



Universidad de Costa Rica

Escuela de Matemáticas

Pensiones I

CA-0412

Metodología

Informe

PROFESOR

Esteban Bermúdez Aguilar

ESTUDIANTES

Luis Fernando Amey Apuy - C20470

Javier Hernández Navarro - C13674

Anthony Mauricio Jiménez Navarro - C24067

Gustavo Alberto Amador Fonseca - C20459

I - 2025

1. Método de valuación y procedimiento

El presente estudio se basa en un modelo actuarial determinístico de proyección individual, diseñado para estimar el valor presente de las obligaciones previsionales asociadas a una población específica que contiene tanto cotizantes activos como ya pensionados, que si bien ya no registran aportes, las pensiones pueden sufrir variaciones a lo largo del tiempo, ya sea por inflación u otros factores. El presente enfoque utiliza reglas deterministas con supuestos explícitos, lo que permite una mayor trazabilidad, control y reproducibilidad de resultados.

La proyección se realiza a nivel individual mediante un esquema de simulación anual desde la edad actual (x) del cotizante hasta una edad máxima de 115 años. El sexo del individuo, denotado por $s \in \{\text{Hombre} = 1, \text{Mujer} = 2\}$, determina la selección de las curvas respectivas. En cada año futuro ($x + j$) para $j \leq 115 - x$, se actualizan las condiciones del asegurado, incluyendo su probabilidad de sobrevivencia $p_{x+j}^{(s)}$, de fallecimiento $q_{x+j}^{(s)}$, y de invalidez $qI_{x+j}^{(s)}$, con base en las tablas biométricas establecidas por la Superintendencia de Pensiones (SUPEN, 2025) y por la Sociedad de Actuarios (SOA, 2025).

El número acumulado de cuotas se proyecta de forma lineal, partiendo de una cantidad inicial c_0 y una densidad de cotización mensual $d \in [0, 1]$. El número acumulado al año j se estima como:

$$c_j = c_0 + 12 \cdot d \cdot j$$

Con esta trayectoria de acumulación, se evalúan las condiciones de elegibilidad para pensión tanto por invalidez como por vejez, siguiendo la normativa vigente. Si un individuo cumple con los requisitos mínimos de edad y cuotas para acceder a una pensión completa o proporcional, se calcula el valor esperado del beneficio correspondiente. La pensión proyectada P_j en el año j se obtiene del promedio

de los 300 salarios más altos en la historia salarial simulada, escalada por un porcentaje normativo:

$$P_j = \text{Prom}S_{300} \cdot \text{Porc}(c_j)$$

donde $\text{Porc}(c_j)$ representa el porcentaje de reemplazo aplicable según el número de cuotas acumuladas c_j , con valores que según la norma oscilan desde 60 % hasta un 125 % del salario base.

Por otro lado, la proyección de los ingresos futuros de los cotizantes se basa en una *curva salarial empírica*, construida a partir de los registros históricos de salarios mensuales contenidos en la base de datos de cotizantes. Esta curva permite estimar, para cada edad (x), el salario promedio ajustado por inflación que suelen percibir los trabajadores del sistema.

Para homogenizar los salarios pasados a términos reales, cada valor observado se ajusta utilizando el Índice de Precios al Consumidor (IPC). Se toma como referencia el nivel del IPC correspondiente a diciembre de 2024, de manera que los salarios pasados se convierten a colones constantes de esa fecha (Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2025).

Si $S_{obs}(t)$ es el salario observado en el mes t , y IPC_t es el IPC en ese mes, el salario ajustado se viene dado por:

$$S_{aj}(t) = S_{obs}(t) \cdot \frac{IPC_{ref}}{IPC_t}$$

donde $IPC_{ref} = 110,390$ representa el índice de diciembre del 2024.

Una vez ajustados todos los salarios, se agrupan por edad y se calcula el promedio, obteniendo así una curva $S(x)$ que representa el salario promedio real para cada edad x . Formalmente:

$$S(x) = \mathbb{E}[S_{aj}(t) \mid \text{Edad}(t) = x]$$

La base de datos es confiable hasta los 70 años, por lo que no fue necesario imputar datos faltantes antes de esa edad. Sin embargo, para extender la curva hasta los 100 años —necesario para el modelo de proyección individual— se le asignó a todas las edades mayores a 70 el valor del salario promedio observado a los 70 años, por lo que la curva salarial permanece constante a esas edades.

