

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA

UNAN - LEÓN

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA Y ESTADÍSTICA



**VALUACIÓN ACTUARIAL DE RESERVAS TÉCNICAS Y
MATEMÁTICAS EN EL SISTEMA ASEGURADOR DE NICARAGUA.**

**TESIS PARA OPTAR AL TÍTULO DE
LICENCIADO EN
CIENCIAS ACTUARIALES Y FINANCIERAS**

Presentada por:

Br. Roxana Pamela Rojas Chavarría

Br. Dayhania María Rueda Castillo

Br. Jorge Luis Salinas Andrade

Tutor:

Lic. Roberto Novoa

León, 2013

DEDICATORIA

A Dios, por regalarme el don de la vida y ser mi fortaleza, por concederme sabiduría y entendimiento para llegar con éxito a la culminación de mi carrera universitaria.

A mis padres, por apoyarme siempre, brindándome la educación necesaria, sabios consejos y ejemplo de vida, enseñándome a no rendirme ante las dificultades y dar lo mejor de sí mismo.

A mi hermano, por creer en mí y ser el motor que me impulsa a ser mejor cada día.

A mis amigos, por siempre estar a mi lado en momentos de alegría y de dificultades, experiencias que me ayudaron a crecer como persona en el transcurso de mi formación profesional.

A aquellos que cuando más lo necesitaba me tendieron la mano y, con su experiencia personal y laboral me ayudaron a demostrarme a mi misma que soy capaz de hacer lo que me proponga porque nada es imposible, a todos ellos gracias, porque me ayudaron a hacer de mis metas una realidad latente. Dios los Bendiga.

Roxana Pamela Rojas Chavarría

A Dios: Por la vida que me regalo por darme fortaleza y sabiduría.

A mis padres: Por ayudarme a cumplir mis metas guiándome siempre con su cariño, comprensión y fortaleza enseñándome que perseverando en los momentos más difíciles lograría obtener el éxito en las cosas más importantes de mi vida cumpliendo ahora mi sueño más anhelado culminar mi carrera universitaria.

A mi hermano: Por ser el motivo más importante para ser mejor persona cada día y para ser su ejemplo que las metas que uno se propone las puede cumplir siempre que haya dedicación de uno mismo como persona.

A mi abuela materna: Por su cariño incondicional y consejos que me han ayudado a ser una mejor persona cada día.

A mi familia, amigos y personas especiales: Por su apoyo incondicional en los momentos malos y buenos de mi vida.

Dayhania María Rueda Castillo.

A Dios, por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud así como sabiduría para lograr mis objetivos, además de su infinito amor y bondad.

A mi abuela, por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores y ser el pilar fundamental en todo lo que soy.

A mi padre, por su ejemplo de perseverancia y constancia que lo caracterizan y que me ha infundado siempre, y por su incondicional apoyo perfectamente mantenido a través del tiempo.

A mis Familiares, por estar conmigo y apoyarme, a mi tía Socorro Salina por su ejemplo de superación y la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien.

A mis Amigos, que nos hemos apoyado mutuamente en nuestra formación profesional y también a todos aquellos amigos de la fe que Dios me ha puesto en mi camino y que han sido mi soporte y mi fortaleza.

Jorge Luis Salinas Andrade

AGRADECIMIENTO

Agradecemos especialmente a quienes hicieron posible con su apoyo permitirnos alcanzar exitosamente la finalización de esta etapa académica:

A Dios: Por darnos el regalo de la vida, brindarnos el don de la sabiduría y permanecer en todo momento junto a nosotros, guiando nuestro camino para ahora lograr la culminación de nuestra carrera.

A nuestros padres: Por su comprensión, cariño y sacrificio en su apoyo incondicional, por haber creído en nosotros haciéndonos personas de bien como futuros contribuyentes de la base sólida de la sociedad.

A nuestro tutor: Lic. Roberto Novoa, por su amistad, paciencia, dedicación y conocimientos brindados de manera desinteresada en la realización de este trabajo.

A los profesores: Que a lo largo de nuestra educación nos transmitieron sus conocimientos de manera oportuna, permitiéndonos alcanzar la meta tan deseada como es llegar al final de nuestra formación como profesionales.

Con mucho cariño:

Roxana, Dayhania y Jorge.

INDICE

I. Introducción.....	1
II. Objetivos.....	3
III.Marco Teórico.	4
1. Reseña histórica	4
2. Aspectos generales de seguro	6
3. Las primas en una empresa de seguros.....	7
4. La reservas técnicas en una empresa de seguros.....	10
5. Generalidades de la Ley general de seguro reaseguro y fianza.....	11
6. Norma sobre constitución de reservas técnicas.....	12
7. Reserva Matemática del Seguro de Vida Individual.....	17
8. Planes Tradicionales del Seguro de Vida Individual.....	18
9. Clasificación de las primas del seguro de vida individual.....	19
10. Fórmulas de los Planes Tradicionales de Vida Individual.....	20
11. Principio de equivalencia actuarial.....	23
12. Métodos de Valuación de Reserva.....	23
13. Sistema de Cálculo de Reserva Terminal Prima Neta Nivelada.....	24
14. Ejemplo de Reserva Matemática utilizando el sistema de la Prima Neta Nivelada.....	27
15. Sistema del Año Temporal Preliminar Completo.....	31
16. Ejemplo de Reserva Matemática utilizando el ATPC.....	36
17. Los comisionados.....	39
18. Ejemplo de Reserva Matemática utilizando el sistema de los Comisionados.....	44
19. Reserva media.....	49
20. Ejemplo del Reserva Media para los diferentes Sistemas de Cálculo.....	50

21. Reserva de riesgo en curso o prima no devengada.....	55
22. Reservas de obligaciones pendientes de cumplir.....	56
23. Reservas de previsión.....	59
24. Reservas catastróficas.....	61
25. Importancia de la constitución de reservas técnicas en la empresa.....	64
IV. Diseño metodológico.....	66
V. Resultados.....	68
VI. Conclusiones.....	73
VII. Recomendaciones.....	75
VIII. Bibliografía.....	76
IX. Anexo.....	77



I. INTRODUCCIÓN

Al igual que en el caso de los seguros, no podemos saber con exactitud cuando y donde surgieron por primera vez las llamadas reservas de seguros, pero tenemos la certeza de que fue muy poco tiempo después de iniciarse la actividad aseguradora como tal, ya que los problemas de solvencia al momento de hacer frente a las reclamaciones no se hicieron esperar.

En sus inicios, cuando las primeras compañías de seguros empezaron a operar de manera formal, su principal preocupación fue no solo definir los tipos de seguros que se ofrecerían, sino que pusieron gran interés en determinar muchos otros aspectos importantes como la cobertura que estos tendrían, las condiciones de las pólizas, los gastos y costos que se generarían y que debían tomarse en cuenta para el cálculo de la prima. Sin embargo, a pesar de la notable preocupación y esfuerzo de estas instituciones por contemplar todos y cada uno de los detalles necesarios para el buen funcionamiento de la nueva actividad, la inexperiencia y la inmadurez se hicieron notar ya que se descuidó un detalle importante al no contemplarse la conformación de un fondo que sirviera como base para poder responder ante las reclamaciones en caso de que éstas se hicieran presentes.

