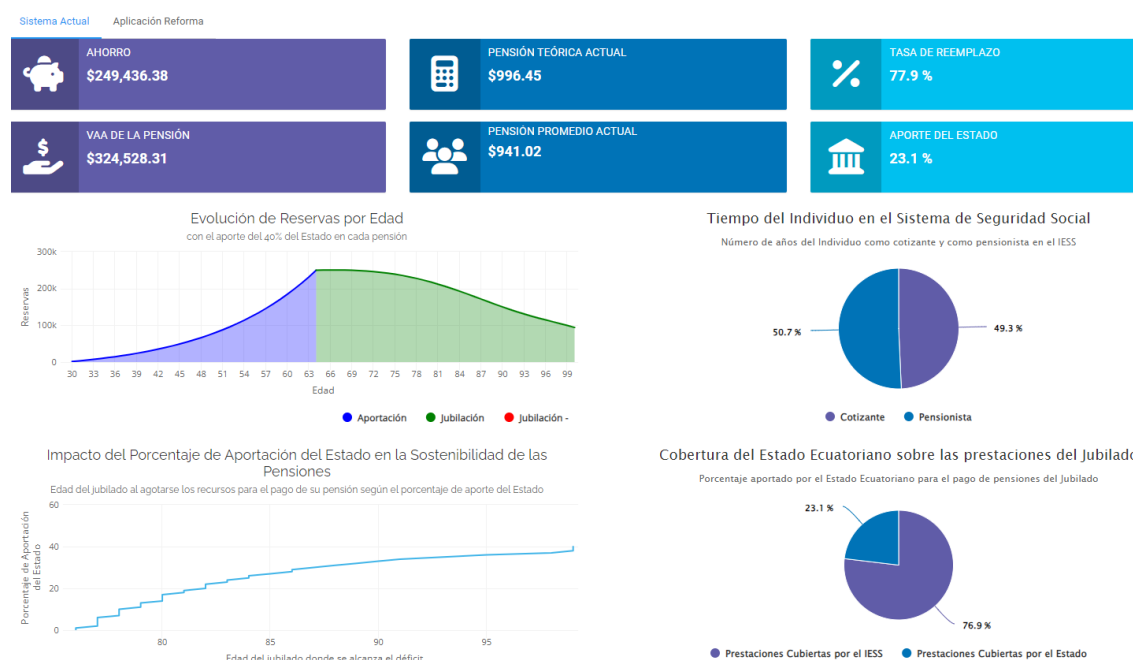


Figura 4.13: Resultados ejemplo 4 bajo el sistema actual

Como resultado de una cotización elevada debido a los ingresos del afiliado, se evidencia que el ahorro conseguido representa un 76.9% del total necesario para cubrir el VAA de las prestaciones, es decir, que el IESS necesitará menos de un 24% de aporte estatal para cumplir con la pensión vitalicia sin llegar a déficit actuarial.

A pesar que la pensión teórica actual supere por \$55.43 a lo que actualmente recibe un pensionista con características similares, esta representa tan solo un 77.9% del último salario recibido por el afiliado.

| 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 |
|--------------------|--------------------|-----------------|-----------------------------|-------------------------------|---|---|-------------------|
| 65                 | 35                 | USD 250,699.74  | USD 26,078.60               | USD 1,929.19                  | 99  | 76  | 77.90%            |
| 66                 | 36                 | USD 269,838.90  | USD 27,274.77               | USD 2,019.25                  | 99  | 78  | 79.81%            |
| 67                 | 37                 | USD 290,249.02  | USD 28,768.06               | USD 2,132.12                  | 99  | 79  | 82.50%            |
| 68                 | 38                 | USD 312,011.13  | USD 30,592.75               | USD 2,270.44                  | 99  | 81  | 86.00%            |
| 69                 | 39                 | USD 335,211.38  | USD 32,802.03               | USD 2,438.28                  | 99  | 82  | 90.41%            |
| 70                 | 40                 | USD 359,941.33  | USD 35,470.03               | USD 2,641.36                  | 99  | 83  | 95.87%            |

Figura 4.14: Tabla información ejemplo 4 bajo el sistema actual

Sin embargo, si se desea disminuir la pérdida del poder adquisitivo, podemos considerar las alternativas planteadas en la Figura 4.14; un claro ejemplo de esto, es el hipotético caso en el que el afiliado se jubilara a los 75 años, ya que para ese momento, su fondo acumulado sería suficiente para cubrir por completo su renta vitalicia, sin necesidad del aporte estatal, además que la tasa de reemplazo sería de 101.86%, por lo tanto, recibiría un mayor valor que el de su último salario registrado.