Finalmente, se calculó la tasa de crecimiento relativo del salario entre edades consecutivas:

$$s_x = \frac{S(x+1)}{S(x)}$$

y se utilizó la sucesión acumulada de estos factores para proyectar trayectorias salariales personalizadas, a partir de un salario base individual. Si un individuo tiene un salario base S_0 a la edad x_0 , su trayectoria salarial proyectada se obtiene como:

$$\hat{S}(x) = S_0 \cdot \prod_{k=x_0}^{x-1} s_k$$

Este enfoque permite mantener la forma típica del ciclo de vida salarial donde hay crecimiento en edades jóvenes, estabilización y eventual desaceleración, adaptada a las condiciones individuales de cada cotizante.

Ahora bien, la condición de invalidez se simula como un evento que detiene la vida laboral del individuo. Si el evento ocurre y el asegurado cuenta con la densidad mínima o las cuotas necesarias, se estima la pensión por invalidez y se descuenta su valor al presente. La pensión se incorpora a las reservas en el momento del evento, ajustada por las probabilidades de invalidez y de sobrevivencia correspondientes.

Asimismo, se modelan las prestaciones por fallecimiento, las cuales consideran la pensión de sobrevivencia del cónyuge y la posible pensión por orfandad. La pensión de viudez o orfandad se estima

como un porcentaje del beneficio de vejez o invalidez proyectado, ponderado por la probabilidad de fallecimiento del titular y de sobrevivencia del beneficiario. La expresión general del flujo esperado de sucesión es:

$$Bf_j = q_{x+j}^{(s)} \cdot (VP_{\text{vejez},j} + VP_{\text{invalidez},j})$$

Todos los beneficios futuros se descuentan a valor presente utilizando una tasa de interés ajustada por inflación, conocida como tasa de interés real efectiva mensual. Esta tasa permite calcular cuánto vale hoy una suma que se espera pagar en el futuro, considerando el efecto del tiempo y la paridad del poder adquisitivo del dinero.

En el caso de pensiones mensuales, el valor presente se estima utilizando un concepto financiero llamado anualidad, que permite resumir en una sola cifra el valor actual de una serie de pagos mensuales durante varios años. Este enfoque facilita cuantificar el costo de largo plazo que representan las prestaciones del sistema.

Para cada persona, se suman los valores presentes de los beneficios proyectados por invalidez, vejez y por fallecimiento (como viudez u orfandad). La suma de estos valores para toda la población bajo análisis constituye el costo actuarial del sistema. Además, se calcula el único gasto administrativo que es el Seguro de Enfermedad y Maternidad (SEM) que consta de un 8.5 % de todas las pensiones concedidas, exceptuando los aguinaldos.

2. Supuestos Utilizados

2.1. Supuestos Financieros

2.1.1. Tasa de Inflación

Para efectos de esta valuación actuarial, se adopta una tasa de inflación promedio del 2 % anual, aunque el correspondiente con el rango meta establecido por el Banco Central de Costa Rica es de $(3 \% \pm 1 \text{ p.p.})$ (BCCR, 2025b). Esta decisión parte del hecho de que históricamente los últimos 2 años ha estado oscilando entre valores negativos y 2.2 %, exceptuando el año 2022, caso particular por la pandemia del COVID-19 (BCCR, 2025a).

La inflación es uno de los principales determinantes del poder adquisitivo de las pensiones y del valor real de las contribuciones. El análisis histórico del Índice de Precios al Consumidor (IPC), junto con los informes del BCCR, permite estudiar su comportamiento, de forma que se puede establecer este valor específico para la valuación (BCCR, 2025b).

Sin embargo, no se ignora la existencia de riesgos que podrían desviar la trayectoria inflacionaria, tales como shocks internacionales, volatilidad cambiaria o eventos climáticos extremos. Debido a esto, se incorporará un análisis de sensibilidad en el modelo actuarial, considerando escenarios con inflación alta, moderada y baja con respecto a la meta inflacionaria establecida por el Banco Central de Costa Rica para evaluar su impacto sobre los pasivos y flujos del régimen.

2.1.2. Tasa de Interés

Para el cálculo del valor presente de los pasivos actuariales y la proyección financiera del régimen, se adopta una tasa de interés del 4 % anual, expresada en términos reales. Esta tasa se alinea con el nivel actual de la Tasa de Política Monetaria (TPM) y con las condiciones de estabilidad macroeconómica proyectadas por el Banco Central de Costa Rica(BCCR, 2025c).

