



Universidad Nacional  
Autónoma de México  
Facultad de Ciencias



MATEMÁTICAS ACTUARIALES DEL SEGURO DE PERSONAS II  
Grupo 9065

---

## Proyecto 1: Beneficios adicionales: Seguro de Invalidez

---

Autor: Clement González Cesar Daniel

Noviembre 20, 2022

## 1 Introducción

En este proyecto su objetivo es realizar el cálculo de un seguro de vida tradicional con beneficio adicional de invalidez. Definiremos los siguiente:

El seguro es un instrumento financiero que se contrata con una aseguradora y que permite transferir los riesgos de una persona a cambio del pago de una prima. Un seguro no evita que ocurran, pero ayuda a reparar los daños que estos provocan; no es un gasto sino una inversión que te ayuda a conservar tu patrimonio cuando un evento inesperado afecta a tu persona.

Su utilidad es para que tus seres queridos queden protegidos y mantengan su nivel de vida, teniendo la certeza de contar con recursos durante un tiempo cuando un integrante de la familia deje de aportar ingresos por fallecimiento o invalidez. Mediante el contrato de seguro, el asegurado establece un acuerdo en el que transfiere su riesgo a la institución aseguradora a cambio de pagar regularmente una cuota llamada prima. Al ocurrir el siniestro, es decir, que el asegurado fallezca o quede inválido, la aseguradora pagará la suma asegurada al beneficiario asegurado.



Los elementos básicos de un seguro de vida son:

Asegurado. Es la persona cuya vida se asegura. Si éste falleciera o se invalidara, la aseguradora deberá pagar la suma asegurada contratada a los beneficiarios designados, o bien al asegurado.



**Beneficiario.** Es la persona o personas designadas por el asegurado, que estarán registradas por nombre en la póliza, así como el porcentaje de la suma asegurada contratada que corresponde a cada beneficiario, cuando ocurra el fallecimiento del asegurado, también previsto en ella. Es recomendable que los beneficiarios sean mayores de edad.



**Coberturas.** Son los riesgos básicos considerados en la póliza. La aseguradora está obligada a pagar la suma asegurada en caso de ocurrir el fallecimiento o invalidez del asegurado.

**Coberturas adicionales.** Son los riesgos complementarios a la cobertura básica considerados en la póliza que dan mayor protección.

**Contratante.** Es la persona que pacta el seguro con la aseguradora, por lo tanto, es quien firma la póliza y paga las primas. Generalmente el contratante y el asegurado pueden ser la misma persona.

**Indemnización.** Es el nombre que se da a la suma asegurada cuando se paga a los beneficiarios designados.

**Póliza:** es el documento contractual a través del cual la aseguradora toma a su cargo el indemnizar la pérdida económica de una persona. En ella se reflejan los derechos y obligaciones entre la aseguradora y el contratante.

**Prima:** es el pago periódico que el contratante se compromete a pagar a la aseguradora a cambio de la cobertura que ésta le ofrece. El pago de la prima garantiza la vigencia de la póliza.

**Suma asegurada:** es la cantidad de dinero contratada para cada cobertura con la aseguradora y que al ocurrir cualquiera de los riesgos contemplados, se pagará a los beneficiarios designados.

**Vigencia:** es el tiempo durante el cual la aseguradora brinda la protección al asegurado.



**Mortalidad:** Es el segundo componente demográfico del crecimiento natural de la población. La mortalidad estudia la frecuencia del número de defunciones ocurridas en una población, área geográfica y período determinado. La tasa bruta de mortalidad expresa la frecuencia con que ocurren las defunciones en un período de tiempo determinado, por cada mil habitantes. Si bien la tasa bruta de mortalidad da una idea de cambio de la frecuencia de las defunciones en el tiempo, este indicador está afectado por la estructura de edad de la población. Para determinar el nivel de mortalidad de una población, el mejor indicador disponible es la Esperanza de Vida al Nacer (EVN).

La invalidez permanente es una situación física irreversible que incapacita a una persona para ejercer cualquier actividad profesional. En estos casos, las coberturas por invalidez permanente indemnizan al asegurado cuando, tras un accidente, no puede realizar ningún tipo de actividad profesional.

Por su parte, la invalidez total se refiere a la incapacidad para seguir ejerciendo la profesión que se estuviera realizando cuando se tuvo el accidente. En estos casos, la cobertura indemniza al asegurado cuando ya no puede seguir ejerciendo la profesión declarada en la póliza, incluso si la

lesión no le impide dedicarse a otra actividad.