## Reforma

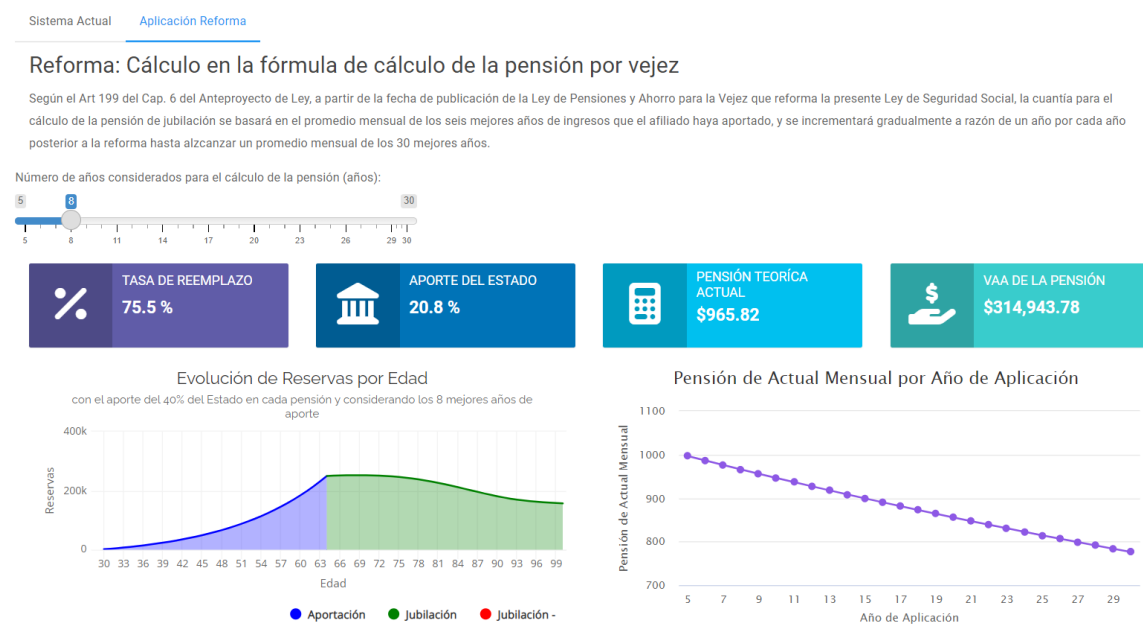


Figura 4.15: Resultados del ejemplo 4 al aplicar la reforma



| Años considerados para el cálculo | Pensión de jubilación mensual | Pensión de jubilación anual | Último año con reserva positiva con aporte del estado | Último año con reserva positiva sin aporte del estado | Tasa de Reemplazo  |
|-----------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|---|---|--|
| 5                                 | USD 1,929.19                  | USD 26,078.60               | 99  | 76  |  77.90% |
| 6                                 | USD 1,909.13                  | USD 25,817.95               | 99  | 76  |  77.09% |
| 7                                 | USD 1,889.36                  | USD 25,560.93               | 99  | 77  |  76.29% |
| 8                                 | USD 1,869.87                  | USD 25,307.49               | 99  | 77  |  75.50% |
| 9                                 | USD 1,850.65                  | USD 25,057.58               | 99  | 77  |  74.72% |
| 10                                | USD 1,831.69                  | USD 24,811.14               | 99  | 77  |  73.96% |
| 11                                | USD 1,812.99                  | USD 24,568.11               | 99  | 77  |  73.20% |

1-7 of 26 rows

Previous 1 2 3 4 Next

Figura 4.16: Pensiones para el ejemplo 4 al aplicar la reforma

Dado que bajo las condiciones del sistema actual los fondos acumulados más el aporte estatal ya eran suficientes para cubrir con las futuras pensiones, al implementar esta modificación en el cálculo de la pensión, lo que se logra es generar un mayor ahorro para el IESS y reduce un poco la brecha generada en las pensiones de las personas con mayores ingresos.