La tasa de descuento representa el rendimiento esperado del fondo sobre inversiones seguras y sostenibles, y es uno de los principales determinantes del valor presente de los beneficios futuros. La selección de esta tasa se fundamenta de la siguiente manera; La TPM del BCCR al cierre del 2024 fue de 4.00 %, tras un proceso de reducción acumulado de 500 puntos base desde marzo de 2023. Las proyecciones del BCCR indican una inflación controlada dentro del rango meta ($3 \% \pm 1$ p.p.) y una política monetaria prudente, lo cual apoya la aplicación de una tasa real constante en el largo plazo. El fondo presenta una composición conservadora del portafolio de inversiones y rendimientos ligados en su mayoría a instrumentos públicos.

Nuevamente, dada la sensibilidad del valor presente de los pasivos frente a la tasa de interés, se realizará un análisis de sensibilidad con distintos escenarios los cuales permitirán evaluar la robustez de la posición financiera del régimen ante variaciones razonables en los rendimientos esperados de largo plazo.

2.1.3. Variación Salarial

En lugar de aplicar una única tasa de crecimiento salarial uniforme, se adopta la construcción de una textitcurva salarial empírica a partir de los datos históricos de los cotizantes activos contenidos en la base de datos de los cotizantes.

La curva salarial permite modelar de forma más realista la trayectoria de ingresos laborales en el fondo a lo largo del tiempo. Este enfoque incorpora la variabilidad salarial observada empíricamente, y permite asignar incrementos salariales diferenciales según la edad del cotizante, adaptándola de una manera más cercana a lo observado.

2.1.4. Situación de las Provisiones y Reservas

Se toma como punto de partida la situación financiera del régimen al 31 de diciembre de 2024, utilizando el monto de ¢42,380,643.13 como valor presente de las provisiones, y el valor total del activo de ¢437,031,071,554.90, de conforme a lo establecido en los estados financieros oficiales del fondo.

La evaluación de la solvencia del régimen requiere una estimación adecuada de los pasivos actuariales y de los recursos disponibles para cubrirlos. En este sentido, las provisiones y reservas constituyen elementos fundamentales del análisis:

- **Provisiones técnicas:** Representan el pasivo actuarial asociado a pensiones ya otorgadas, así como otros compromisos exigibles a corto y mediano plazo (seguros de enfermedad y maternidad, aguinaldos). Para el corte al 31 de diciembre de 2024, las provisiones técnicas ascienden a ¢42,380,643.13
- **Reservas:** Se define como el conjunto de activos financieros disponibles para cubrir las obligaciones presentes y futuras del régimen. Para el corte al 31 de diciembre de 2024, las reservas ascienden a ¢437,031,071,554.90, con una composición diversificada entre inversiones, efectivo, cartera de crédito y aportes por cobrar.

Las proyecciones actuariales considerarán la disponibilidad y composición de estas reservas como el punto de partida para estimar la viabilidad futura del sistema bajo distintos escenarios.

2.1.5. Inversiones por Sector Financiero

Se utiliza la composición del portafolio de inversiones al 31 de diciembre de 2024 como base representativa para proyectar los ingresos financieros futuros del régimen. Tal como se observa en la Tabla 1, las inversiones del fondo presentan una alta concentración en instrumentos del Banco Central de Costa Rica (BCCR) y del Ministerio de Hacienda (MH), con un 76.1 % del portafolio total. Este patrón refleja un perfil conservador y estable, centrado en títulos de deuda pública nacional.

Tabla 1: Valor asumido por componente del sector financiero

| Componente | Porcentaje |
|--|----------------|
| BCCR-MH | 76.1 % |
| Público | 4.6 % |
| Privado-Deuda | 5.6 % |
| Privado-Fondos Inmobiliarios y Financieros | 4.6 % |
| Privado-Fideicomisos | 0.1 % |
| Privado-Acciones | 0.0 % |
| Mercado Internacional | 2.1 % |
| Cartera de crédito | 6.8 % |
| Total Sector | 100.0 % |

Fuente: Proporcionada por el régimen de estudio

Este patrón refleja una política de inversión prudente, orientada a seguridad y liquidez, con exposición limitada a instrumentos de mayor rentabilidad o riesgo.

2.1.6. Distribución por Plazo de Vencimiento

La duración de la cartera se ajusta al horizonte de obligaciones del régimen, con una combinación de instrumentos de corto y largo plazo. La estrategia de inversión utilizada se resume en la Tabla 2.