El Seguro de Invalidez y Vida es el instrumento a través del cual se protegen los medios de subsistencia del trabajador y su familia ante las contingencias derivadas de un accidente, enfermedad o muerte fuera del entorno laboral, mediante prestaciones en dinero y en especie.

La tasa de interés técnico: es el porcentaje mínimo de rentabilidad que una entidad aseguradora garantiza en las bases técnicas de las distintas modalidades del seguro de vida.



prima neta única: es aquella que se abona en un pago único. Prima periódica: es la que se debe abonar periódicamente, en los plazos establecidos en el contrato, durante la duración del mismo. Pero que pasa si el asegurado no quiere pagar en una sola exhibición el seguro. Entonces se desprende la prima neta nivelada es la misma cantidad de dinero solo que dividido en periodos de una anualidad.

prima de tarifa: Una prima de tarifa es una estimación del valor actual de los costos futuros esperados, por lo que su determinación debe realizarse de manera prospectiva y antes de que se efectúe la transferencia del riesgo del asegurado a la aseguradora.



reserva matemática o saldo financiero, como la cantidad que una de las partes debería entregar a la otra en un momento dado para cancelar la operación, en base a la ley financiera y al tipo de interés pactado. El Saldo negativo, porque es favorable a la contraprestación.



Para la implementación de cualquier plan de pensiones es necesario, después de haber establecido las características de éste, el cálculo de las aportaciones que serán requeridas para cubrir las obligaciones futuras. Debido a que tanto las aportaciones, como los beneficios, están sujetos a condiciones contingentes, como la muerte, el retiro o la invalidez, es necesario realizar los cálculos actuariales de ambos montos, de tal manera que éstos sean iguales.

Dentro de la ciencia actuarial, a la salida de una persona de un determinado grupo de estudio se le llama decremento; los cálculos actuariales contemplan las probabilidades de permanecer o salir del grupo por alguna razón; las razones para que un participante pueda salir del plan de pensiones son muerte, invalidez y retiro.

Las probabilidades de decremento múltiple, denotan la probabilidad que tiene una persona de salir del grupo en los próximos  $k$  años a consecuencia de la causa  $j$  y estando expuesto a todas las causas.

En nuestro caso se trata de Una persona de 35 años contrata un seguro temporal 25 años que paga una suma asegurada de 2,000,000 al final del año de fallecimiento con un beneficio adicional de invalidez con pago de rentas vitalicias de 1,750,000 al año hasta su muerte en caso de ser diagnosticada con invalidez total y permanente. El pago de primas se realiza de forma anticipada cada uno de los años durante misma temporalidad del seguro. y Considerando los siguientes supuestos: Tasa de interés técnico del 3.5 %, Gastos de Administración: 25 % de la Prima de Tarifa durante toda la vida de la póliza, Comisiones: 25 % el primer año de la Prima de Tarifa, 5 % a partir del segundo año de la Prima de Tarifa, Margen de Seguridad 15 % de la Prima de Tarifa durante toda la vida de la póliza.

## 2 Contenido

### 2.1. Hipótesis Demográficas del Seguro: Hipótesis Demográficas

Para determinar el cálculo de primas de riesgo, anualidades y reserva de riesgos del Seguro de invalidez, se toma como base demográfica las tablas siguientes:

- De tasas de mortalidad de activos para la seguridad social 1997, tanto para hombres como mujeres.
- Tabla de tasas de mortalidad de inválidos para la seguridad social.
- Tabla de tasas de interés para la seguridad social y
- Tablas de decrementos múltiples.

Dichas tablas se expresan en su debida pestaña del cotizador.

### 2.2. Procedimientos y fundamentos de prima de riesgo

Nuestros parámetros serán los siguientes:

#### 2.3. Notación:

1. Importante: Las temporalidades y los periodos se manejarán en años, así como las edades.
2.  $x$  - Edad del asegurado al momento de la contratación(en años).
3.  $P$  - valor de la prima de riesgo.
4.  $PNU$  - valor de la prima única de riesgo.
5.  $n$  - número de pagos.
6.  $SA_M$  - Valor de la suma asegurada en caso de fallecimiento del asegurado entre edad 35 y 60 con valor de 2,000,000.
7.  $SA_I$  - Valor de la suma asegurada de beneficio adicional de invalidez con pago de rentas vitalicias de 1,750,000 al año hasta su muerte en caso de ser diagnosticada con invalidez total y permanente.

