

Tipo de artículo: Artículo original

# Uso de modelos matemáticos, estadística y lenguaje R en la optimización de la tarificación de seguros de vida y siniestros en el Ecuador

## *Use of mathematical models, statistics and R language in the optimization of life and casualty insurance pricing in Ecuador*

Socrates Emilio Haro Guanga<sup>1\*</sup> , <https://orcid.org/0000-0002-8957-6350>

Edisson Wilfrido Lascano Mora<sup>2</sup> , <https://orcid.org/0000-0001-8267-6765>

Leonardo Rogelio Paladines Zurita<sup>3</sup> , <https://orcid.org/0000-0002-4514-1785>

Franklin Orlando Vizueta Vizueta<sup>4</sup> , <https://orcid.org/0000-0002-6802-1145>

<sup>1</sup> Máster en Ciencias Matemáticas Mención Matemática Numérica, Licenciatura en Contabilidad y Auditoría, Universidad de Guayaquil, Ecuador. Correo electrónico: [socrates.haro@ug.edu.ec](mailto:socrates.haro@ug.edu.ec)

<sup>2</sup> Ingeniero en Electricidad, Psicólogo Clínico. Departamento de Nivelación, Unidad de Nivelación Central, Universidad de Guayaquil, Ecuador. Correo electrónico: [edisson.lascanomo@ug.edu.ec](mailto:edisson.lascanomo@ug.edu.ec)

<sup>3</sup> Ingeniero Mecánico, Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador. Correo electrónico: [leoropal@espol.edu.ec](mailto:leoropal@espol.edu.ec)

<sup>4</sup> Ingeniero Mecánico, Escuela Superior Politécnica del Chimborazo, Ecuador. Correo electrónico: [fraorl1989@gmail.com](mailto:fraorl1989@gmail.com)

\* Autor para correspondencia: [socrates.haro@ug.edu.ec](mailto:socrates.haro@ug.edu.ec)

### Resumen

El seguro de vida representa una actividad que ha incrementado significativamente su nivel de dinamismo en los últimos años. Cada empresa aseguradora debe poder estimar la solvencia financiera como el principal elemento estratégico empresarial. Sin embargo, en ocasiones, las empresas aseguradoras quiebran a partir de una mala estimación de las tarifas de Seguros de Vida. Problemas de esta naturaleza han sido abordados por la ciencia a partir de modelos matemáticos con la ayuda de asistentes. La presente investigación tiene como objetivo realizar un estudio sobre el uso de modelos matemáticos, estadística y lenguaje R en la optimización de la tarificación de seguros de vida y siniestros en el Ecuador. Se obtuvo como resultado el cálculo de la reserva matemática estimada a partir de la prima como parámetro complementario para tarificar los seguros de vida y calcular la reserva matemática basada en la tabla de mortalidad US CSO 1980 y US CSO 1980 BASIC. Se emplean como parámetros de entrada el interés técnico del 4 % reglamentario, la clasificación por género la condición de fumador.

**Palabras clave:** Seguro de vida; reserva matemática; modelos matemáticos, estadística y lenguaje R; optimización de la tarificación de seguros de vida.

### Abstract

*Life insurance represents an activity that has significantly increased its level of dynamism in recent years. Each insurance company must be able to estimate financial solvency as the main business strategic element. However, sometimes insurance companies go bankrupt based on a bad estimate of Life Insurance rates. Problems of this nature have been approached by science from mathematical models with the help of assistants. The objective of this research is to carry out a study on the use of Mathematical models, Statistics and R language in the Optimization of Life and Claims Insurance Pricing in Ecuador. The result was the calculation of the estimated mathematical reserve based on the premium as a complementary parameter for pricing life insurance*



Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0)

*and calculating the mathematical reserve based on the US CSO 1980 and US CSO 1980 BASIC mortality tables. The technical interest of the regulatory 4%, the classification by gender and the status of smoker are used as input parameters.*

**Keywords:** *Life insurance; mathematical reserve; mathematical models, statistics and R language; optimization of life insurance pricing.*

**Recibido:** 06/11/2022

**Aceptado:** 15/01/2023

**En línea:** 16/01/2023

## Introducción

Las personas en su actividad cotidiana se enfrentan a riesgos a partir de las decisiones que van asumiendo en su quehacer diario. Los riesgos se pueden derivar de las actividades propias, laborales o naturales en el que las personas se pueden aproximar a determinado daño a partir de la secuencia de procesos que encadenan el daño.