Una vez que la compañía estaba establecida y aparentemente consolidada, se comenzaban a expedir las pólizas y se vendían los diferentes tipos de seguros cobrándose la prima respectiva para cada uno de ellos, desafortunadamente los recursos que se acumulaban del cobro de estas primas no tenían un destino definido sino que eran designados para el mejoramiento de la infraestructura o simplemente eran absorbidos como parte de las ganancias por los mismos accionistas y así, cuando empezaban a surgir las reclamaciones por parte de los asegurados, la aseguradora no contaba con el capital suficiente para respaldar y cubrir todos los siniestros.

Al principio las aseguradoras comenzaron a retrasar el pago de las exigencias, pero poco a poco el retraso era mayor y el capital era cada vez más insuficiente. Tiempo después dichas compañías entendieron que se debía formar un fondo con un monto que permitiera cubrir los gastos y reclamaciones que la compañía esperaba tener al final del año.

Con el paso del tiempo el sector asegurador fue madurando y la conformación de dicho monto comenzó a ser de vital importancia para las empresas de seguros. A dicho monto recaudado por las primas, se le denominó reserva, que no es más que el dinero que se recaba por concepto de primas, se integra a un fondo que se utiliza para hacer frente a los siniestros e indemnizaciones, es decir, dicho fondo se usa para hacer frente a las posibles reclamaciones de los Asegurados.

Luego las empresas al darse cuenta que la reserva era una cantidad considerable de capital que se mantenía estancado, decidieron invertirla para obtener rendimientos que apoyaran la solvencia económica de la empresa. Posteriormente al incrementarse el número y tipo de pólizas expedidas, las compañías se vieron en la necesidad de manejar por separado las reservas correspondientes a cada ramo.

La conformación de la llamada reserva se convirtió en un sistema completo en el cual el fondo se constituía ya no solo empíricamente, sino que se calculaba un estimado del número y monto de



los riesgos que serían reclamados dependiendo de las características de las pólizas para de esta forma distribuir el capital percibido por las primas de la manera más adecuada.

Mientras más completo y complejo se hizo el sistema de reservas también fue demandando mayor responsabilidad y cuidado para el buen funcionamiento del sector, por lo que después es implementado un proceso de valuación de reservas. Dicho proceso tiene como objetivo vigilar, evaluar y corroborar que la cantidad conformada en la reserva sea suficiente para afrontar los siniestros esperados.

Por lo descrito anteriormente en lo referente a la valuación de reservas técnicas y matemáticas, el no analizarlas puede causar diversos problemas de solvencia para el pago de siniestros, e incluso el análisis tardío puede incrementar el problema y no tener posibilidad de corrección.

Por tanto, el presente trabajo tiene como objeto definir los aspectos generales del seguro y las reservas que nos permiten tener un mejor entendimiento de su funcionalidad dentro de las compañías de seguro, especificar los marcos legales y normativos que rigen el cálculo de las reservas técnicas y matemáticas en el sistema asegurador nicaragüense, explicando y ejemplificando el cálculo de las mismas, así como su importancia dentro del ámbito asegurador.

Razón por la cual dicho trabajo lo realizamos con el fin de contribuir en la generación de conocimiento, al establecer pautas hacia las diferentes metodologías de valuación de las reservas técnicas y matemáticas, sirviendo como punto de referencia para los estudiantes y profesionales de la Licenciatura en Ciencias Actuariales y Financieras, como a todas aquellas personas que han adquirido dichos conocimientos en el ejercicio de sus labores en el sistema asegurador (personas de conocimientos empíricos), que deseen profundizar en el tema. Al mismo tiempo reafirmar a las compañías Aseguradoras de Nicaragua ante la necesidad evidente de calcular la cantidad de recursos económicos suficientes que una compañía debe poseer para cumplir con las obligaciones adquiridas con sus clientes. Este objeto se alcanza a través del estudio detallado de las reservas técnicas y matemáticas.



II. OBJETIVOS

Objetivo general:

- Efectuar el cálculo de reservas técnicas y matemáticas mediante la descripción de los marcos legales y normativos a los que se rige el sistema asegurador de Nicaragua, utilizando métodos actuariales basados en la aplicación de estándares internacionales.

Objetivos específicos:

- Definir aspectos generales del seguro y las reservas.
- Especificar los marcos legales y el marco normativo del cálculo de reservas.
- Explicar y ejemplificar los tipos de reservas constituidos en el sistema asegurador Nicaragüense.
- Determinar la importancia de las reservas constituidas.



III. MARCO TEÓRICO

RESEÑA HISTÓRICA DEL SEGURO.

La historia del Seguro se remonta a las antiguas civilizaciones de donde se utilizaban prácticas que constituyeron los inicios de nuestro actual sistema de Seguros. Probablemente las formas más antiguas de Seguros fueron iniciadas por los Babilonios y los Hindúes. Estos primeros contratos eran conocidos bajo el nombre de Contratos a la Gruesa y se efectuaban, esencialmente, entre los banqueros y los propietarios de los barcos. Con frecuencia, el dueño de un barco tomaría prestados los fondos necesarios para comprar carga y financiar un viaje.

El contrato de Préstamo a la Gruesa especificaba que si el barco o carga se perdía durante el viaje, el préstamo se entendería como cancelado. Naturalmente, el costo de este contrato era muy elevado; sin embargo, si el banquero financiaba a propietarios cuyas pérdidas resultaban mayores que las esperadas, este podía perder dinero.

Los vestigios del Seguro de Vida se encuentran en antiguas civilizaciones, tal como Roma, donde era acostumbrado por las asociaciones religiosas, coleccionar y distribuir fondos entre sus miembros en caso de muerte de uno de ellos.

Con el crecimiento del comercio durante la Edad Media tanto en Europa como en el Cercano Oriente, se hizo necesario garantizar la solvencia financiera en caso que ocurriese un desastre de navegación. Eventualmente, Inglaterra resultó ser el centro marítimo del mundo, y Londres vino a ser la capital aseguradora para casco y carga.

El Seguro de Incendio surgió más tarde en el siglo XVII, después que un incendio destruyó la mayor parte de Londres.

Después de ese suceso se formularon muchos planes, pero la mayoría fracasaron nuevamente, debido a que no se constituían reservas adecuadas para enfrentar las pérdidas subsecuentes de las importantes conflagraciones que ocurrieron.

Las sociedades con objeto asegurador aparecieron alrededor de 1720 y en las etapas iniciales los especuladores y promotores ocasionaron el fracaso financiero de la mayoría de estas nuevas sociedades.

Eventualmente las repercusiones fueron tan serias, que el Parlamento restringió las licencias de tal manera que sólo hubo dos compañías autorizadas. Estas aún son importantes compañías de Seguros en Inglaterra como la Lloyd de Londres.

Junto a los seguros ya existentes relativos a siniestros producidos por siniestros naturales, surgen los que tienen que asegurar los perjuicios causados por actos del hombre. En consecuencia, surgen los seguros de personas que requieren de una mayor base científica.



Cabe destacar, en este sentido, los trabajos desarrollados por Pascal y Fermat sobre el cálculo de probabilidades, estudios como los de Halley sobre mortalidad y formulación como la Ley de los Grandes Números de Bernoulli. A través de estos principios se asentaron las bases científicas de la actividad aseguradora.

Con esto comienzan a surgir las compañías aseguradoras alrededor del mundo lo que crea un desarrollo financiero que impulsa la economía de los países en que se encuentran.

En Nicaragua la actividad aseguradora surge tardíamente en relación a otros países y su aparición obedece, principalmente, a la inserción de la economía nicaragüense en el mercado mundial, a través del café.