Tabla 2: Distribución por plazo de vencimiento de la cartera de crédito

| Plazo | Porcentaje |
|--|-------------------|
| Menos de 1 año | 4.8 % |
| Un año | 7.8 % |
| 2 años | 6.2 % |
| 3 años | 8.7 % |
| 4 años | 10.7 % |
| 5 años | 9.8 % |
| De 5 a 10 años | 19.1 % |
| De 10 a 15 años | 4.4 % |
| Más de 15 años | 21.6 % |
| Plazo promedio de vencimiento de la cartera de crédito (10 años) | 6.8 % |

Fuente: Proporcionada por el régimen de estudio

Esta combinación entre corto y largo plazo refleja una política de inversión orientada a la sostenibilidad financiera intergeneracional.

2.1.7. Distribución por Moneda

Se considera que la cartera está diversificada en colones, dólares y unidades de desarrollo (UD) y sus porcentajes se detallan en la Tabla 3.

Tabla 3: Distribución por moneda de la cartera de crédito

| Moneda | Porcentaje |
|-----------------------------------|-------------------|
| Colones | 57.1 % |
| Dólares | 17.2 % |
| Unidades de Desarrollo | 18.9 % |
| Cartera de crédito, total colones | 6.8 % |

Fuente: Proporcionada por el régimen de estudio

La moneda local (colones) representa el 57.1 % del total invertido, lo cual es coherente con el destino nacional de la mayoría de los flujos de egreso del régimen. Las inversiones en dólares 17.2 %

corresponden a instrumentos que, si bien cotizan en moneda extranjera, son accesibles a través del mercado local. Un 18.9 % del portafolio está invertido en Unidades de Desarrollo (UD), las cuales están indexadas a la inflación, lo que brinda una protección natural frente a la pérdida de poder adquisitivo.

2.1.8. Gastos de Administración

Se establece que el fondo no incurre en gastos administrativos directos, ya que estos son cubiertos por la empresa administradora. Además, se toma en cuenta un 8.5 % del ingreso total del régimen destinado a financiar el Seguro de Enfermedad y Maternidad (SEM).

La exclusión de gastos administrativos implica que todos los recursos del fondo se destinan a reservas e inversión, sin detracciones por operación o gestión. El aporte del SEM se asume como una contribución obligatoria que no genera derecho a pensión, pero sí constituye un egreso fijo proporcional que debe ser modelado dentro del flujo de caja del régimen.

2.2. Supuestos Demográficos

2.2.1. Estructura de la Población

Se toma como estructura base la población observada al corte del 31 de diciembre de 2024, identificada por sexo, edad y estado laboral, ya sea cotizantes, no activos y pensionados del régimen. La estructura actual refleja un sistema en transición, con una base activa todavía robusta. Esta composición se utilizará como punto de partida para modelar la evolución futura del régimen.

2.2.2. Población Activa (Edad, Antigüedad y Sexo)

Se toma como población activa de referencia la distribución observada al 31 de diciembre de 2024, segmentada por edad, años de cotización y sexo. Esta población constituye la base para proyectar los ingresos por cotizaciones y las trayectorias hacia la jubilación.

El análisis conjunto de edad, antigüedad y sexo permite modelar con mayor precisión la evolución de los cotizantes, considerando tanto la etapa de acumulación de derechos como la cercanía a la edad de retiro.

La estructura observada se considera representativa de las condiciones actuales del régimen y será utilizada como base para simular la permanencia en el sistema, el crecimiento de los aportes y la transición hacia la condición de pensionado.

2.2.3. Población Pensionada (Edad, Antigüedad y Sexo)

La población pensionada se modela con base en la estructura observada al 31 de diciembre de 2024, clasificada por edad, antigüedad en pensión y sexo, como se representa en las figuras. Esta población constituye la base para la proyección de egresos futuros del régimen.

Esta estructura se considera representativa del patrón actual del régimen y será empleada para proyectar la evolución del pasivo, aplicando factores de mortalidad y supuestos biométricos consistentes con la tabla dinámica de la SUPEN.

2.3. Supuestos Biométricos

2.3.1. Mortalidad

Se utiliza la Tabla Dinámica de Mortalidad de la SUPEN para proyectar las probabilidades anuales de fallecimiento por edad y sexo en el régimen (SUPEN, 2025). Esta tabla contempla mejoras generacionales en la esperanza de vida y es actualizada conforme a las proyecciones demográficas nacionales.

La mortalidad es un componente crítico en la determinación del valor presente de las obligaciones actuariales, ya que afecta directamente la duración esperada de los beneficios de pensión y la permanencia en condición de pensionado. Entre las razones que fundamentan la elección de esta tabla destacan:

La tabla dinámica incorpora el fenómeno de mejora en la supervivencia de manera explícita, reflejando el incremento proyectado en la esperanza de vida de las generaciones futuras. Permite aplicar tasas específicas para hombres y mujeres, capturando las diferencias en la mortalidad observadas en Costa Rica. Esta tabla es validada por la SUPEN como referencia para la valuación de los sistemas de pensiones complementarios y públicos, por lo que su uso garantiza coherencia técnica y también con la norma aceptada en el país.