Por la versatilidad del riesgo, asumir las consecuencias que puede generar su ocurrencia permite proyectar acciones de mitigación que disminuyan sus consecuencias negativas (Delgado, 2011). Diversas son las formas de asumir los riesgos donde una alternativa empleada es el ahorro de recursos económicos para reponer las pérdidas ocurrida a partir de determinado siniestro. Otra alternativa consiste en la transferencia del riesgo siendo esta la más empleada en la actualidad (Echemendía Tocabens, 2011).

La transferencia del riesgo consiste en la búsqueda de una persona o institución que asuma las consecuencias del riesgo cuando se presente. En consecuencia con la transferencia del riesgo, surgen los seguros de vida y las empresas aseguradoras (Cordero et al., 2017).

El seguro representa un medio de transferencia del riesgo a partir de características esenciales como: inciertos o aleatorios, posibles, concreto, lícito, fortuito y de contenido económico. La figura 1 muestra una representación de características esenciales en la transferencia de riesgos.



Características esenciales en la transferencia de riesgos	
Riesgo incierto	Existe una incertidumbre relativa sobre el momento de ocurrencia. Es probable que pase pero se desconoce el momento exacto en el que ocurrirá.
Riesgo posible	Existe una posibilidad de que este suceda está limitado por su frecuencia o imposibilidad. No posee una excesiva frecuencia o absoluta imposibilidad.
Riesgo concreto	Es posible analizar y medir su ocurrencia e impacto.
Riesgo lícito	El riesgo no debe estar en contra de las reglas morales ni en perjuicio de terceros.
Riesgo fortuito	El riesgo proviene de una actividad ajena a la persona, puede presentarse a partir de la actividad de tercero o de la propia persona a partir de fuerza mayor.
Riesgo de contenido económico	La ocurrencia del riesgo debe producir una necesidad económica.

**Figura 1:** Características esenciales en la transferencia de riesgos. Fuente: Elaboración propia.

En el proceso de transferencia de riesgo intervienen los seguros. Un seguro puede ser calificado según la Junta de Políticas y regulación Monetarias y financieras del Ecuador (Financiero, 2014), (Gallo, 2016): Seguros personales y seguro de daño.

El seguro personal considera asegurar a las persona a partir de fallecimiento, enfermedad o accidente de la persona. El seguro por daño percibe reparar las posibles pérdidas a causa de un determinado siniestro en el patrimonio del asegurado (Boj, 2006). La figura 2 muestra las entidades que intervienen en el seguro.