La organización y el impulso a la actividad aseguradora correspondieron inicialmente a empresarios extranjeros. Es así como a principios del siglo pasado (1910) aparecen en el panorama nacional Agentes y Agencias de empresas extranjeras de seguros como el Sol de Canadá, la Confederación del Canadá y la Manufacturer Life, en el ramo de vida, y la Home Insurance Co. en el ramo de daños.

No será sino hasta unos 30 años después que el Sr. Adán Palacios funda y organiza (1940) la primera aseguradora nicaragüense, la Compañía Nacional de Seguros, con capital privado y del Estado (Banco Nacional de Nicaragua). En los 40 años siguientes se crean nuevas compañías, de modo que al 19 de julio de 1979 operaban en Nicaragua doce compañías de seguros: seis nacionales y seis extranjeras.

Compañías Nacionales.

1. Compañía Nacional de Seguros de Nicaragua.
2. Compañía de Seguros La Protectora S.A.
3. La Inmobiliaria de Seguros S.A.
4. Compañía de Seguros La Occidental. S.A.
5. Compañía Nicaragüense de Seguros. S.A.
6. Compañía de Seguros La Capital S.A.

Compañías Extranjeras.

1. La Pan American Life Insurance, Co.
2. Citizens Standard Life Insurance. Co.
3. The American Home Insurance, Co.
4. American Life Insurance, Co.
5. British American Insurance, Co.
6. The Home Insurance, Co.

Con la nacionalización del seguro y la creación de INISER, (Octubre de 1979) esta institución sumió el monopolio de los seguros en Nicaragua, situación que dura hasta el año 1996, a partir del cual se restableció el libre ejercicio de la actividad aseguradora en nuestro país, de modo que existen las siguientes compañías.



1. Iniser.
2. Seguros América
3. Compañía de Seguros Metropolitana
4. Compañía de Seguros Centroamericana
5. Compañía de Seguros Pacífico

Hasta las compañías actuales:

1. Iniser.
2. Seguros América
3. ASSA Compañía de Seguros
4. Seguros Lafise
5. Mapfre

ASPECTOS GENERALES DEL SEGURO Y LAS RESERVAS.

El seguro.

Es un contrato por el cual una de las partes (el asegurador) se obliga, mediante una prima que le abona la otra parte (el asegurado), a resarcir un daño o cumplir la prestación convenida si ocurre el evento previsto, como puede ser un accidente o un incendio, entre otras.

El contrato de seguro puede tener por objeto toda clase de riesgos si existe interés asegurable, salvo prohibición expresa de la ley. Por ejemplo:

- Los riesgos de los incendios.
- Los riesgos de las cosechas.
- La duración de la vida de uno o más individuos.
- Los riesgos del mar.
- Los riesgos de los transportes por aire o tierra.

Clasificación de los Seguros.

Según se hallen a cargo del Estado, en su función de tutela o de la actividad aseguradora privada, se dividen en seguros sociales y seguros privados.

- Seguros sociales: Los seguros sociales tiene por objeto amparar a la clase trabajadora contra ciertos riesgos, como la muerte, los accidentes, la invalidez, las enfermedades, la desocupación o la maternidad. Son obligatorios, sus primas están a cargo de los asegurados y empleadores, y en algunos casos el Estado contribuye también con su aporte para la financiación de las indemnizaciones. Otra de sus características es la falta de una póliza, con los derechos y obligaciones de las partes, dado que estos seguros son establecidos por leyes y reglamentados por decretos, en donde se precisan esos derechos y obligaciones.



- Seguros privados: Estos seguros son los que el asegurado contrata voluntariamente para cubrirse de ciertos riesgos, mediante el pago de una prima que se halla a su cargo exclusivo.

Además de estas características podemos señalar que: Los seguros privados se concretan con la emisión de una póliza – el instrumento del contrato de seguro – en la que constan los derechos y obligaciones del asegurado y asegurador.

De acuerdo con su objeto los seguros privados pueden clasificarse en seguros sobre las personas y seguros sobre las cosas.

- Seguros sobre las personas: El contrato de seguro sobre las personas comprende todos los riesgos que puedan afectar a la existencia, integridad corporal o salud de un asegurado. Como son los seguros sobre la vida, los seguros contra accidentes y los seguros contra enfermedades.
- Seguros sobre las cosas: son aquellos seguros de carácter patrimonial, cuyo interés asegurable es el bienestar de un bien físico material tales como infraestructuras, mercancías, entre otros.

La importancia que tiene el seguro en la sociedad se debe a que muchas de las actividades que se realizan a diario están expuestas a diferentes tipos de peligros o eventualidades que pueden tener una grave repercusión en el normal desarrollo del diario vivir o hasta aquellas actividades que se consideran normales y sin ningún tipo de riesgo que por lo incierto que puede ser el destino también pueden estar expuestas a algunos sucesos graves, ya sea que se den de manera fortuita, por actividad imprudente o por otras personas, por tanto se deben buscar medios que sean útiles para poder atender las posibles eventualidades y así no quedar muy mal parados luego de un hecho poco agradable, lo que traslada a los seguros que por su contenido brindan una ayuda considerable para reparar algunas cosas y de tal forma poder cubrir algunos costos y así la situación no sea del todo mala.

Sin duda alguna el alcance de este tipo de contrato hace notar en gran medida la importancia de los seguros, ya que tendrán gran acción dentro de los eventos desafortunados al suplir las necesidades económicas para atender los diferentes gastos de reparación, por lo cual la actividad aseguradora dentro de la sociedad cobra cada vez más fuerza, además que la ampliación de los seguros a diferentes campos los hace más útiles para las personas y sus actividades.

LAS PRIMAS EN UNA EMPRESA DE SEGUROS.

Definición de Prima.

“La prima del seguro no es otra cosa que el pago que exige el asegurador al asegurado por la obligación que asume en el contrato para la indemnización del riesgo. Así mismo, es la obligación principal del asegurado, para tener derecho a la indemnización”.

El Diccionario básico de seguros la define como:

“La aportación económica que ha de satisfacer el contratante o asegurado a la entidad aseguradora, en concepto de contraprestación por la cobertura del riesgo que esta le ofrece. Desde el punto de vista jurídico, es el elemento real más importante del contrato de seguro,



porque su naturaleza, constitución y finalidad lo hace ser esencialmente típico de dicho contrato.”

La prima es tan esencial ya que el asegurador no podrá constituir los fondos necesarios para el pago de los siniestros si estas no son suficientes, y además no existiría seguro si estas no son pagadas.

El Art. 46 de la Ley General de Instituciones de Seguros Dice.

Las Tarifas Deberán Cumplir los Sigüientes Requisitos.

- a) Deberán observar los principios de suficiencia y equidad.
- b) Deberán ser el resultado de información estadística que cumpla exigencias de homogeneidad y representatividad.
- c) Tener respaldo de reaseguradores de reconocida solvencia, técnica y financiera en aquellos riesgos que por su naturaleza llenan las exigencias contenidas en el inciso anterior.

LA PRIMA DE RIESGO Y LA PRIMA DE TARIFA O COMERCIAL.

Prima de Riesgo.

Las primas de los seguros de cualquier tipo que estos sean están basadas en la Teoría de la Estadística y la Probabilidad.

Como los riesgos en los seguros son diferentes en cuanto su naturaleza, frecuencia, localización e intensidad, la industria aseguradora necesita cuantificar estadística y actuarialmente en términos monetarios los riesgos asumidos, y de esta forma determinar lo que se conoce como “Prima de Riesgo ó Prima Pura” que no es otra cosa que el precio cobrado por el riesgo transferido a la empresa aseguradora, es decir, el intercambio de prestaciones, en términos monetarios, no es la que se le cobra al asegurado, sino la que se conoce como Prima Comercial o de Tarifa.