Así, es relevante destacar que la tasa de reemplazo pasa de un 77.9% a un 75.5% al aumentar 3 años más en la consideración del promedio de los mejores años, hasta alcanzar un valor de 60.67% si se consideran los 30 mejores años de aporte en la fórmula 3.4. Reduciendo el salario del afiliado de \$1,929.19 a \$1,502.62. Estimando un ahorro para el IESS en pensiones de \$68,927.16 (21.24%).

# Capítulo 5

---

## Conclusiones y Recomendaciones

---

En este trabajo de integración curricular, se consiguió comprender la importancia de las matemáticas actuariales y financieras en la sociedad, ligándolo a un asunto de claro interés para todos los ecuatorianos como lo es el impacto del Anteproyecto de ley al Sistema de Pensiones Ecuatoriano. Mediante la implementación de sus conceptos y técnicas, a lo largo de este trabajo, se permitió generar un panorama más claro y crítico respecto a la reforma analizada a lo largo del texto.

La insostenibilidad del Seguro General de Pensiones es una problemática que se debe enfrentar lo antes posible, con el fin de garantizar los derechos a cada uno de los ecuatorianos que son parte de la Seguridad Social, por ello, lo novedoso en este proyecto es el análisis exhaustivo del impacto que generará la reforma al modificar el cálculo de la pensión (véase la explicación en la sección 3.2.2) determinando el ahorro que generará para el Seguro de Invalidez, Vejez y Muerte, y por lo tanto para el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social.

## 5.1. Conclusiones

1. El principio de equivalencia financiera actuarial establece un sistema equitativo donde ninguna parte se beneficia más que la otra. En este trabajo fue implementado para lograr una comparación en el mismo momento del tiempo, entre las cotizaciones aportadas por el afiliado y las futuras pensiones que deberá entregar el IESS. Evidenciándose, que bajo el sistema vigente, en la mayoría de los casos este ahorro no es suficiente para cubrir las pensiones proyectadas, provocando que el IESS requiera de un aporte estatal, y que incluso con este, no sea suficiente para asegurarse la solvencia por lo que le resta de vida al cotizante.

Sin embargo, este inconveniente se resuelve de manera progresiva al aplicar la reforma correspondiente al artículo 199 del Anteproyecto de Ley, ya que, no modifica los ahorros, pero permite que el valor actual actuarial de las prestaciones se reduzca de manera paulatina, asegurando así que con el aporte del estado, el IESS cuente con los recursos suficientes para cumplir con el pago de las pensiones correspondientes sin llegar a un déficit actuarial.

2. Tras los ejemplos planteados en el capítulo anterior, se evidenció que a mayor tiempo de cotización, mayor es el ahorro generado y por lo tanto alcanzará para cubrir más años de prestaciones bajo los reglamentos actuales, sin embargo, uno de los aspectos claves que se mencionan en el Anteproyecto de Ley, es que no habrá modificaciones en las condiciones mínimas para acceder a la jubilación por vejez, por ello, una alternativa viable es la modificación del cálculo de la pensión, ajustando la pensión recibida de acuerdo a los años aportados.

Esto implica una reducción en la tasa de reemplazo, es decir, la pérdida de poder adquisitivo aumenta; este fenómeno ocurre ya que al considerar más años en el promedio de los mejores años de aporte, el resultado se ajusta de manera más real al promedio de cotizaciones realizadas. No se evidencian grupos determinados a los que les afecte más o menos esta reforma, ya que como se menciona, sirve para hacer un ajuste conforme lo aportado, sin embargo, es impor-

tante notar que esta reforma contribuye a mitigar el desequilibrio significativo que se evidenciaba sobre las pensiones de las personas que a lo largo de su vida aportaron cantidades considerables con aquellas que no.