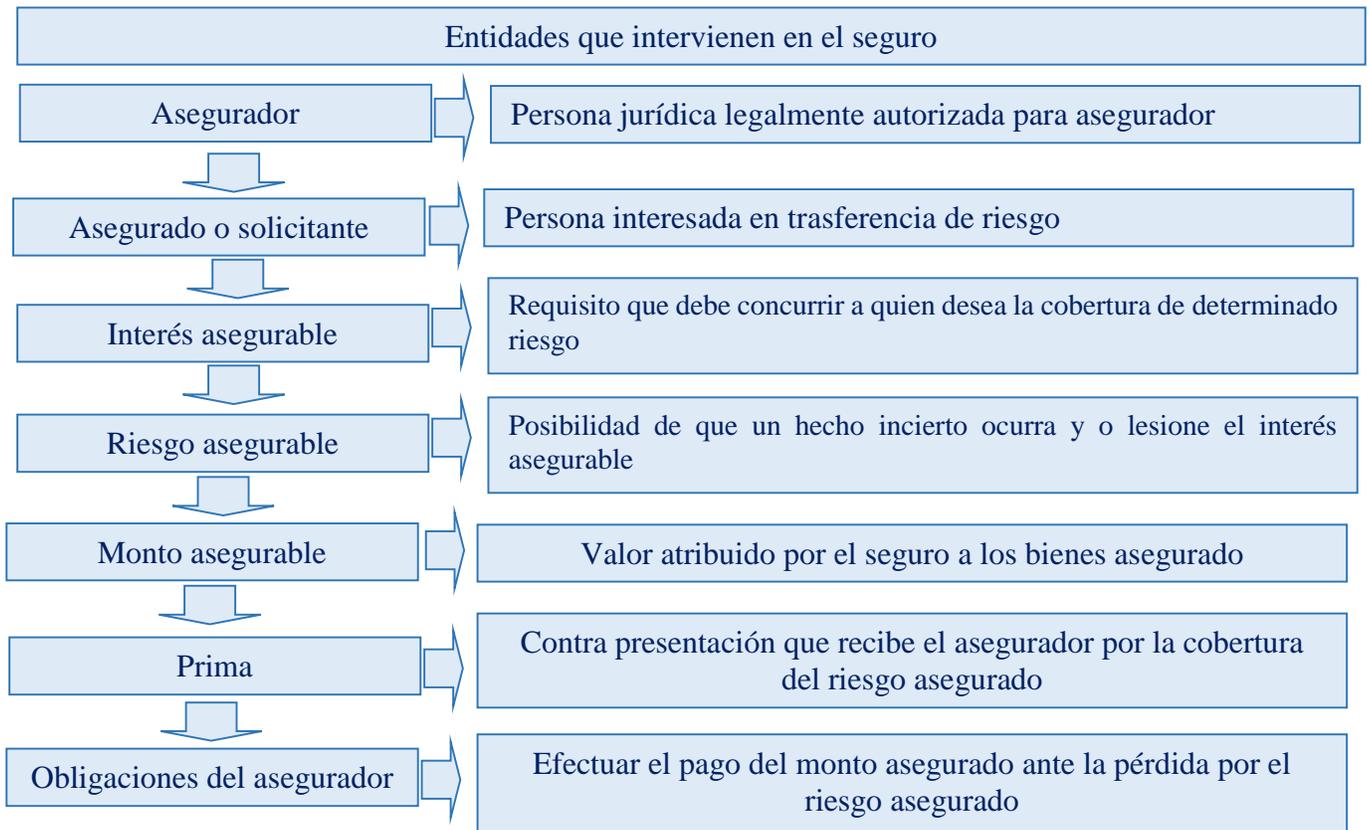


Figura 2. Entidades que intervienen en el seguro.

Un elemento importante para las entidades autorizadas como asegurador lo representan las tarifas de seguro. El asegurador debe poder cubrir: Gastos administrativos, costos de adquisición, costos de redistribución del riesgo, utilidad o margen, recargos de ley.

Los gastos administrativos de una aseguradora cubren las actividades que se realizan en función de la tramitación del siniestro, cobro de prima, entre otros. Los costos de adquisición representan las comisiones por venta, marketing, entre otros. La utilidad o margen es el beneficio del asegurador por el capital asegurado y el trabajo desarrollado por su parte los recargo de ley constituye el derecho de emisión o interés de financiación. Sin embargo, en ocasiones aseguradoras quiebran a partir de una mala estimación de las tarifas de Seguros de Vida. En este sentido la optimización de la Tarifación de Seguros de Vida y Siniestros en el Ecuador constituye una actividad altamente sensible que deben garantizar las aseguradoras para mantenerse en el tiempo (Martínez Méndez et al., 2020).



A partir del escenario antes descrito la presente investigación tiene como objetivo realizar un estudio sobre el uso de modelos matemáticos, estadística y lenguaje R en la optimización de la tarificación de seguros de vida y siniestros en el Ecuador (Hernández Solís, 2013). La investigación se encuentra estructurada en introducción, materiales y métodos, resultados y discusión. La introducción realiza una descripción de los principales elementos teóricos que sustentan la problemática objeto de estudio relacionado con la tarificación de seguros de vida y siniestros en el Ecuador; los materiales y métodos realizan una descripción sobre el uso de modelos matemáticos, estadística y lenguaje R; los resultados y discusiones presenta la implementación de los matemáticos, estadística para la optimización de la tarificación de seguros de vida.

## **Materiales y métodos**

La presente sección realiza una descripción de los referentes metodológicos sobre el uso de modelos matemáticos, estadística y lenguaje R en la optimización de la tarificación de seguros de vida y siniestros.

### **Lenguaje R**

El lenguaje R es una plataforma de análisis estadístico. Es un referente desde hace varios años en este campo, debido a que cuenta con herramientas gráficas muy avanzadas. Se puede obtener gratuitamente, ya que es parte del proyecto colaborativo de software libre GNU y se distribuye bajo la Licencia Pública General. Esta licencia tiene por propósito declarar que el software es libre y protegerlo de intentos de apropiación que restrinjan esas libertades a nuevos usuarios, cuando el software es distribuido o modificado. Por ser un programa de código abierto, R es fruto del esfuerzo de miles de personas en todo el mundo que colaboran en su desarrollo, lo que permite solucionar problemas de errores de programación rápidamente, así como el desarrollo de paquetes modulares, que son complementos especializados para temas específicos. Estos paquetes se basan a menudo en métodos muy innovadores, permitiendo utilizar R para una amplia gama de problemas.