Es necesario determinar primero “La Frecuencia de los Siniestros o Probabilidad de Ocurrencia” Para cuantificar la Prima de Riesgo en el tiempo se calcula de la siguiente manera.

$$F = \frac{\text{Número de siniestros ocurridos}}{\text{Número de unidades expuestas a riesgo}}$$

Sea N: El número de unidades expuestas a riesgo.

Sea n: El número de siniestros acaecidos en un intervalo de tiempo.

Entonces
$$F = \frac{n}{N}$$

Estas unidades de las que hablamos pueden ser personas humanas, casas de habitación, industrias, automóviles etc.



En segundo lugar también debemos calcular el “Costo Medio del Siniestro” que no es otra cosa que:

$$C. M. S. = \frac{\text{Sumas Pagadas y/o Reservadas por Pagar}}{\text{Número de Siniestros Acaecidos}} = \frac{S}{n}$$

$$C = \frac{S}{n}$$

Por lo que la Prima de Riesgo es: $P. R. = \frac{n}{N} \times \frac{S}{n}$ despejando tenemos que.

$$\text{Prima de Riesgo: } P. R. = \frac{S}{N}$$

O sea la Prima de Riesgo = Sumas Pagadas y/o Reservadas por Pagar / Número de unidades expuestas al riesgo.

Ejemplo:

Sea N: 1,000 unidades expuestas al riesgo en un determinado período.

Sea n: 25 el número de siniestro acaecidos en ese período.

Sea C: 2,500.00 el costo medio del siniestro por unidad siniestrada.

$$\text{Entonces } F = \frac{25}{1000} = 0.025 \text{ Probabilidad de Siniestro.}$$

$$\text{Siniestro Esperados: } 0.025 \times 1,000 = 25$$

$$\text{Costo Total Siniestros: } S = 25 \times 2,500 = 62,500$$

$$\text{Prima de Riesgo: } \frac{62,500}{1,000} = 62.50$$

$$\text{Prueba: } 62.50 \times 1,000 = 62,500.00$$

Prima Comercial o de Tarifa.

La Prima Comercial se define como la prima de riesgo más gastos de administración, más gastos de adquisición, más un recargo de seguridad estadístico actuarial para desviaciones siniéstrales no catastróficas, más una utilidad técnica razonable. Entendiéndose como razonable al menos una utilidad igual o equivalente al promedio ponderado de las tasas pasivas del sistema financiero nacional.



PC. = P.R. + Gts. Admón + GtsAdq. + Rdseg + Ut. Despejando

$$P. C. = \frac{P. R}{1 - Gts. Admón - Gts. Adq. - Rdseg - Ut.}$$

Ejemplo.

Sea 15 % de gastos de administración; 15 % de comisión de ventas; 5 % de recargo de seguridad y 5 % de utilidad técnica.

Entonces la Prima Comercial o de Tarifa es.

$$P. C. = \frac{62.5}{1 - .15 - .15 - .05 - .05} = \frac{62.5}{0.6} = 104.16$$

Por lo que podemos decir que la prima comercial o de tarifa es: 104.16

Como podemos notar tanto la prima de riesgo como la comercial son necesarias para poder cumplir con los compromisos adquiridos. Así mismo, esta debe ser cancelada al principio del año, si no es así, se fracciona, en este caso se debe cobrar un interés razonable por el crédito otorgado.

También es conveniente mencionar otra clasificación de prima que es importante para el cálculo de las reservas técnicas y matemáticas:

Primas Emitidas: Son las primas correspondientes a las pólizas suscritas por una aseguradora, es decir, el monto equivalente a la ventas de productos en un tiempo determinado.

Primas Directas: Son las Primas Emitidas después de cancelaciones (no incluye operaciones de reaseguro).

Primas Cedidas: Es la proporción de Primas Emitidas que se ha cedido en Reaseguro del Producto.

Prima Retenida: Es igual a la prima emitida menos la parte cedida a una compañía reaseguradora, como parte de celebrar un contrato de reaseguro proporcional, es decir, la proporción de la prima emitida que la compañía retuvo para constituir sus reservas.

LAS RESERVAS TÉCNICAS EN UNA EMPRESA DE SEGUROS.

Las Reservas Técnicas son conceptos utilizados por los seguros para señalar derechos a terceros, es decir, obligaciones exigibles y concretas que representan las reclamaciones posibles de los asegurados. Algunas de ellas se constituyen en un pasivo en los estados financieros y otras son



utilizadas para aumentar el patrimonio de la empresa en sentido técnico, y de esta forma reforzar su solvencia económica y financiera.

En sentido más amplio algunos autores las definen como “Acumulación de recursos singularmente económicos encaminados a prever eventuales necesidades futuras que se entienden como posibles”. El diccionario básico de seguros de la Editorial Mapfre las define como “Sistema técnico económico del que se valen las entidades de seguro para la proyección temporal de los riesgo por ellas asumidas.”

Como una interpretación de lo anterior se puede decir que “Las reservas en una empresa de seguros son provisiones económicas constituidas con el objeto del pago de las obligaciones asumidas.” Es por esto, que se puede afirmar que las reservas se derivan por una función de las primas emitidas, independientes de las otras variables de la empresa.

Existe una gran cantidad de clasificación sobre las reservas en una empresa de seguros, para el caso de Nicaragua, utilizaremos lo descrito en las Leyes y Normas de la Superintendencia de Bancos y Otras Instituciones Financieras, que las clasifica:

1. Reserva Matemática del Seguro de Vida Individual
2. Reservas de Riesgos en Curso (Prima no Devengada)
3. Reserva de Previsión.
4. Reserva Catastrófica.
5. Reserva para obligaciones Pendientes de Pago.

GENERALIDADES DE LA LEY GENERAL DE SEGUROS, REASEGUROS Y FIANZAS. LEY 733

A continuación se presentan algunos de los artículos de dicha ley, con el objeto de entender mejor los estatutos legislativos que rigen el cálculo y manejo de las Reservas Técnicas y Matemáticas del sistema asegurador:

Art. 35 Constitución de Reservas.

Las sociedades de seguro deberán constituir las reservas y provisiones técnicas suficientes para responder por el cumplimiento de las obligaciones derivadas de los contratos de seguros, reaseguros y fianzas. Las reservas que deberán constituirse son las siguientes:

- 1) Reservas de riesgo en curso por las primas no devengadas correspondientes a contratos de seguro, reaseguro y fianzas;
- 2) Reservas de siniestros, por las obligaciones emanadas de aquellos siniestros ocurridos que se encuentren pendientes de pago, ya sea que estén liquidados o en proceso de liquidación, y aquellos ocurridos y no reportados;
- 3) Reservas de previsión por desviaciones estadísticas de siniestralidad;



- 4) Reservas matemáticas por las pólizas de seguro de vida suscritas por plazos mayores a un año, incluyendo aquellas derivadas de contratos de renta vitalicia;
- 5) Reservas catastróficas, por daños causados por acontecimientos de carácter extraordinario y sea necesario constituir para el normal desenvolvimiento de la actividad aseguradora; y
- 6) Cualquiera otra reserva que el Superintendente determine mediante resolución razonada, según sea necesaria para determinada sociedad de seguro.

El Consejo Directivo podrá dictar normas generales a este respecto, pudiendo determinar la constitución de otras reservas, en caso que lo estime necesario.