8.  $V^t = (1 + i)^{-t}$  **Donde tomamos VP con tasa i, interés técnico.** la cual es otorgada por el seguro al momento de la contratación. Además, t es un valor en años.
9.  ${}_t p_x^\tau$  - Probabilidad de que sobreviva una persona de edad x hasta edad x+t en todas las causas.
10.  ${}_t p_x^{m_i}$  - Probabilidad de que sobreviva una persona de edad x hasta edad x+t por la causa de muerte por invalidez.
11.  ${}_t p_x'$  - Probabilidad de que sobreviva una persona de edad x hasta edad x+t en cualquier causa de manera independiente.
12.  ${}_t q_x^\tau$  - Probabilidad de que una persona de edad x fallezca entre edad x y x+t por cualquier causa.
13.  ${}_t q_x'$  - Probabilidad de que fallezca una persona de edad x hasta edad x+t en cualquier causa de manera independiente.
14.  ${}_t q_x^m$  - Probabilidad de que una persona de edad x fallezca entre edad x y x+t por la causa de muerte.
15.  ${}_t q_x^i$  - Probabilidad de que una persona de edad x fallezca entre edad x y x+t por la causa de invalidez.
16.  ${}_t q_x^{m_i}$  - Probabilidad de que una persona de edad x fallezca entre edad x y x+t por la causa de muerte por invalidez.
17.  $\ddot{a}_{x:\overline{n}|}$  - Anualidad contingente anticipada para una persona de edad x pagadera n veces.
18.  $I A_{x:\overline{n}|}^1$  - Seguro de fallecimiento para una persona de edad x, de temporalidad n(meses) creciente
19.  ${}_k | A_{x:\overline{n}|}^1$  - Seguro diferido k periodos(meses) de un seguro de fallecimiento para una persona de edad x, de temporalidad n(meses)



20.  ${}_nE_x$  - Valor presente actuarial a la edad de  $x$ ,  $n$  periodos

## 2.4. Formulas para la prima de riesgo:

### Obligaciones del asegurado

Pagar su prima.

$$\begin{aligned} & \blacksquare R * \sum_{t=1}^n {}_t p_x * V^{t+1} \\ & \blacksquare = R\ddot{a}_{x:\overline{n}|} \end{aligned}$$

### Obligaciones de la aseguradora

a) En caso de que el asegurado de edad  $x$ , fallezca antes de la edad de 12 años, se le devolverá el valor de las primas que se hayan pagado al beneficiario:

$$\begin{aligned} & R * \sum_{t=0}^{n-1} (t+1) [{}_t p_x * q_{x+t} * V^{t+1}] + n * R * \sum_{t=n}^{144-x-1} [{}_t p_x * q_{x+t} * V^{t+1}] \\ & = R * IA_{x:\overline{n}|}^1 + R * n * {}_n A_{x+n:\overline{144-x-n}|}^1 \end{aligned}$$

Si  $n \geq 144 - x$  entonces definimos que:  $n * {}_n A_{x+n:\overline{144-x-n}|}^1 = 0$

b) En caso de que el asegurado de edad  $x$ , sobreviva hasta la edad de 12 años, pero fallezca entre edad 12 y 18, se le dará al beneficiario una suma asegurada  $SA_1$ . Esto es:

$$\begin{aligned} & SA_1 * \sum_{t=0}^{71} [{}_{144-x+t} p_x * q_{144+x+t} * V^{144-x+t+1}] \\ & = SA_1 * {}_{144-x} p_x * V^{144-x} * \sum_{t=0}^{71} [{}_t p_{x+144} * q_{x+144+t} * V^{t+1}] \\ & = SA_1 * {}_{144-x}|A_{144:\overline{72}|}^1 \end{aligned}$$

c) En caso de que el asegurado sobreviva a la edad de 18 años, se le dará una suma asegurada  $SA_2$

$$\begin{aligned} & SA_2 * {}_{216-x} p_x * V^{216-x} \\ & = SA_2 * {}_{216-x} E_x \end{aligned}$$