Existen paquetes para procesar datos tan diversos como censos, series de tiempo, secuencias genéticas o información económica, así como implementar una gran variedad de métodos estadísticos. Durante los últimos años, se han creado diferentes paquetes dirigidos al análisis espacial, convirtiendo al lenguaje R en una potente herramienta para llevar a cabo el mapeo y el análisis de todo tipo de información georeferenciada (Mas, 2018)

### **Modelos Matemáticos, Estadística en la Tarificación de Seguros de Vida**

Cuando una entidad aseguradora está en presencia de un seguro de vida en caso de fallecimiento, la aseguradora garantiza el pago de un capital en caso de ocurrir el fallecimiento del asegurado dentro del período de vigencia del contrato. Los seguros de vida son clasificados como seguros de vida temporal y seguros de vida entera (Solís, 2013).



En los **seguros de vida temporal**, la duración del contrato es determinado. Se garantiza la indemnización si el asegurado fallece en el tiempo definido como vigencia del contrato. El proceso de tarificación de este seguro se maneja de forma continua donde el pago de la tarifa se realiza inmediatamente al momento del fallecimiento del asegurado con capital igual a una unidad monetaria.

Se define la variable aleatoria “valor actual de la prestación a una tasa de interés  $i$ ” denotada por  $Z$  tal que:

$$Z = \begin{cases} v^{t_x}, & \text{Si } t_x \leq n \\ 0, & \text{Si } t_x > n \end{cases} \quad (1)$$

La esperanza matemática de esta variable aleatoria, se denomina valor actuarial y constituye la prima pura de la operación. La que es denotada por  $\bar{A}_{z:n|}$ , se expresa de la siguiente forma:

$$\bar{A}_{z:n|} = E[Z] \quad (2)$$

$$= \int_0^n v^{t_x} f_t dt \quad (3)$$

$$= \int_0^n e^{-\delta t_x} f_t dt \quad (4)$$

$$= \int_0^n e^{-\delta t} t p_z v_{x+t} dt \quad (5)$$

Para el cálculo de la varianza de la variable aleatoria de  $Z$ , hallamos el segundo momento denotado por  $2\bar{A}_{z:n|}$ , se expresa de la siguiente forma:

$$2\bar{A}_{z:n|} = E[Z^2] \quad (6)$$

$$= \int_0^n (v^{t_x})^2 f_t dt \quad (7)$$

$$= \int_0^n e^{-2\delta t_x} f_t dt \quad (8)$$

Por lo cual la varianza está dada por:

$$\text{Var}[Z] = E[Z^2] - (E[Z])^2 = \left(2\bar{A}_{z:n|}\right) - \left(\bar{A}_{z:n|}\right)^2 \quad (9)$$

En muchos casos la prestación no se realiza inmediatamente después de ocurrir el fallecimiento si no después de finalizar el año. Por lo cual se considera como un caso discreto en el que se utiliza la variable aleatoria de vida residual entera  $K(x) = Kx$  en lugar de  $T_x$  quedando finalizada la variable aleatoria  $Z$  de la siguiente manera:



$$Z = \begin{cases} v^{k_x+1}, & \text{Si } k_x \in \{1,2,3,, n-1\} \\ 0, & \text{Caso contrario} \end{cases} \quad (10)$$

El **seguro de vida entera** es realizado mediante un contrato indeterminado se garantiza la indemnización con independencia del momento del fallecimiento del asegurado. Para tarifar este seguro sin pedida de generalidad se considera el caso continuo en el cual el pago de la indemnización se le realiza inmediatamente al momento del fallecimiento del asegurado con un capital asegurado igual a una unidad monetaria. A partir de lo cual se define la variable Z de la siguiente forma:

$$Z = v^{t_x}, t_x \geq 0 \quad (11)$$

La prima pura de la operación se denota por  $\overline{A}_x$  y está dada por la siguiente expresión:

$$A_x = E[Z] = \int_0^n e^{-\delta t} t p_x u_{x+t} dt \quad (12)$$

Para el caso discreto donde la prestación se realiza al finalizar del año del fallecimiento la variable aleatoria Z está dada por la siguiente expresión:

$$Z = v^{k_x}, \text{ Si } k_x \in \{1,2,3,, w\} \quad (13)$$

Donde w es el infinito actuarial. La prima pura en este caso se denota por  $A_x$  y se expresa de la siguiente forma:

$$A_x = E[Z] = \sum_{x=0}^{w-(x+1)} v^{k1} k p_x + q_x + x \quad (14)$$

La varianza de la variable aleatoria Z está dada por la siguiente expresión:

$$\text{Var}[Z] = E[Z^2] - (E[Z])^2 = 2_{A_x} - (A_x)^2 \quad (15)$$

Donde:

$$2_{A_x} = \sum_{x=0}^{w-(x+1)} v^{2(k1)} k p_x + q_x + x \quad (16)$$

Es el segundo momento de Z.