Art. 36 Cálculo de Reservas.

El cálculo de las reservas se deberá realizar utilizando métodos actuariales basados en la aplicación de estándares internacionales generalmente aceptados y justificados por el formato de análisis dictado por el Consejo Directivo.

La valuación de las reservas técnicas deberá apegarse a los estándares de práctica actuarial que al efecto dicte el Consejo Directivo, mediante disposiciones de carácter general.

Art. 37 Registro de Actuarios.

La valuación de las reservas técnicas a las que se refiere el artículo anterior deberá ser elaborada y firmada por un actuario autorizado por el Superintendente y registrado en la Superintendencia para evaluar, certificar y firmar tales cálculos.

La Superintendencia mantendrá un registro de actuarios autorizados, para entre otros aspectos, evalúe, certifique y firme estudios técnicos actuariales, balances actuariales, notas técnicas actuariales y las reservas de las sociedades de seguro y de las sucursales de aseguradoras extranjeras, para tales efectos se requerirá como mínimo ser graduado en la carrera de actuario, así como contar con requisitos de prácticas o pasantías en el ramo.

NORMAS SOBRE CONSTITUCION DE RESERVAS TÉCNICAS

A tenor del contenido de las Normas sobre Constitución y Cálculo de Reservas las cuales fueron aprobadas en Resolución CDSUPERINTENDENCIA-XLIX-I-97 del 8 de enero de 1997. Modificada en ResoluciónCD-SIB-188-1-NOV23-2001, DEL 23 DENOVIEMBRE DE 2001. Las Entidades aseguradoras tienen la obligación de calcular y contabilizar las siguientes reservas o provisiones técnicas:

I -RESERVAS PARA RIESGOS EN CURSO TOTALES.

Art.1 Las reservas mínimas de riesgos en curso que deberán constituir las Instituciones de Seguros, tanto para seguros directos como para los reaseguros tomados, serán:

- 1) Para los seguros de vida individual y de capitalización las reservas correspondientes a cada póliza se calcularán de acuerdo con las bases técnicas o procedimientos aprobados por la



Superintendencia a solicitud previa de cada Institución. Se incluirán dentro de este rubro las reservas para dividendos diferidos, fondos para sorteos, reservas para desviaciones en sorteos, reservas de rentas vitalicias, y cualesquiera otros fondos destinados a pagos contingentes.

2) La reserva para Riesgos en curso de los Beneficios Adicionales y riesgos ocupacionales y subnormales correspondientes al ramo de Vida Individual, será igual al 50% de las primas netas retenidas en el año.

3) Para los ramos de colectivo de vida, accidentes y enfermedades, daños y fianzas (que no sean los mencionados en el numeral 4) siguiente, ni seguro de transporte de carga) en los que el plazo de la cobertura no sea mayor de un año, la reserva será del 40% del total de las primas retenidas durante el año anterior a la fecha de valuación.

4) Para las pólizas poli anuales de los riesgos a que se refieren el numeral 3) anterior, la valuación deberá efectuarse de acuerdo con procedimientos especiales aprobados por la Superintendencia, a solicitud previa de cada Institución, a menos que las primas a pagarse en cada año sean iguales, en cuyo caso la valuación se hará de acuerdo con las indicaciones contenidas en el numeral 3) del presente artículo. Sin embargo ningún procedimiento de cálculo podrá dar una reserva inferior a la suma de las primas o fracciones de estas, recibidas por adelantado para riesgos de futuros años, más las reservas del año en curso calculadas en base a las primas de tarifas correspondientes al año póliza, según los procedimientos señalados en los numerales referidos.

II-RESERVAS PARA RIESGOS EN CURSO POR REASEGURO CEDIDO.

Art. 2 Las reservas de riesgos en curso correspondiente a operaciones de reaseguro cedido, se calcularán de la siguiente manera:

1) Para el ramo de vida individual, en caso de reaseguro bajo el sistema temporal anual, sus beneficios adicionales y riesgos ocupacionales y subnormales, por el porcentaje estipulado en los contratos de reaseguro vigentes.

Para casos diferentes de los mencionados en el párrafo anterior se emplearán procedimientos aprobados por la Superintendencia a solicitud previa de cada Institución.

2) Para los ramos de colectivo de vida, daños, accidentes y enfermedades, y fianzas, la reserva será igual al porcentaje estipulado en el contrato de reaseguro aplicado al total de las primas cedidas durante el año inmediato anterior a su cálculo. En el ramo de transporte solamente se tomarán en cuenta para efectos de cómputo, las primas cedidas por lo que corresponda al seguro de cascos.

En caso de pólizas polianuales, a menos que las primas pagadas por el asegurado durante cada año de vigencia del seguro sean iguales, la reserva se calculará según procedimientos aprobados por la Superintendencia, a solicitud previa de cada Institución.

No obstante lo dispuesto en los párrafos 1 y 2 del presente artículo, la reserva por reaseguro cedido por cada contrato, no podrá ser inferior al 50% del porcentaje establecido para la reserva



de retención. Esta condición no es aplicable al seguro de vida individual en el que la reserva por reaseguro cedido será igual al porcentaje establecido en cada contrato reasegurado.

III- RESERVAS PARA OBLIGACIONES PENDIENTES.

Art. 3 Las reservas mínimas para obligaciones pendientes de pago por beneficios exigibles de acuerdo con los contratos de seguro y de reaseguro tomado serán las siguientes:

1) Para los seguros sobre la vida de personas en los cuales se ofrecieron determinadas sumas de dinero en concepto de indemnización por el acaecimiento de un riesgo previsto, se reservará la cantidad de numerario exigible de acuerdo con los contratos respectivo.

2) Para los seguros de daños, accidentes personales y fianzas, con excepción de seguro de automóviles, la reserva se establecerá de acuerdo con las siguientes normas:

a) Cuando se trate de siniestros en los que las dos partes hubieren llegado a un acuerdo, la reserva será igual al valor convenido.

b) Si el reclamo está pendiente de pago por desacuerdo entre las partes, se reservará el promedio de las sumas estimadas por la compañía aseguradora y la reclamada por el asegurado, teniendo ésta como máximo la indemnización mayor a que tenga derecho el asegurado según contrato, más los gastos respectivos.

c) En cualquier otro caso, la estimación de la reserva la harán las instituciones aseguradoras, de acuerdo con un sano criterio.

3) Para los seguros de automóviles:

a) Cuando se trate de siniestros ajustados en los que las dos partes hubieren llegado a un acuerdo, la reserva será igual al valor convenido.

b) Cuando se trate de siniestros pendientes de ajustes o habiéndose hecho éste no esté aún aprobado por las partes, la reserva se hará en base a estimaciones prudencialmente hechas por la compañía aseguradora, pero su importe no podrá ser inferior al resultado de multiplicar el número de siniestros cuyo ajuste se halle pendiente, o no haya sido aprobado por las partes, por el costo medio de siniestros. Se entenderá por costo medio de siniestros, el resultado de dividir el monto de los siniestros pagados más el de los reservados según el inciso a) correspondiente al ejercicio, entre el número de siniestros.

4) Los otros beneficios exigibles, que son dividendos por pagar sobre pólizas, cupones en depósito, bonos de persistencia en depósito, reservas de rentas ciertas, obligaciones por sorteos, depósitos de primas o para rehabilitaciones y solicitudes en trámite, rescates por pagar y cualesquiera otras sumas que tengan características similares, se calcularán de acuerdo con procedimientos aprobados por la Superintendencia a cada Institución previa solicitud.