Este supuesto permite estimar la duración esperada de las pensiones en curso y futuras. Las proyecciones se realizarán año por año, utilizando la tabla dinámica de manera completa hasta el horizonte del modelo, y considerando la evolución demográfica esperada del estudio.

2.3.2. Invalidez

Las probabilidades de ocurrencia de invalidez por edad y sexo se determinan con base en la tabla de invalidez de la SOA, denominada *Individual Disability Experience* (SOA, 2025), la cual se adjunta en la Tabla 7 del Anexo.

La invalidez es una de las contingencias claves modeladas en el régimen. Su proyección adecuada permite estimar de forma precisa el número de nuevos pensionados por esta causa, así como el valor presente de los beneficios esperados. La tabla está construida con base en experiencia empírica de seguros de invalidez de amplio espectro, utilizando una muestra grande y segmentada por edad y sexo. Proporciona tasas anuales de incidencia de invalidez, lo que permite un modelado más fino de la transición de estado dentro del sistema actuarial. Ante la falta de una tabla costarricense de invalidez validada para estudios actuariales, se opta por una tabla internacional reconocida y adoptada en otros sistemas de seguridad social con características similares (JUPEMA, 2015).

2.4. Supuestos Técnicos

2.4.1. Fecha de Corte del Análisis

Toda la información demográfica, financiera y normativa utilizada en esta valuación actuarial se considera con corte al 31 de diciembre del 2024. La fecha de corte define el punto temporal de referencia a partir del cual se realiza la proyección de las obligaciones futuras del régimen. Este supuesto constituye la base temporal común para todas las proyecciones incluidas en el estudio, y cualquier actualización posterior deberá considerar una nueva fecha de corte y revisión integral de los insumos del modelo.

2.4.2. Cotización de Pensionados a partir del 2025

A partir del año 2025, se establece que los pensionados deberán cotizar un 5 % del monto de su pensión mensual, siempre que dicha pensión supere los ¢2,000,000. Este mecanismo de contribución busca mejorar la sostenibilidad del régimen mediante un aporte solidario por parte de los beneficiarios de pensiones altas.

2.4.3. Límites de Pensión

El régimen no contempla una pensión mínima garantizada. No obstante, establece un límite máximo de pensión equivalente a ¢3,500,000 mensuales por beneficiario. Este diseño implica que el monto final de la pensión depende exclusivamente del historial contributivo del afiliado, sin mecanismos de subsidio inferior, pero con un techo normativo que limita el beneficio superior.

2.4.4. Condición de Trabajador Activo

Se considera trabajador activo a toda persona que haya registrado al menos una cotización en los últimos 12 meses. En caso contrario, se clasifica como trabajador inactivo. Los trabajadores inactivos no generan aportes ni acumulan derechos adicionales durante el período de inactividad. Este criterio permite delimitar con claridad la población que está efectivamente vinculada al régimen y que contribuye financieramente al mismo.

2.4.5. Cotización de los Trabajadores Activos

Se asume que la cotización total al régimen de pensiones por parte de los trabajadores activos se distribuye según la Tabla 4.

Tabla 4: Aportes al régimen por tipo de contribuyente

| Contribuyente | Porcentaje del salario |
|----------------------|-------------------------------|
| Trabajador | 6 % |
| Patrono | 7 % |
| Estado | 2 % |

Fuente: Proporcionada por el régimen de estudio

Esta estructura tripartita de financiamiento está alineada con el diseño tradicional del régimen de Invalidez, Vejez y Muerte (IVM), refleja una distribución proporcional de la carga contributiva entre los principales actores del sistema. Las implicaciones principales de este supuesto son:

- La cotización total es un total de 15 % del salario mensual del afiliado.
- Este aporte se destina a financiar tanto las pensiones en curso de pago como la constitución de reservas para obligaciones futuras.
- La participación del Estado como contribuyente directo del 2 % garantiza el carácter solidario del sistema y refuerza su sostenibilidad.
- Esta estructura se aplica de forma homogénea a todos los trabajadores activos proyectados en el modelo, a menos que se indique alguna modificación normativa.