El **seguro de vida en caso de supervivencia**, es el tipo de seguro en el cual el asegurador garantiza el pago de un capital si el asegurado sobrevive un determinado período definido en el contrato. Para tarifar este tipo de seguro de vida sin pérdida de generalidad, se considera un capital asegurado igual a una unidad monetaria pagadero al transcurrir un plazo de n determinado período con lo cual se define la variable aleatoria “valor actual de la prestación a una tasa de interés i” denotada por Z en donde:



$$Z = \begin{cases} 0, & \text{Si } t_x < n \\ v^n, & \text{Si } t_x \geq n \end{cases} \quad (16)$$

En este caso la prima pura, dada por la esperanza de la variable aleatoria Z se la denota por  $\bar{A} \frac{1}{z:n|}$ , y se expresa de la siguiente forma:

$$\bar{A} \frac{1}{z:n|} = E[Z] = v^n np_x \quad (17)$$

A esta expresión también se le denomina factor de descuento actuarial y se denota por  $nF_x$ .

La varianza de la variable aleatoria Z está dada por la siguiente expresión:

$$\text{Var}[Z] = E[Z^2] - (E[Z])^2 = 2\bar{A} \frac{1}{z:n|} = \left(\bar{A} \frac{1}{z:n|}\right)^2 \quad (18)$$

Donde:

$$2\bar{A} \frac{1}{z:n|} = v^{2n} np_x \quad (20)$$

Es el segundo momento de Z.

## Resultados y discusión

La presente sección describe la implementación de modelos matemáticos, estadística en la optimización de la tarificación de seguros de vida y siniestros en el Ecuador. Se realiza una descripción de la implementación propuestas con el empleo del lenguaje R.

### Aplicativo para tarificación de seguro de vida en R

Para el procesamiento en la tarificación de seguro de vida en el aplicativo R se definieron un conjunto de funciones que se encuentran en el paquete *lifecontengencies*. La base de cálculo se basa sobre la norma reglamentaria ecuatoriana “US CSO 180 –Hombre” y la tasa de interés reglamentaria del 4%.

#### Función Exn

La función Exn evalúa un seguro de supervivencia o total puro. Los argumentos de esta función son los siguientes:

*Exan* (*actuaritable*, *x,n,i*)

Donde:

*actuaritable*: es el nombre del objeto tabla mortalidad.

*x*: edad del individuo,

*n*: número de pedidos del total puro,



i: tasa de interés técnico.

La función  $Axw$  evalúa un seguro de vida en caso de fallecimiento. Los argumentos de esta función son los siguientes:

$Axan$  (*actuariltable*,  $x, n, i, m, k$ )

Donde:

actuariltable: es el nombre del objeto tabla mortalidad;

x: edad del individuo;

n: número de pedidos de seguro de vida de vigencia temporal para seguro de vida entero, n se omite;

i: tasa de interés técnico;

m: número de pedidos diferidos;

k: número de pagos fraccionados por período.

La función  $AExn$  evalúa un seguro de vida mixto. Los argumentos de esta función son los siguientes:

$AExan$  (*actuariltable*,  $x, n, i, k$ )

Donde:

actuariltable: es el nombre del objeto tabla mortalidad.

x: edad del individuo,

n: número de pedidos vigente del contrato,

i: tasa de interés técnico.

k: número de pagos fraccionados por período.

La función  $IAXn$  evalúa un seguro de vida con cobertura creciente variable en progresión aritmética. Los argumentos de esta función son los siguientes:

$IAXn$  (*actuariltable*,  $x, n, i, k$ )

Donde:

actuariltable: es el nombre del objeto tabla mortalidad.

x: edad del individuo,

n: número de pedidos de vigencia de seguros temporal, para un seguro de vida entero n se omite.

i: tasa de interés técnico.

k: número de pagos fraccionados por período.



La función  $DA_{xn}$  evalúa un seguro de vida con cobertura decreciente variable en progresión aritmética. Los argumentos de esta función son los siguientes:

$DA_{xn}$  (*actuariltable*,  $x, n, i, k$ )

Donde:

actuariltable: es el nombre del objeto tabla mortalidad.

$x$ : edad del individuo,

$n$ : número de pedidos vigente de seguros de vida temporal, para un seguro de vida entero  $n$  se omite,

$i$ : tasa de interés técnico.

$k$ : número de pagos fraccionados por período.