5) Para todos los seguros se constituirá una reserva para siniestros ocurridos y no reportados, la cual se determinará de acuerdo con la experiencia de cada empresa, sin que pueda ser inferior al



cinco por ciento (5%), de las reservas para prestaciones y siniestros pendientes de pago del respectivo ejercicio.

Art. 4 Las reservas para obligaciones pendientes a cargo de reaseguradoras, serán las que correspondan según contratos de reaseguro.

IV - RESERVAS DE PREVISIÓN.

Art. 5 Las reservas de previsión para desviaciones estadísticas deberán constituirse para los riesgos retenidos, y se operarán de la siguiente manera:

1) Incrementos mínimos anuales:

a) Para los seguros de vida, individuales y colectivos, tómesese el 1.5% de las primas retenidas en el año, o el 10% de las utilidades obtenidas en este período en el ramo de vida, lo que sea mayor.

b) Para los beneficios adicionales de vida, por accidentes e incapacidad y las primas provenientes de los seguros subnormales y extra primas ocupacionales, tómesese el 40% de las primas retenidas en el año.

c) Para los ramos de accidentes y enfermedades, daños y fianzas, que no sean Líneas Aliadas de Incendio, ni ninguno de los ramos especificados en el Art. 7, tómesese el 3% de las primas retenidas en el año, o el 90% de la desviación siniestral favorable, lo que sea mayor. Si para la totalidad de los ramos a que se refiere este inciso la desviación siniestral conjunta fuere favorable para las operaciones de retención y desfavorable para las operaciones del riesgo total asumido, los incrementos a que se refiere dicho inciso c), deberán aumentarse en un 10% de la desviación siniestral favorable.

d) La Reserva de Previsión para riesgos ocupacionales y subnormales se utilizarán conjuntamente con la que corresponda al Seguro de Vida, para las desviaciones desfavorables en la mortalidad para riesgos retenidos, sin que en ningún caso el monto que se hubiese acumulado para dichos riesgos ocupacionales y subnormales quede reducido a menos del 40% de las primas de retención del año correspondiente a la valuación.

2) Los decrementos anuales para las desviaciones de cada año, se harán por separado con respecto a cada grupo de ramos o beneficios, así:

a) Para los seguros de vida, individuales y colectivos, que no sean los mencionados en el inciso b) siguiente, se decrementará la reserva con el importe de las desviaciones desfavorables en la mortalidad por riesgos retenidos, según cálculos presentados al efecto.

b) Para los beneficios adicionales de vida por accidentes e incapacidad, la reserva se decrementará por el monto total de los siniestros de retención.

c) Para los ramos de accidentes y enfermedades, fianzas y daños que no sean Líneas Aliadas de Incendio, ni ninguno de los ramos especificados en el último párrafo del Art. 7, la reserva se decrementará con el valor de la desviación siniestral desfavorable de cada ramo en particular, siempre que los resultados técnicos generales para el conjunto de ramos del presente inciso, sean



de pérdida. Así pues, si hubiere utilidad técnica global para el conjunto de estos ramos, no se disminuirán las reservas por desviación desfavorable en algún ramo de éstos en particular.

d) Liberaciones diferentes a las anteriores podrán considerarse por regulaciones ulteriores cuando cambien las circunstancias o se tenga experiencia, o excepcionalmente en casos específicos suficientemente justificados, previa aprobación de la Superintendencia.

3) Para efectos de este artículo se considerará como desviación siniestral favorable, el exceso de la siniestralidad esperada sobre la siniestralidad ocurrida (incluyendo ajustes y salvamentos), y como desviación siniestral desfavorable, el exceso de la siniestralidad ocurrida (incluyendo ajustes y salvamentos), sobre la siniestralidad esperada.

La siniestralidad esperada se estimará aplicando en cada ramo los porcentajes más abajo indicados sobre el resultado de efectuar las siguientes operaciones: sumar las correspondientes reservas de riesgos en curso de retención al final del año anterior, con el 80% de las correspondientes primas de retención ingresadas en el año, y restar a este total las reservas que correspondan por riesgos en curso de retención, al final del año.

Los porcentajes que se aplicarán serán los siguientes:

Incendio 45.00 %

Accidentes y Enfermedades 55.00 %

Otros Daños 50.00 %

Fianzas 40.00 %

V) RESERVA PARA RIESGOS CATASTRÓFICOS

Art. 6 Las empresas de seguros tendrán la obligación de constituir una Reserva para Riesgos Catastróficos, la cual tiene por objeto cubrir los riesgos de frecuencia incierta y de efectos catastróficos, protegiendo el normal desempeño de dichas empresas.

Art. 7 Para los seguros de transporte (carga y buque), seguros de aviación (accidentes en viajes aéreos y aeronaves), seguro de incendio de algodón, responsabilidad civil general, rotura de maquinaria y explosión de calderas y fianzas que no sean de fidelidad, cada una de las compañías aseguradoras propondrá a la Superintendencia en un plazo no mayor a 90 días después de recibidas estas Normas, la fórmula para determinar la reserva, la cual podrá aprobarse o modificarse.

Art. 8 Incremento anuales.- Para las Líneas Aliadas de Incendio, la reserva se incrementará con un mínimo del 15% de las primas retenidas en el año.

Art. 9 Decrementos.- Para las mismas Líneas Aliadas de Incendio, la reserva se decrementará con el monto total de los siniestros de retención.

Los seguros de transportes (carga y buque), de Aviación (accidentes en viajes aéreos y aeronaves), riesgos aliados al seguro de incendio, incendio de algodón, Responsabilidad Civil General, rotura de maquinarias y explosión de calderas, y fianzas que no sean de fidelidad, cuando hubiere que decrementar la Reserva para Riesgos Catastróficos de cada una de esas



líneas en particular, en ningún caso deberá quedar reducida a menos del 40% de las respectivas primas de retención del año correspondiente a la valuación.

TIPOS DE RESERVAS CONSTITUIDOS EN EL SISTEMA ASEGURADOR DE NICARAGUA.

1. Reserva Matemática del Seguro de Vida Individual.

Es un fondo creado con el pago de las primas menos los gastos y comisiones a una tasa de interés garantizada. Se constituye para los Seguros de Vida Individual. Teóricamente las primas de estos seguros, dada su naturaleza, deberían elevarse progresivamente, por la mayor probabilidad de muerte del asegurado a medida que transcurre el tiempo. Pero si así se hiciera, los seguros de vida serían prohibitivos a partir de cierta edad. Para evitar este inconveniente las compañías de seguro perciben primas niveladas o medias. Quiere decir que un asegurado en sus comienzos abonará primas en exceso con relación a lo que corresponda según su probabilidad de muerte, y pagará primas más reducidas a partir de una edad determinada. La cantidad abonada en exceso durante estos primeros años, constituye la prima de ahorro. Con ésta y la parte que se toma de la prima de riesgo, así como con los intereses acumulados, se forma la reserva matemática del seguro.

Esta reserva sirve para cumplir con el pago de las sumas aseguradas por muerte, rescates anticipados de las pólizas, préstamos automáticos para el pago de primas vencidas y préstamos personales a los asegurados garantizados por sus reservas constituidas.

El cálculo de estas reservas se realiza mediante modelos matemáticos, asegurado por asegurado, tomando en cuenta, el plan de seguro de cada uno de ellos, la edad inicial, una mortalidad teórica supuesta y además una tasa de interés garantizada. Su tenencia es creciente en el tiempo, de tal suerte, que al final del plazo contratado la reserva es igual a la suma asegurada.