**Por lo tanto, de acuerdo a la ley de equivalencia actuarial, tenemos que**

Obligaciones del asegurado = Obligaciones de la aseguradora

Si los pagos son menores o iguales a  $144 - x - 1$

$$\blacksquare R\ddot{a}_{x:\overline{n}|} = R * IA_{x:\overline{n}|}^1 + R * n * {}_n A_{x+n:\overline{144-x-n}|}^1 + SA_1 * {}_{144-x}|A_{144:\overline{72}|}^1 + SA_2 * {}_{216-x} E_x$$

Despejando a  $R$  la prima pura de riesgo obtenemos que:

$$\begin{aligned} \blacksquare R\ddot{a}_{x:\overline{n}|} - R * IA_{x:\overline{n}|}^1 - R * n * {}_n|A_{x+n:\overline{144-x-n}|}^1 &= SA_1 * {}_{144-x}|A_{144:\overline{72}|}^1 + SA_2 * {}_{216-x}E_x \\ \blacksquare R * [\ddot{a}_{x:\overline{n}|} - IA_{x:\overline{n}|}^1 - n * {}_n|A_{x+n:\overline{144-x-n}|}^1] &= SA_1 * {}_{144-x}|A_{144:\overline{72}|}^1 + SA_2 * {}_{216-x}E_x \\ \blacksquare R &= \frac{SA_1 * {}_{144-x}|A_{144:\overline{72}|}^1 + SA_2 * {}_{216-x}E_x}{\ddot{a}_{x:\overline{n}|} - IA_{x:\overline{n}|}^1 - n * {}_n|A_{x+n:\overline{144-x-n}|}^1} \end{aligned}$$

En caso particular que el pago sea a prima única, se tiene:

$$\blacksquare R_u = \frac{SA_1 * {}_{144-x}|A_{144:\overline{72}|}^1 + SA_2 * {}_{216-x}E_x}{1 - A_{x:\overline{144-x}|}^1}$$

## 2.5. Procedimientos y fundamentos de prima de tarifa

Recordemos las siguientes definiciones para entrar en contexto con los procedimientos de prima de tarifa.

**Gastos de administración:** Son los relativos a la suscripción, emisión, cobranza, administración, control y cualquier otra función necesaria para el manejo operativo de una cartera de seguros de corto plazo.

**Gastos de adquisición:** Son los relacionados con la promoción y venta de los seguros, que incluyen comisiones a intermediarios, bonos y otros gastos comprendidos dentro de este rubro.

**Margen de utilidad:** Es la contribución marginal a la utilidad bruta general, que se haya definido para el ramo y tipo de seguro en cuestión, de conformidad con las políticas establecidas por la empresa que asume el riesgo.

**Prima de tarifa:** Monto unitario necesario para cubrir un riesgo, comprendiendo los costos esperados de siniestralidad y otras obligaciones contractuales, de adquisición y de administración, así como el margen de utilidad previsto.

## 2.6. Esquema de gastos que se utilizará

Una vez teniendo contexto, para poder establecer los procedimientos de la prima vamos a proponer un cuadro de gastos de operación asemejado a los valores propuestos en el documento compartido por el profesor de nota técnica.

- Gastos de adquisición: 30 %
- Gastos de administración: 10 %
- Margen de utilidad: 10 %

Representación tabular.

Mes	Gastos de adquisición	Gastos de administración	Margen de utilidad
1	30 %	10 %	10 %

Tabla 1: Esquema de gastos de operación

## 2.7. Formula para la prima de tarifa

### ► Gastos de administración.

Como sabemos es un seguro a prima única, los gastos administración solo se completarán en el primer mes tendrá un valor del 10 %.

### ► Costos de adquisición.

Los gastos de adquisición sólo estarán también en el primer mes ya que nosotros como aseguradora eso lo tomamos como la comisión a nuestro agente de seguros. Como es a prima única, nuestro costo de adquisición será del 30 %.

### ► Margen de utilidad.

Incluiremos una utilidad del 10 % como parte de la prima de tarifa, entonces sólo se incluirá en el primer mes ya que nuestro seguro es a prima única.

### ► Calculo de Prima de Tarifa.

Para determinar la prima de tarifa, utilizaremos la misma notación de la prima de riesgo. Además sera necesario añadir notación

- $\alpha_1$  % - Gastos de adquisición nivelados.
- $\beta_1$  % - Gastos de administración nivelados.

- $\delta_1 \%$  - Utilidad elevada.
- $PT$  - Prima de tarifa.