La función  $A_{xn}$  evalúa una renta actuarial. Los argumentos de esta función son los siguientes:

$A_{xn}$  (*actuariltable*,  $x, n, i, m, k$ , *paiment*)

Donde:

actuariltable: es el nombre del objeto tabla mortalidad.

$x$ : edad del individuo,

$n$ : número de pedidos para una renta actuarial temporal, para renta actuarial vitalicia  $n$  se omite,

$i$ : tasa de interés técnico.

$m$ : número de pedidos diferidos

$k$ : número de pagos fraccionados por período.

*paiment*: tipo de pago el cual puede ser "inmediato" cuando trata de una renta pospagable, o "due" si se trata de una renta prepagable.

La función  $I_{axn}$  evalúa una renta actuarial prepagable con cuantía creciente en progresión aritmética. Los argumentos de esta función son los siguientes:

$I_{axn}$  (*actuariltable*,  $x, n, i, m$ )

Donde:

actuariltable: es el nombre del objeto tabla mortalidad.

$x$ : edad del individuo,

$n$ : número de pedidos para una renta actuarial temporal, para una renta actuarial vitalicia  $n$  se omite,



i: tasa de interés técnico,

m: número de pedidos diferidos.

### Tarifa de seguro de vida individual

A partir del uso de las funciones descritas para la tarificación de seguro de vida en R con el uso de la tabla mortalidad US CSO 1980 para fumadores y no fumadores, con el uso de aplicación interactiva creada mediante el entorno R Studio disponible en: <https://ricardoarias.shinyapps.io/CodigoT/>, se realiza el cálculo de tarifa de seguro de vida individual.

Proyecto de Investigación EPN Cotizador Individual Cotizador Colectivo

#### Tarificador de Seguros de vida

**Información del Asegurado**  
Ingrese su fecha de nacimiento:  
1982-11-21  
aaaa-mm-dd  
Usted tiene 40 años  
Seleccione su género:  
Femenino  
Fuma:  
 Sí  
 No  
Elija el tipo de Seguro de Vida:  
Vida Entera  
Cuantía:  
1  
Valor en dólares (\$)

**Detalle del Seguro**  
Tasa de interés:  
4  
Valor en porcentaje (%)  
Diferir póliza:  
No  
Fraccionar póliza:  
No

**Forma de Pago**  
 Único pago  
 Renta temporal prepagable  
Tarifa Reserva Gráfica  
La prima pura del seguro es de:  
\$ 2,248.88  
La prima nivelada del seguro es de:  
\$ 36.98

**Figura 3.** Cálculo de tarifa de seguro de vida individual.

**Fuente:** Elaboración propia con el uso del sistema <https://ricardoarias.shinyapps.io/CodigoT/>

El caso de estudio que se ilustra corresponde a una mujer de 40 años que desea adquirir un seguro de vida por 40 años a partir del siguiente año donde desea dejar una cuantía a su beneficiario de 40 000 en caso de fallecimiento. El contrato realizado expresa la intención de realizar el pago de una renta prepagable mensual de 5 años. A partir del contexto se necesita calcular la prima pura de la operación y la prima nivelada.

Para el caso de análisis el tarificador de seguro de vida calcula la prima de operaciones pura en \$ 2011.18 y la prima nivelada que debe cancelar la persona en \$ 36.98 mensuales.



### Tarifa de seguro de vida colectivo

Con el objetivo de realizar un portafolio de seguro de vida se usó la información de participantes de una unidad administrativa a quienes se les realiza una tarificación de seguro de vida temporal con una duración de 5 años que pagará una cuantía de \$20 000 en caso de fallecimiento la cual sería pagada mediante una renta anual de la misma duración de la póliza con una tasa de interés reglamentaria del 4%.