2.4.6. Aporte Patronal del Fondo al SEM por Pensionados

El fondo contribuye para los pensionados como patrono con un 8.5 % del monto de la pensión al SEM. Esta contribución forma parte de los compromisos legales del régimen. El aporte se calcula mensualmente y constituye un egreso recurrente que debe ser considerado en las proyecciones de flujo de caja del fondo.

2.4.7. Pago de Décimo Tercer Mes sin Carga para el SEM

El fondo realiza un pago adicional en el mes de diciembre, equivalente a un mes de pensión (aguinaldo), para todos los pensionados activos al cierre del año. Este monto no está sujeto al aporte del 8.5 % al SEM. Este beneficio adicional forma parte de la normativa de protección al ingreso de los pensionados y se considera como un gasto adicional anual en el modelo actuarial. No obstante, al no generar contribución al SEM, su valor no incrementa los pasivos relacionados con seguros de salud.

2.4.8. Exclusión de Cotizaciones Mínimas No Relevantes

Todos los montos salariales inferiores a ¢10,000 registrados al 31 de diciembre del 2023 son excluidos del conteo de cotizaciones válidas, al considerarse pagos rezagados correspondientes a periodos anteriores.

2.4.9. Tratamiento de Salarios Atípicos Mayores a ¢5,000,000

Todo salario reportado superior a ¢5,000,000 mensuales se considera atípico, salvo que el historial del trabajador muestre ingresos similares de forma consistente en el tiempo. Estos salarios atípicos sí se contabilizan como cotización válida, pero no se consideran para el cálculo del salario de referencia de pensión.

Este criterio actúa como un mecanismo de control frente a posibles irregularidades o distorsiones en los ingresos reportados en los últimos meses de la carrera laboral, situación que podría inflar artificialmente el monto del beneficio. Este supuesto fortalece la equidad del sistema y previene abusos que comprometan la sostenibilidad del fondo.

2.4.10. Actualización de Pensiones

Los montos de pensión se actualizan una vez por año. El porcentaje de ajuste no puede ser negativo ni superior a la inflación del periodo, medida mediante el IPC oficial. Este supuesto garantiza el mantenimiento del poder adquisitivo de las pensiones en términos reales, protegiendo al pensionado frente a la inflación. Al mismo tiempo, evita incrementos desproporcionados por encima del crecimiento de precios, protegiendo la sostenibilidad financiera del régimen.

2.4.11. Probabilidad de Postergación de la Pensión por Vejez

Existe una probabilidad del 10 % de que un trabajador que ha cumplido con los requisitos de edad y cuotas para jubilarse por vejez postergue su retiro por un año adicional. Este supuesto no aplica a pensiones por invalidez. Este comportamiento refleja decisiones personales o laborales que retrasan voluntariamente el inicio del beneficio, generando un desfase en los egresos del sistema. Se modela como una probabilidad constante, aplicada una sola vez al momento de alcanzar la edad y requisitos para su retiro.

2.4.12. Hijos para Beneficiarios Dependientes

Toda persona con edad mayor o igual a 25 años se asume que tiene un hijo con una diferencia de edad exacta de 25 años. Se considera que el hijo permanece en condición de estudiante hasta los 25 años. Este supuesto es utilizado para estimar la duración y elegibilidad de pensiones por orfandad o hijos en condición de dependencia académica. Se estandariza la edad de maternidad/paternidad para simplificar el modelo de beneficiarios indirectos.

2.4.13. Edad de los Padres

Se asume que los padres de los trabajadores o pensionados tienen una diferencia de edad de exactamente 25 años respecto a su hijo. Este supuesto permite proyectar el acceso y duración de pensiones por sobrevivencia o dependencia parental, bajo un esquema simplificado de relaciones familiares.

2.4.14. Cónyuge con Igual Edad

Toda persona (trabajador o pensionado) se considera que tiene una pareja con la misma edad. Este supuesto se aplica para estimar la ocurrencia y duración de pensiones de viudez o sobrevivencia, facilitando el cálculo de conmutadores sin necesidad de incorporar distribuciones empíricas de diferencias de edad entre cónyuges.

2.4.15. Actualización de cotizaciones pasadas

Se asume que las cotizaciones pasadas se traen a valor presente mediante un proceso de actualización dual, compuesto por:

- La tasa de inflación, en base al IPC. Esta es utilizada para reflejar la pérdida de poder adquisitivo debido a la inflación.
- La tasa de interés, en base a la TBP, empleada como tasa conservadora para estimar el rendimiento financiero implícito de las reservas.