Por el principio de la equivalencia actuarial, si tenemos el valor de las rentas, la prima de tarifa está dada por:

$$PT = \frac{Ru}{1 - \alpha_1 \% + \beta_1 \% + \delta_1 \%}$$

Donde

$$R_u = \frac{SA_1 * {}_{144-x}|A_{144:\overline{72}}^1 + SA_2 * {}_{216-x}E_x}{1 - A_{x:\overline{144-x}}^1}$$

Con

$$\alpha_1 \% = 30 \%$$

$$\beta_1 \% = 10 \%$$

$$\delta_1 \% = 10 \%$$

Como el pago de la prima de tarifa es única, al nivelar los gastos de administración, adquisición y margen de utilidad, tenemos que:

$$PT = \frac{\frac{SA_1 * {}_{144-x}|A_{144:\overline{72}}^1 + SA_2 * {}_{216-x}E_x}{1 - A_{x:\overline{144-x}}^1}}{1 - 30 \% - 10 \% - 10 \%}$$

Así:

$$PT = \frac{SA_1 * {}_{144-x}|A_{144:\overline{72}}^1 + SA_2 * {}_{216-x}E_x}{(1 - A_{x:\overline{144-x}}^1)(1 - 30 \% - 10 \% - 10 \%)}$$

### 3 Procedimientos y fundamentos de las reservas técnicas.

El cálculo de la referida reserva de riesgo curso de los seguros de vida de largo plazo, deberá ser determinada de acuerdo a las disposiciones generales emitidas por la CNSF, entre las cuales se encuentra la Circular Única de Seguros y Fianzas (CUSF), que es en donde se indican principios importantes que deben ser considerados para el cálculo de las reservas técnicas y que fueron aplicados a partir del 1 de enero de 2016, por la entrada de la nueva regulación adoptado por Solvencia II. Los principios más importantes que deben ser considerados en el cálculo de la reserva de riesgos en curso, son los siguientes:

**I.** La reserva de riesgos en curso es el resultado de la mejor estimación (que en adelante llamaremos BEL), más un margen de riesgo (MR).

**II.** La mejor estimación, será calculará como la diferencia entre el valor actual de los flujos estimados de egresos futuros, que se derivarán de los contratos de seguros que se encuentren en vigor al momento de la valuación, y el valor actual de los flujos estimados de ingresos futuros.

Los flujos estimados de egresos futuros corresponderán al valor esperado de las obligaciones futuras por concepto de pagos de indemnizaciones y beneficios contratados que se derivarán de la eventualidad o riesgo cubierto, los pagos por dividendos asociados a la siniestralidad favorable, los pagos por rescates, los gastos de administración y de adquisición, provenientes de los contratos de seguros que se encuentren en vigor al momento de la valuación. Por otra parte, los flujos estimados de ingresos futuros corresponderán al valor esperado de los ingresos por concepto de primas futuras que pagarán los asegurados, conforme a lo establecido en los contratos de seguros que se encuentren en vigor al momento de la valuación;

**III.** Cabe mencionar que los flujos de ingresos y egresos deberán estimarse por periodos anuales y descontarse para efectos de calcular su valor actual, al momento de la valuación, empleando las curvas de tasas de interés libres de riesgo de mercado; A continuación, se definen los flujos más importantes que deben considerarse en el cálculo de la mejor estimación:

Los flujos de egresos futuros correspondientes al valor esperado de las obligaciones futuras por concepto de pagos de beneficios contratados que se derivarán de la eventualidad o riesgo cubierto, así como el monto de pagos por rescates y dividendos, deberán estimarse conforme a la experiencia demográfica del mercado que corresponda al riesgo cubierto;

Los gastos de administración anuales se estimarán conforme al método y paráme-

tro de gastos anuales de administración que en cada caso se haya considerado en las primas de tarifa de los productos de seguros en vigor registrados en la Comisión;

Los gastos de adquisición anuales deberán estimarse conforme a las obligaciones reales de pago de comisiones y bonos de cada producto de seguros, pactadas con los agentes, promotores o empleados, así como cualquier otra obligación contractual periódica ligada a la venta y promoción del producto;

El flujo de ingresos por concepto de primas futuras deberá estimarse con las primas que efectivamente pagarán los asegurados conforme a lo establecido en los contratos de seguros, y con la experiencia demográfica y la de caducidad del mercado.