Para analizar más a fondo la Reserva Matemática explicaremos el Seguro de Vida Individual, los Métodos y Sistemas de Cálculo de Reservas utilizados en este seguro en particular.

Seguro de Vida Individual

Desde los días de nuestros antepasados el hombre ha intentado protegerse a sí mismo y a su familia y encontrar alguna medida de seguridad. Antiguamente la gente aprendía a vivir en grupos para ayudarse mutuamente. En grupos podían combatir a los animales salvajes y podían encontrar más alimento que si cada uno vivía solo. Si uno de los hombres moría, su esposa y sus hijos eran adoptados por los otros miembros de la tribu. Esta primitiva idea de protección, fue realmente la antigua base del riesgo compartido o seguro.

Actualmente el seguro de vida es de gran importancia para la protección del hombre y su familia ante las constantes amenazas de la ocurrencia de un hecho fortuito que pueda perjudicar su bienestar físico y económico, y el de sus seres queridos, es por esta razón, que el hombre en su afán de protección propia y familiar ha optado por la creación de distintas modalidades de seguros de vida que se puedan adaptar a las necesidades individuales de los seres humanos,



proporcionando un medio de resguardo de los intereses propios de cada individuo con lo que a la vida se refiere.

Por tanto se define al **seguro de vida individual**: como un contrato por el cual una persona jurídica (asegurador) se obliga, a cambio de una suma de dinero (prima) pagada por el asegurado, a pagar a otras (beneficiarios) una cantidad convenida (indemnización) para compensar las consecuencias de la ocurrencia de un evento incierto (riesgo), que en este caso es la muerte o invalidez total y permanente del asegurado.

En este tipo de seguros el riesgo cubierto es la misma existencia de la persona asegurada, pudiendo serlo de dos formas distintas:

Los seguros en caso de muerte: en estos seguros de vida, la obligación del asegurador está subordinada a la muerte del asegurado. Es decir, el capital asegurado se paga a raíz del fallecimiento del asegurado, como los planes de:

1. Vida Entera y
2. Temporales

Los seguros en caso de supervivencia: la obligación del asegurador queda subordinada a la supervivencia del asegurado a una determinada edad o fecha. Es decir, el capital o capitales se pagan al asegurado si vive en determinados momentos, como los planes de:

1. Dotal Puro
2. Dotal Mixto y
3. Dotal Generalizado

Planes Tradicionales de Vida Individual

Planes de vida entera: Brindan protección al asegurado durante toda su vida, el pago de esta póliza se hace efectiva únicamente en caso de fallecimiento del asegurado, cualquiera que sea la fecha en que esto ocurriera. Estas pólizas comprenden *el Ordinario de Vida y Vida a Pagos Limitados*.

Ordinario de Vida. En este plan las primas se pagan durante toda la vida del asegurado. Esta póliza ordinaria de vida brinda protección completa al asegurado con primas más bajas, ya que estas son repartidas durante el tiempo de vida del mismo.

Vida Pagos Limitados. En este plan el pago de primas se realiza durante un número específico de años pactados entre ambas partes (o hasta la muerte previa del asegurado). El pago puede efectuarse también hasta una edad alcanzada, por ejemplo a edad de 65 años, 70 años, etc.

Vida Pago Único. Este es un caso especial del plan de vida a pagos limitados, donde se realiza un único pago. La protección efectiva del seguro es esencialmente el valor nominal de la póliza, y el valor de la prima es por consiguiente elevado. Dichos contratos, por lo tanto, son adquiridos principalmente para fines de inversión ya que una póliza de prima única ofrece las ventajas de un alto grado de seguridad, un rendimiento de interés satisfactorio y fácil convertibilidad a efectivo por sus valores garantizados



Planes Temporales: en estos seguros de vida el asegurador sólo tendrá la obligación de pagar la indemnización cuando el asegurado fallece dentro de un determinado período. Estos planes generalmente se pagan durante todo el período de cobertura, aunque algunas compañías los ofrecen también a pagos limitados, cuando el plazo de cobertura es bastante largo.

Temporal Ordinario de Vida. En este plan las primas se pagan durante toda la vigencia de la póliza. Esta brinda protección al asegurado con primas más bajas, ya que estas son repartidas durante el tiempo de cobertura del seguro.

Temporal Vida Pagos Limitados. En este plan el pago de primas se produce durante un número específico de años pactados entre ambas partes (o hasta la muerte previa del asegurado). El pago puede efectuarse también hasta una edad alcanzada siempre y cuando ésta se encuentre dentro del periodo de vigencia de la póliza, por ejemplo a edad de 50 años, 55 años, etc.

Planes Dotales: son otra modalidad de los Planes de Vida entre los cuales están: *Dotal Puro*, *Dotal Mixto* y *Dotal Generalizado*.

En el caso del *Dotal Puro* la suma asegurada se pagará si el asegurado llega con vida a cierta edad, ya estipulada en el contrato por ambas partes.

En los planes *Dotal Mixto* y *Dotal Generalizado* son una modalidad combinada de seguros para caso de muerte o para caso de supervivencia, puesto que se establece el pago de la suma asegurada si la persona muere o sobrevive a cierta edad, es decir, es la suma de un temporal y un dotal puro. De igual manera que los planes anteriores, el asegurado puede pagar durante toda la cobertura del plan, hacer pagos limitados o un sólo pago.

El seguro Dotal Mixto es aquel en el cual la compañía promete pagar la suma asegurada al beneficiario a la muerte del asegurado, si el asegurado muere dentro de n años siguientes a la emisión de la póliza, y pagar la suma asegurada al asegurado al término de n años si este sobrevive ese periodo.

El seguro Dotal Generalizado este tipo de seguro es igual al seguro Dotal Mixto con la diferencia que las sumas aseguradas no son iguales ya sea para vida y muerte.

Antes de presentar las distintas formas de cálculos de las primas de los diferentes planes del seguro de vida es preciso definir de manera muy general la **prima** la cual es el precio del servicio prestado por el asegurador y desde la perspectiva de éste ha de servir para hacer frente tanto a los costes que se derivan de las prestaciones previstas en la Póliza como a los correspondientes a la gestión, captación y mantenimiento del negocio.

Clasificación de las primas del seguro de vida individual:

- **Primas puras:** es el valor actual actuarial del riesgo asumido por el asegurador. Esta prima corresponde con el importe que necesita percibir el asegurador para asumir las consecuencias de los riesgos que le son transferidos, y se definen como aquellas que han de hacer frente a los costes derivados de los siniestros previstos en la póliza, es decir atiende únicamente a la cobertura del riesgo.



Una vez definida las **Primas Puras** presentaremos a continuación su clasificación:

- a) Primas únicas: consisten en un solo pago en el momento de perfeccionarse el contrato.
- b) Primas periódicas: implican pagos anuales o de otra periodicidad. De las primas periódicas se dice que son vitalicias cuando se pagan hasta el fallecimiento del asegurado, y temporales cuando además el pago de primas posee un límite temporal.