ID	Género	Edad	Prima Pura	Prima Nivelada	V1	V2	V3	V4	V5	V6
xc000002	Masculino	40	5407.26	1173.46	0.00	1177.29	2401.31	3674.49	4998.96	6377.49
xc000003	Femenino	40	4815.78	1044.67	0.00	1047.03	2134.99	3266.01	4442.35	5666.36
xc000004	Femenino	40	4815.78	1044.67	0.00	1047.03	2134.99	3266.01	4442.35	5666.36
xc000005	Femenino	40	4815.78	1044.67	0.00	1047.03	2134.99	3266.01	4442.35	5666.36
xc000006	Femenino	34	3938.72	853.15	0.00	860.10	1754.95	2685.41	3652.81	4658.73
xc000007	Femenino	34	3938.72	853.15	0.00	860.10	1754.95	2685.41	3652.81	4658.73
xc000008	Femenino	40	4815.78	1044.67	0.00	1047.03	2134.99	3266.01	4442.35	5666.36
xc000009	Femenino	40	4815.78	1044.67	0.00	1047.03	2134.99	3266.01	4442.35	5666.36
xc000010	Femenino	40	4815.78	1044.67	0.00	1047.03	2134.99	3266.01	4442.35	5666.36
xc000011	Femenino	40	4815.78	1044.67	0.00	1047.03	2134.99	3266.01	4442.35	5666.36
xc000012	Masculino	40	5407.26	1173.46	0.00	1177.29	2401.31	3674.49	4998.96	6377.49
xc000013	Masculino	40	5407.26	1173.46	0.00	1177.29	2401.31	3674.49	4998.96	6377.49
xc000014	Masculino	40	5407.26	1173.46	0.00	1177.29	2401.31	3674.49	4998.96	6377.49
xc000015	Femenino	40	4815.78	1044.67	0.00	1047.03	2134.99	3266.01	4442.35	5666.36
xc000016	Femenino	40	4815.78	1044.67	0.00	1047.03	2134.99	3266.01	4442.35	5666.36
xc000017	Femenino	40	4815.78	1044.67	0.00	1047.03	2134.99	3266.01	4442.35	5666.36
xc000018	Femenino	40	4815.78	1044.67	0.00	1047.03	2134.99	3266.01	4442.35	5666.36
xc000019	Masculino	40	5407.26	1173.46	0.00	1177.29	2401.31	3674.49	4998.96	6377.49
xc000020	Masculino	40	5407.26	1173.46	0.00	1177.29	2401.31	3674.49	4998.96	6377.49

Figura 4. Ejemplo para el caso de estudio de tarificador de seguro de vida.

Fuente: Elaboración propia con el uso del sistema <https://ricardoarias.shinyapps.io/CodigoT/>

La figura 5 muestra el resultado del procesamiento realizado donde se describe una composición del portafolio fue de 13 mujeres y 6 hombres con una edad entre 34 y 40 años siendo la edad promedio de 39 años. La prima pura total de este portafolio resultó ser de \$ 93294.55 y la prima nivelada \$ 20238.37 siendo el grupo de mujeres quienes contribuyen en el mayor medida a estos valores.



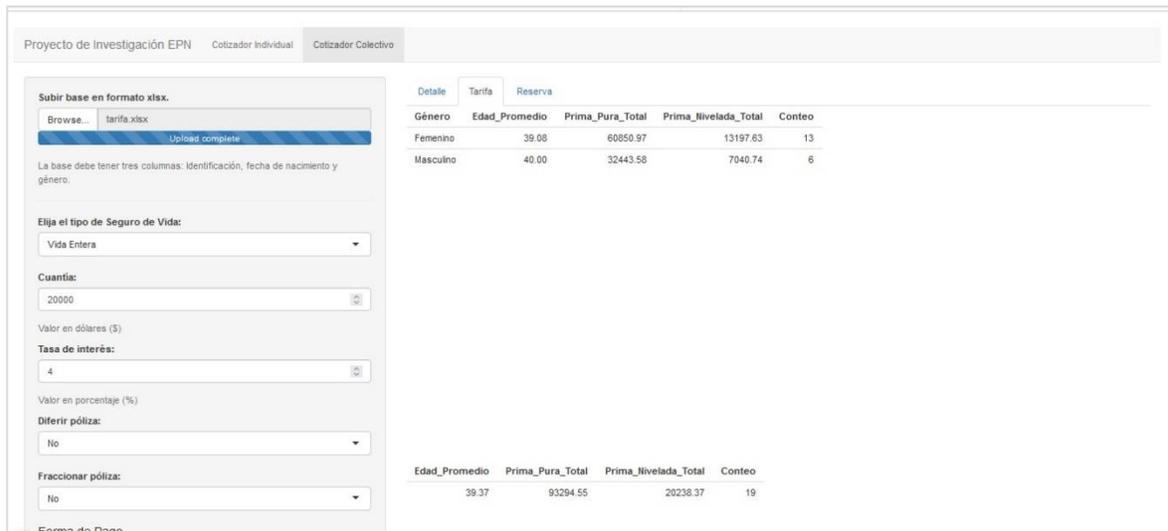


Figura 5. Ejemplo para el caso de estudio de tarificador de seguro de vida.