Adicionalmente, para realizar el cálculo de la reserva de riesgos en curso de una póliza de seguros de vida, además de considerar la información anterior, se debe cumplir que dicha póliza se encuentre vigente (que el contratante o asegurado este al corriente con el pago de primas) y finalmente, se deben conocer las características de cada una de las pólizas a las que se les realizará el cálculo de la reserva de riesgos en curso, entre las cuales se encuentra las que se describen enseguida:

- Plan.- Corresponde al tipo seguro que pueden ser: dotal, temporal, ordinario de vida, vida pagos limitados y rentas vitalicias.
- Suma asegurada.- Es el valor de la indemnización de la cobertura básica de fallecimiento y, en su caso, de la de sobrevivencia. Para el caso de rentas, la suma asegurada corresponde a la renta anual.
- Edad.- Es el número de años cumplidos con que cuenta el asegurado al momento de la contratación del plan.
- Moneda.-Es la unidad monetaria en que está nominado el plan. Los valores que puede tomar esta variable son: nacional, dólar o indexada.
- Plazo de pago de primas.-Es el número de años durante los cuales el asegurado está obligado a pagar primas, según se defina contractualmente.

- **Temporalidad.**-Es el número de años durante los cuales el asegurado cuenta con la cobertura del seguro.
- **Antigüedad.**-Corresponde al año póliza en que se encuentra el plan a la fecha en que se realiza la valuación. Para efectos del cálculo, se considera que el contrato se encuentra al término de ese año póliza.

Una vez que se identifican cada uno de los puntos anteriores, se debe determinar el cálculo de la mejor estimación de la siguiente forma.

Para efectos de la presente clase, se le dará mayor énfasis en el cálculo de la mejor estimación, debido a que es el procedimiento más complejo, el cual se le debe dar prioridad en su análisis y desarrollo de cálculo, ya que dicho cálculo forma parte del registro de notas técnicas de seguros de vida tradicionales (seguros temporales, seguros dotales, seguros de rentas y seguros vitalicios) con temporalidad mayor a un año o de largo plazo. Cabe mencionar que el margen de riesgo (MR) será determinado en caso de que existe el tiempo suficiente, debido a que este se calcula haciendo uso de conceptos como la desviación, base de capital y la duración, que requieren una especial atención al verse por separado.

### 3.1. Notación:

Retomando parte de nuestros conceptos manejados en los puntos anteriores tendremos que :

**a** - Mes de valuación.

$Gadm^{(niv)}$  - Gastos de administración nivelados, esto es:  $Gadm^{(niv)} = \frac{\%10}{\ddot{a}_x^{(12)}}$

$V_{\frac{t}{12}}$  Esto es VP(Valor Presente) con tasa  $i$ , esta tasa es proporcionada por el seguro cuando se hace la contratación. Y tomamos  $t$  en meses.

### 3.2. Formula de la mejor estimación

Se considera el modelo prospectivo para la mejor estimación, por la naturaleza del mismo ya que se determinarán en el futuro. Ya que sabemos que la incertidumbre se considera desde una visión al futuro. Nuestro modelo matemático se plantea de la siguiente forma.

Para la  $i$ -ésima póliza el cálculo del  $Bel_i$  se realizará de la siguiente forma:

$$BEL_i = VPE_i - VPI_i$$

de donde tenemos lo siguiente:

- $BEL_i$ -Cálculo de la mejor estimación de la  $i$ -ésima póliza.
- $VPE_i$ -Valor presente de egresos futuros de la  $i$ -ésima póliza.
- $VPI_i$ -Valor presente de ingresos futuros de la  $i$ -ésima póliza.

Ahora el valor presente de de Egresos e Ingresos Futuros se obtendrá como sigue a continuación:

**Valor Presente de Egresos Futuros:**

$$\begin{aligned} VPE_i = & \sum_{k=0}^{n-a-1} v^{k+1} {}_kq_{x+a} * SA_{k+a+1} \\ & + v^{n-a} {}_{n-a}p_{x+a} * SA_n \\ & + \sum_{k=0}^{n-a-1} v^k {}_kp_{x+a} * PT * (Gadm_{a+k}^m) \\ & + \sum_{k=0}^{m-a-1} v^k {}_kP_{x+a} * PT * (Gadq_{a+k}^m) \end{aligned}$$

mientras que **Valor Presente de Ingresos Futuros:**

$$VPI_i = \begin{cases} \sum_{k=0}^{m-a-1} v^k {}_kp_{x+a} * (PT_{a+k}) & \forall 1 \leq k \leq m-a \\ 0 & \forall m \leq k \leq n-a \end{cases}$$