Esta metodología tiene como finalidad representar de forma más fiel el valor económico real de las cotizaciones históricas, manteniendo la comparabilidad intertemporal y capturando el efecto del tiempo sobre el dinero.

3. Calidad de las bases de datos

Se cuentan con 3 bases de datos del régimen: cotizantes, pensionados y financieros. La base de datos de cotizantes (BD_Cotizantes) tiene tres columnas que contienen la identificación interna del cotizante, la fecha de nacimiento y el sexo. Las demás son una serie de salarios desde 1995-01-31 hasta el 2024-12-31, fecha de corte del estudio. En la Tabla 5 se puede ver la estructura general de la base de datos.

Tabla 5: Encabezado de la base de datos BD_Cotizantes

| ID | Fec.Nac | Sexo | ene/1995 | ... | dic/2024 |
|-----|------------|------|----------|-----|--------------|
| 30 | 1957-12-08 | 2 | 0.00 | ... | 741,959.26 |
| 31 | 1958-08-28 | 2 | 0.00 | ... | 568,915.00 |
| 85 | 1959-11-25 | 2 | 0.00 | ... | 1,146,344.26 |
| 98 | 1960-03-06 | 2 | 0.00 | ... | 0.00 |
| 102 | 1959-09-09 | 1 | 0.00 | ... | 1,063,314.76 |

Fuente: Proporcionada por el régimen de estudio

Por otro lado, para los pensionados se cuentan con 8 columnas, las cuales tienen las siguientes descripciones:

- **ID_Pensionado**: Identificador único del pensionado.
- **COD_TIPO_PENSION**: Código del tipo de pensión (puede ser invalidez, sucesión o vejez).
- **COD_PARENTESCO**: Código del parentesco de sucesión (C para cónyuge, H para hijo).
- **FEC_NAC**: Fecha de nacimiento.

- **SEXO:** Sexo del pensionado.
- **MONTO:** Monto de la pensión.
- **PROVINCIA:** Provincia de residencia del pensionado.
- **Rige de la Pensión:** Fecha en que comienza a regir la pensión.

En la Tabla 6 se puede observar una visualización de la base de datos de los pensionados (BD_Pensionados) y su estructura de las columnas y pensionados.

Tabla 6: Encabezado de la base de datos BD_Pensionados

| ID_Pensionado | COD_TIPO_PENSION | COD_PARENTESCO | FEC_NAC | SEXO | MONTO | PROVINCIA | Rige de la Pensión |
|---------------|------------------|----------------|------------|------|--------------|------------|--------------------|
| I00103 | Invalidez | NA | 5/10/1963 | F | 1,008,192.57 | SAN JOSE | 6/16/2017 |
| I00380 | Invalidez | NA | 11/15/1968 | M | 821,946.99 | LIMON | 11/9/2019 |
| I00592 | Invalidez | NA | 5/31/1962 | M | 751,012.96 | ALAJUELA | 9/9/2019 |
| I00642 | Invalidez | NA | 7/7/1965 | F | 738,504.54 | PUNTARENAS | 4/29/2022 |
| I00786 | Invalidez | NA | 11/4/1979 | F | 707,204.00 | PUNTARENAS | 8/27/2023 |

Fuente: Proporcionada por el régimen de estudio

Las bases de datos vienen con formatos diferentes. Por ejemplo, en la base de datos de los pensionados, los sexos vienen con las letras F y M, dando indicación de que es femenino y masculino, mientras que en la base de datos de los cotizantes, los sexos son numéricos, con 1 por hombre y 2 por mujer. Se unifican los significados para evitar problemas de entendimiento, dejando el segundo formato.

De la misma manera, los nombres de las columnas de ambas bases de datos no son concordantes cuando el tipo de la columna es el mismo. Por ejemplo, para la fecha de nacimiento se utilizan los nombres de columna “FEC_NAC” y “Fec.Nac”. Al limpiar estas bases de datos se nombran mejor en minúscula, “fec_nac”, y así en todas las columnas, de manera resumida.

Dejando de lado estos dos puntos, la calidad y organización de estas bases de datos es buena, puesto que las observaciones no muestran valores faltantes o incoherencias, además de que las columnas están bastante organizadas. Se sabe que cada fila es una persona cotizante o pensionada y las fechas de cada persona cotizante corresponden a su salario en ese periodo de tiempo, como una serie temporal.

Por otro lado, la base de datos financiera (BD_Financiero) no viene limpia; trae columnas ocultas de cálculo y presenta las tres hojas con formatos y dimensiones diferentes. Aunque ordenado y formal, la calidad de esta base de datos disminuye considerando estos factores. Con respecto a su información, los activos son congruentes entre los estados financieros y presentan los resultados numéricos de manera contable y verificable.