Fuente: Elaboración propia con el uso del sistema <https://ricardoarias.shinyapps.io/CodigoTV/>

## Conclusiones

Con el desarrollo de la presente investigación se logró un estudio sobre el uso de modelos matemáticos, estadística y lenguaje R en la optimización de la tarificación de seguros de vida y siniestros en el Ecuador. Se toma como referencia las bases estadísticas financiera como base de cálculo basadas en estándares. Los parámetros utilizados para la correcta tarificación fueron la tabla de mortalidad y el tipo de interés técnico.

En la investigación realizada, la reserva matemática se estimó a partir de la prima como parámetro complementario para tarificar los seguros de vida y calcular la reserva matemática basada en la tabla de mortalidad US CSO 1980 y US CSO 1980 BASIC. Se emplean como parámetros de entrada el interés técnico del 4 % reglamentario, la clasificación por género la condición de fumador.

## Conflictos de intereses

Los autores no poseen conflictos de intereses.

## Contribución de los autores

1. Conceptualización: Socrates Emilio Haro Guanga, Edison Wilfrido Lascano Mora, Leonardo Rogelio Paladines Zurita, Franklin Orlando Vizuetu Vizuetu.



Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo **Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0)**

2. Curación de datos: Leonardo Rogelio Paladines Zurita, Franklin Orlando Vizuetu Vizuetu.
3. Análisis formal: Leonardo Rogelio Paladines Zurita, Franklin Orlando Vizuetu Vizuetu.
4. Investigación: Socrates Emilio Haro Guanga, Edison Wilfrido Lascano Mora.
5. Metodología: Socrates Emilio Haro Guanga, Edison Wilfrido Lascano Mora.
6. Software: Socrates Emilio Haro Guanga, Edison Wilfrido Lascano Mora.
7. Supervisión: Socrates Emilio Haro Guanga.
8. Validación: Leonardo Rogelio Paladines Zurita, Franklin Orlando Vizuetu Vizuetu.
9. Visualización: Socrates Emilio Haro Guanga.
10. Redacción – borrador original: Socrates Emilio Haro Guanga, Edison Wilfrido Lascano Mora, Leonardo Rogelio Paladines Zurita, Franklin Orlando Vizuetu Vizuetu.
11. Redacción – revisión y edición: Socrates Emilio Haro Guanga, Edison Wilfrido Lascano Mora, Leonardo Rogelio Paladines Zurita, Franklin Orlando Vizuetu Vizuetu.

## Financiamiento

La investigación no requirió fuente de financiamiento externo.

## Referencias

- Boj, E. (2006). Tarificación del seguro del automóvil: métodos de análisis multivariante. *Boletín de Estadística e Investigación Operativa. BEIO*, 22(4), 22-31.
- Cordero, M. d. L. G., Segovia-Vargas, M. J., & Escamilla, M. R. (2017). Análisis del riesgo de caída de cartera en seguros: metodologías de “inteligencia artificial” vs “modelos lineales generalizados”. *Economía Informa*, 407, 56-86. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0185084917300592>
- Delgado, H. M. (2011). *Gestión integral de riesgos y seguros: Para empresas de servicios, comercio e industria*. Ecoe ediciones.
- Echemendía Tocabens, B. (2011). Definiciones acerca del riesgo y sus implicaciones. *Revista cubana de higiene y epidemiología*, 49(3), 470-481. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=s1561-30032011000300014](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s1561-30032011000300014)
- Financiero, C. (2014). Código Orgánico Monetario y Financiero. *Código Orgánico Monetario y Financiero*, 104.



- Gallo, C. C. (2016). La política monetaria del Ecuador 1999-2015. *Revista Ciencias Pedagógicas e Innovación*, 4(1).  
<https://incyt.upse.edu.ec/pedagogia/revistas/index.php/rcpi/article/download/129/121>
- Hernández Solís, M. (2013). Tarificación en seguros de vida con la medida de riesgo esperanza distorsionada.  
<https://eprints.ucm.es/20925/1/T34405.pdf>
- Martínez Méndez, D. M., Rivera Gómez, M. A., & Rivera Vega, C. J. (2020). *Tarificación de un seguro colectivo de vida para la empresa minera" CH Nicaragua S. A"*  
<http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/8330/1/245728.pdf>
- Mas, J.-F. (2018). Análisis espacial con R: usa R como un sistema de información geográfica. *European Scientific Institute Publishing*.
- Solís, M. H. (2013). Principios de cálculo de prima basados en una medida de riesgo coherente para su empleo en la tarificación actuarial de un seguro del ramo de vida: Aplicación a un seguro con cobertura de supervivencia (seguro de rentas). *Revista Ibero-Latinoamericana de seguros*, 22(38).  
<https://revistas.javeriana.edu.co/index.php/iberoseguros/article/view/12086/9994>