Donde :

- $a$ : antigüedad de la póliza
- ${}_tp_x$  : probabilidad de supervivencia del asegurado entre las edades “ $x$ ” y “ $x+t$ ”
- ${}_kp_{x+t}$  : probabilidad de supervivencia del asegurado entre las edades “ $x+t$ ” y “ $x+t+k$ ”,
- ${}_kq_{x+t}$ : probabilidad de fallecimiento del asegurado entre las edades “ $x+t$ ” y “ $x+t+k$ ”,
- $i$ : tasa de interés técnico



- $m$ : número de años de pago de primas,
- $n$ : número de años de la cobertura del plan,
- $SA_k$ : suma asegurada del año "k",
- $Gadm_k^m$ : Gasto de administración del año "k".

Con nuestros datos fijos de  $Gadm = 10\%$  y  $Gadq = 30\%$  tendremos:

$$\begin{aligned}
 VPE_i = & \sum_{k=0}^{1-(a-1)} v^{k+1} *_{k/} q_{x+a} * SA_{k+a+1} \\
 & + v^{1-a} *_{1-a} p_{x+a} * SA_1 \\
 & + \sum_{k=0}^{1-a-1} v^k *_{k} p_{x+a} * PT * (10\%_{a+k}^{18}) \\
 & + \sum_{k=0}^{18-a-1} v^k *_{k} P_{x+a} * PT * (30\%_{a+k}^{18})
 \end{aligned}$$

donde:

$$Gadm^{(n)} = \frac{\sum_{k=0}^{18-1} v^k *_{k} p_x * (Gadm_k^{(18)})}{\sum_{k=0}^{n-1} v^k *_{k} p_x}$$

\*  $Gadq_k^{(m)}$ : gasto de adquisición del año "k"

\*  $Gadm^{(n)}$ : gasto de administración anual nivelado

PT: Prima de tarifa del año "k"

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

Cabe mencionar que para el cálculo de la mejor estimación se aplicará la tabla de mortalidad CNSFM 2013, mientras que las tasas de interés corresponderán a curvas de tasas de interés libres de riesgo.

## 4 Resultados

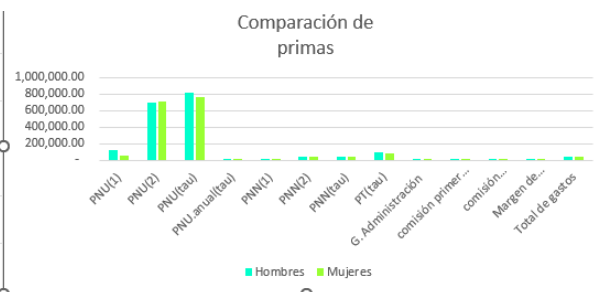
se presentarán en la siguiente tabla:

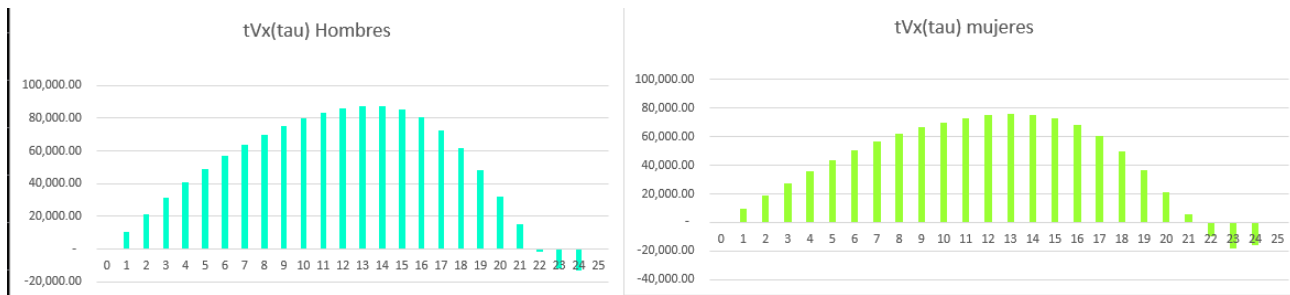
Primas / género	Hombres	Mujeres
PNU(1)	125,473.57	61,017.85
PNU(2)	692,712.38	707,260.76
PNU(tau)	818,185.95	768,278.61
PNU,anual(tau)	16.160021	16.4661494
PNN(1)	7,764.43	3,705.65
PNN(2)	42,865.73	42,658.06
PNN(tau)	50,630.16	46,658.06
PT(tau)	94,173.95	86,748.58
G. administración	23,543.49	21,687.15
comisión primer año	1,165.52	1,053.66
comisión despues del primer año	4,708.70	4,337.43
Margen de seguridad	14,126.09	13,012.29
Total de gastos	43,543.79	40,090.52