4. Referencias

BCCR (2025a). Informe de Política Monetaria - Enero 2025. <https://www.bccr.fi.cr/publicaciones/DocPolticaMonetariaInflacin/Documento-IPM-Enero-2025.pdf>.

BCCR (2025b). Informe de Política Monetaria: Enero 2025. Informe de política monetaria, Banco Central de Costa Rica.

BCCR (2025c). Tasa de política monetaria (tpm) — cuadro 779. <https://gee.bccr.fi.cr/indicadoreseconomicos/cuadros/frmvercatcuadro.aspx?codcuadro=779&idioma=1>.

BCCR (2025d). Índice de precios al consumidor (ipc): serie nivel general — cuadro 2732. <https://gee.bccr.fi.cr/indicadoreseconomicos/Cuadros/frmVerCatCuadro.aspx?idioma=1&CodCuadro=2732>.

Instituto Nacional de Estadística y Censos (2025). Índice de Precios al Consumidor aumentó 0,84 % a lo largo del 2024. <https://inec.cr/noticias/indice-precios-al-consumidor-aumento-084-lo-largo-del-2024>.

JUPEMA (2015). Evaluación actuarial del régimen de capitalización colectiva (rcc) al 30 de junio del 2015. Informe técnico, Departamento Actuarial, JUPEMA, San José, Costa Rica. Actuario responsable: Esteban Bermúdez Aguilar.

SOA (2025). Society of actuaries (soa). <https://www.soa.org>.

SUPEN (2025). Tablas de vida de costa rica (2010–2015). [https://webapps.supen.fi.cr/
tablasVida](https://webapps.supen.fi.cr/tablasVida).

5. Anexos

Tabla 7: Tabla de Invalidez por Edad según Género (IDE - 2012)

| Edad | Hombres | Mujeres | Edad | Hombres | Mujeres |
|------|---------|---------|----------|---------|---------|
| 19 | – | 0.00024 | 45 | 0.00063 | 0.00256 |
| 20 | 0.00035 | 0.00029 | 46 | 0.00071 | 0.00299 |
| 21 | 0.00035 | 0.00032 | 47 | 0.00081 | 0.00348 |
| 22 | 0.00035 | 0.00034 | 48 | 0.00091 | 0.00408 |
| 23 | 0.00035 | 0.00036 | 49 | 0.00103 | 0.00452 |
| 24 | 0.00035 | 0.00039 | 50 | 0.00116 | 0.00502 |
| 25 | 0.00035 | 0.00041 | 51 | 0.00130 | 0.00557 |
| 26 | 0.00033 | 0.00043 | 52 | 0.00146 | 0.00618 |
| 27 | 0.00031 | 0.00047 | 53 | 0.00163 | 0.00685 |
| 28 | 0.00030 | 0.00049 | 54 | 0.00181 | 0.00762 |
| 29 | 0.00028 | 0.00052 | 55 | 0.00200 | 0.00845 |
| 30 | 0.00027 | 0.00055 | 56 | 0.00221 | 0.00939 |
| 31 | 0.00025 | 0.00059 | 57 | 0.00244 | 0.01044 |
| 32 | 0.00024 | 0.00062 | 58 | 0.00267 | 0.01071 |
| 33 | 0.00024 | 0.00065 | 59 | 0.00292 | 0.01079 |
| 34 | 0.00025 | 0.00068 | 60 | 0.00318 | 0.01079 |
| 35 | 0.00026 | 0.00069 | 61 | 0.00346 | 0.01079 |
| 36 | 0.00027 | 0.00072 | 62 | 0.00376 | 0.01079 |
| 37 | 0.00027 | 0.00077 | 63 | 0.00405 | 0.01079 |
| 38 | 0.00029 | 0.00085 | 64 | 0.00435 | 0.01079 |
| 39 | 0.00032 | 0.00098 | 65 | 0.00464 | 0.01079 |
| 40 | 0.00036 | 0.00117 | 66 | 0.00494 | 0.01079 |
| 41 | 0.00039 | 0.00138 | 67 | 0.00524 | 0.01079 |
| 42 | 0.00044 | 0.00159 | 68 | 0.00553 | 0.01079 |
| 43 | 0.00050 | 0.00188 | 69 | 0.00583 | 0.01079 |
| 44 | 0.00056 | 0.00219 | 70 o más | 0.00612 | 0.01079 |

Fuente: Sociedad de Actuarios (SOA, 2025)