3. Se evidenciaron dos beneficios potenciales de la aplicación de la reforma, el primero es que dicha reforma genera un ahorro progresivo al fondo destinado para las pensiones que asciende hasta un ahorro promedio de 21.26% por pensionista, cuando se consideran más de 10 años de aportes en la base de cálculo de la fórmula de pensiones por vejez. Así también, en la mayoría de los casos se evidencia una clara reducción de la necesidad de aporte estatal para la cobertura de las pensiones, lo cual, permitirá que el incumplimiento de dichos aportes por parte del estado no perjudiquen de manera tan significativa como lo hace actualmente.
4. Al analizar la evolución de la reserva matemática y evidenciar como esta reforma alarga el último año en el que se tendría una reserva positiva, se deduce que esta reforma es una alternativa sostenible para hacer frente a la crisis actual al Sistema de Pensiones, y por ende a la solvencia el IESS.

## **5.2. Recomendaciones**

1. El Anteproyecto de Ley presentado en agosto de 2023, posee una amplia lista de reformas que pretenden ayudar a la sostenibilidad del Sistema de Pensiones, por ello, se requiere de mucho más tiempo para poder analizar cada uno estos puntos y realizar un estudio amplio acorde a los todos los temas referentes a la Seguridad Social.
2. Se aconseja realizar más simulaciones con diversos escenarios posibles para obtener una visión más amplia y clara de los posibles impactos o beneficios que genera la reforma analizada. Además, es importante también contar con una base de datos actualizada y bien estructurada que nos permitan el contraste con el escenario actual.

3. El trabajo en equipo es fundamental, ya que el aporte de ideas y la ayuda en el entendimiento de la aplicación de la teoría requerida en el tema de Seguridad Social, y matemática financiera-actuarial, es extensa y por ende resulta difícil fusionar y aplicar a la parte computacional.
4. Como último aspecto, es importante destacar que uno de los más grandes desafíos que enfrenta IESS es la mala administración y corrupción existente en la institución, siendo este el primer aspecto que se debería reformar para evidenciar cambios drásticos.

---

## Referencias bibliográficas

---

- [1] Hernán Peña Alemania. Ministerio de Relaciones Exteriores - German Society for International Cooperation - NU. CEPAL. División de Desarrollo Social, Fabio Durán Valverde. Determinantes de las tasas de reemplazo de pensiones de capitalización individual: escenarios latinoamericanos comparados, mayo 2011.
- [2] Comisión Interdisciplinaria de Reforma al Sistema de Pensiones. Anteproyecto de ley reforma sistema de pensiones, agosto 2023.
- [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.
- [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.
- [6] Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social. Boletín estadístico 27. Informe técnico, Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, 2022.
- [7] Consejo Directivo del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social. Resolución no. c.d. 554 del consejo directivo del instituto ecuatoriano de seguridad social. <https://www.iess.gob.ec/documents/10162/33703/C.D.+554>, 2017.
- [8] 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.

- [9] Roberto Ibarra. Situación actual y soluciones para la viabilidad del iess. In *Mesa de Estudios de la Seguridad Social*. Actuarial, mayo 2021.
- [10] Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social. Valuación actuarial del seguro de invalidez, vejez y muerte del seguro general obligatorio, 2019.
- [11] Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social. Jubilación ordinaria por vejez, 2024. Recuperado de: <https://iess.gob.ec/es/web/guest/jubilacion-ordinaria-vejez>.
- [12] Instituto Nacional de Estadística y Censos. Proyecciones de Población y Omisión Censal, febrero 2024. Documento técnico.
- [13] NU.CEPAL.División de Desarrollo Económico | Mesa-Lago, Carmelo. El desarrollo de la seguridad social en américa latina. *Estudios e Informes de la CEPAL*, 1985.
- [14] International Labour Organization. Sistemas de pensiones en américa latina: Una inversión en la justicia social y en el desarrollo económico. [https://www.ilo.org/sites/default/files/wcmstp5/groups/public/@ed\\_protect/@soc\\_sec/documents/publication/wcms\\_sec\\_soc\\_14145.pdf](https://www.ilo.org/sites/default/files/wcmstp5/groups/public/@ed_protect/@soc_sec/documents/publication/wcms_sec_soc_14145.pdf), 2009.
- [15] Gladys Palán, Patricia Borja, and Jorge Madera. Problemas y reformas al sistema de pensiones del iess: Fact sheet, diciembre 2020. Parte de ".Ecuador Decide", Grupo Faro.
- [16] 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. Master's thesis.
- [17] Angélica Porras Velasco. La seguridad social en ecuador: un necesario cambio de paradigmas. *Foro, Revista de Derecho*, (24):89–116, 2015.