mientras que la resevas quedan:

reservaTotal(0)	0	0	reservaTotal(10)	79,875.99	70,138.30
reservaTotal(1)	10,722.34	9,483.87	reservaTotal(11)	83,444.52	73,038.14
reservaTotal(2)	21,177.58	18,776.43	reservaTotal(12)	86,183.79	75,186.61
reservaTotal(3)	31,173.41	27,667.43	reservaTotal(13)	87,523.28	76,017.04
reservaTotal(4)	40,559.63	36,008.11	reservaTotal(14)	87,401.10	75,472.79
reservaTotal(5)	49,192.35	43,656.39	reservaTotal(15)	85,226.94	72,988.43
reservaTotal(6)	56,955.69	50,479.31	reservaTotal(16)	80,522.34	68,113.10
reservaTotal(7)	64,027.84	56,656.96	reservaTotal(17)	72,857.49	60,447.42
reservaTotal(8)	70,096.32	61,878.78	reservaTotal(18)	62,079.74	49,891.66
reservaTotal(9)	75,373.04	66,378.31	reservaTotal(19)	48,425.48	36,700.49

reservaTotal(20)	32,417.22	21,474.84
reservaTotal(21)	15,349.83	5,553.24
reservaTotal(22)	- 1,291.13	- 9,495.16
reservaTotal(23)	- 11,821.85	- 17,900.41
reservaTotal(24)	- 12,781.23	- 16,150.80
reservaTotal(25)	0	0





¿Qué seguro sale más caro? ¿Por qué?

por los resultados tenemos que el seguro del hombre es más caro y es porque es más posible que muera debido a que se enfrenta a más riesgos que la mujer, ejemplo: las estadísticas muestran que las mujeres tienen una menor frecuencia de verse involucradas en un accidente, o conducir bajo la influencia del alcohol (en inglés se conoce como DUI – driving under the influence), y tienen accidentes que son menos serios que los que ocurren mientras manejan los hombres.

## 5 Conclusiones

Podemos concluir que en este seguro de una persona de 35 años que contrata un seguro temporal 25 años que paga una suma asegurada de 2,000,000 al final del año de fallecimiento con un beneficio adicional de invalidez con pago de rentas vitalicias de 1,750,000 al año hasta su muerte en caso de ser diagnosticada con invalidez total y permanente. El pago de primas se realiza de forma anticipada cada uno de los años durante misma temporalidad del seguro y considerando los supuestos del proyecto que el seguro del hombre es más caro que el seguro de la mujer y es debido a que esta en mayor riesgo por lo que se observa en las tablas de mortalidad, en el sentido de invalidez la mujer esta en más riesgo pero como tiene un menor precio el seguro de invalidez al comparación del seguro de mortalidad, no afectaría el seguro total, de tal forma que el seguro del hombre es más caro. Por otro lado se debe de reservar más para un hombre que para una mujer pero al finalizar quedarán las dos reservas en 0.

En nuestro caso particular el hombre deberá pagar Prima neta única 818,185.95 \$ ó Primas netas niveladas 50,630.16 \$ por 16 periodo hasta pagar 818,185.95\$ con una prima de tarifa de 94,173.95\$ . Mientras que la mujer deberá pagar Prima neta única 768,278.61\$ ó Primas netas niveladas 46,658.06 \$ por 16 periodo hasta pagar 768,278.61\$ con una prima de tarifa de 86,748.58\$ .

### Bibliografía:

- Título: “Ley General de Instituciones y Sociedades Mutualistas de Seguros”.
- Título: “Ley sobre el Contrato de Seguro”.
- Título: “Reglamento de Agentes de Seguros y de Fianzas”.
- Título: Notas de matemáticas actuariales del seguro de personas I Autor: Jorge Luis Reyes Garcia.
- Link: <https://www.ine.cl/ine-ciudadano/definiciones-estadisticas/poblacion/mortalidad>  
Autor: ine
- Título: Matemáticas Actuariales y Operaciones de Seguros Autor: Sandoya