A su vez las **Primas Periódicas** se dividen en:

- a) Prima Natural: es la prima que depende y equivale al nivel de riesgo, es decir a mayor riesgo mayor es el monto el cual se debe abonar y a medida que los riesgos van disminuyendo así también la prima, por lo tanto esta prima corresponde al riesgo de un año.
- b) Prima Nivelada: es aquella que permanece invariable durante la vigencia del riesgo, implica normalmente que durante los primeros años se paga una prima superior para después pasar a pagar una inferior a la que se tendría que satisfacer según el riesgo del correspondiente año. Puesto que en general las primas pagadas no se corresponden con la prima natural, lo que es perfectamente comprensible en los seguros para el caso de muerte en los que, al crecer el riesgo de fallecimiento con la edad, se produciría un gran crecimiento en las primas anuales a pagar. Así los contratos suelen realizarse a prima constante o variable (pero sin excesiva brusquedad), esto es, a prima nivelada.

El empleo de primas niveladas implica la formación de las denominadas reservas matemáticas, de enorme relevancia en el negocio asegurador, y que es objeto del presente estudio.

- **Prima de tarifa**: también llamada prima comercial ya que implica gastos de gestión externa (de tipo comercial), es la prima de riesgo más los recargos.

Estos recargos son de varios tipos:

- Gastos de administración: sueldos, alquileres de locales, etc.
- Gastos de adquisición: formado básicamente por la comisión que se le paga al corredor o intermediario.
- Margen de beneficio: son los recargos asignados a la utilidad razonable del asegurador.

Fórmulas de cálculo de primas de los diferentes planes tradicionales de vida individual:

Prima única: es aquella que es pagada de una sola vez en el momento de formalizarse el contrato.

$$1 - \text{Vida entera: } A_x = \frac{M_x}{D_x}$$

$$2 - \text{Vida temporal: } A_{x:\overline{n}|}^1 = \frac{M_x - M_{x+n}}{D_x}$$



3 – Vida dotal puro: $A_{x:\overline{n}|}^{\frac{1}{}} = \frac{D_{x+n}}{D_x}$

4 – Vida dotal: $A_{x:\overline{n}|} = \frac{M_x - M_{x+n} + D_{x+n}}{D_x}$

5 – Vida dotal generalizado: $A'_{x:\overline{n}|} = \left[(C_f * A_{x:\overline{n}|}^{\frac{1}{}}) + (C_v * A_{x:\overline{n}|}^{\frac{1}{}}) \right]$
 $A'_{x:\overline{n}|} = \left(\frac{C_f * (M_x - M_{x+n}) + C_v * D_{x+n}}{D_x} \right)$

En donde:

x: Edad del asegurado al emitirse la póliza

n: Años de cobertura del seguro

C_f : Suma Asegurada en Caso de Fallecimiento

C_v : Suma Asegurada en Caso de Supervivencia o Supervivencia

Prima neta nivelada: es aquella que es pagada de manera constante o uniforme todos los años de cobertura estipulados en el contrato.

1 – Vida entera ordinario: $P_x = \frac{A_x}{\ddot{a}_x} = \frac{M_x}{N_x}$

2 – Vida entera con pagos limitados: ${}_mP_x = \frac{A_x}{\ddot{a}_{x:\overline{m}|}} = \frac{M_x}{N_x - N_{x+m}}$

3 – Vida temporal: $P_{x:\overline{n}|}^1 = \frac{A_{x:\overline{n}|}^1}{\ddot{a}_{x:\overline{n}|}} = \frac{M_x - M_{x+n}}{N_x - N_{x+n}}$

4 – Vida temporal con pagos limitados: ${}_mP_{x:\overline{n}|}^1 = \frac{A_{x:\overline{n}|}^1}{\ddot{a}_{x:\overline{m}|}} = \frac{M_x - M_{x+n}}{N_x - N_{x+m}} \quad m < n$

5 – Vida dotal puro: $P_{x:\overline{n}|}^{\frac{1}{}} = \frac{A_{x:\overline{n}|}^{\frac{1}{}}}{\ddot{a}_{x:\overline{n}|}} = \frac{D_{x+n}}{N_x - N_{x+n}}$

6 – Vida dotal puro con pagos limitados: ${}_mP_{x:\overline{n}|}^{\frac{1}{}} = \frac{A_{x:\overline{n}|}^{\frac{1}{}}}{\ddot{a}_{x:\overline{m}|}} = \frac{D_{x+n}}{N_x - N_{x+m}} \quad m < n$

7 – Vida dotal: $P_{x:\overline{n}|} = \frac{A_{x:\overline{n}|}}{\ddot{a}_{x:\overline{n}|}} = \frac{M_x - M_{x+n} + D_{x+n}}{N_x - N_{x+n}}$

8 – Vida dotal con pagos limitados: ${}_mP_{x:\overline{n}|} = \frac{A_{x:\overline{n}|}}{\ddot{a}_{x:\overline{m}|}} = \frac{M_x - M_{x+n} + D_{x+n}}{N_x - N_{x+m}} \quad m < n$



9 – Vida dotal generalizado:

$$P'_{x:\overline{n}|} = \left[\left(C_f * \frac{A^1_{x:\overline{n}|}}{\ddot{a}_{x:\overline{n}|}} \right) + \left(C_v * \frac{A_{x:\overline{n}|}^{\frac{1}{2}}}{\ddot{a}_{x:\overline{n}|}} \right) \right]$$

$$P'_{x:\overline{n}|} = \left(\frac{C_f * (M_x - M_{x+n}) + C_v * D_{x+n}}{N_x - N_{x+n}} \right)$$

10 – Vida dotal generalizado con pagos limitados:

$${}_m P'_{x:\overline{n}|} = \left[\left(C_f * \frac{A^1_{x:\overline{n}|}}{\ddot{a}_{x:\overline{m}|}} \right) + \left(C_v * \frac{A_{x:\overline{n}|}^{\frac{1}{2}}}{\ddot{a}_{x:\overline{m}|}} \right) \right]$$

$${}_m P'_{x:\overline{n}|} = \left(\frac{C_f * (M_x - M_{x+n}) + C_v * D_{x+n}}{N_x - N_{x+m}} \right); m < n$$

En donde:

x: Edad del asegurado al emitirse la póliza

m: Numero de pagos anuales de primas del asegurado

n: Años de cobertura del seguro

C_f : Suma Asegurada en Caso de Fallecimiento

C_v : Suma Asegurada en Caso de Supervivencia o Supervivencia

Prima de tarifa: En la determinación de la prima bruta o comercial se utiliza el principio de equivalencia, de modo que el valor actual de las primas anuales de tarifa sea igual al valor actual de sus componentes y recargos. De tal manera que resulta la siguiente igualdad:

$$\beta * \ddot{a}_{x:\overline{m}|} = P * \ddot{a}_{x:\overline{m}|} + \delta * \beta * \ddot{a}_{x:\overline{n}|} + \lambda * \beta + \theta * \beta * \ddot{a}_{x:\overline{m}|}$$

$$\beta = \frac{P}{1 - \delta * \frac{\ddot{a}_{x:\overline{n}|}}{\ddot{a}_{x:\overline{m}|}} - \frac{\lambda}{\ddot{a}_{x:\overline{m}|}} - \theta}$$

En donde:

x: Edad del asegurado al emitirse la póliza

m: Numero de pagos anuales de primas del asegurado

n: Años de cobertura del seguro

β: Prima Bruta comercial o de tarifa

P: Prima neta nivelada en dependencia del tipo de seguro

δ: Porcentaje de gastos de administración



λ : Porcentaje de gastos de adquisición

θ : Porcentaje de gastos de cobranza

$$\ddot{a}_{x:\overline{m}|} = \frac{N_x - N_{x+m}}{D_x}$$

$$\ddot{a}_{x:\overline{n}|} = \frac{N_x - N_{x+n}}{D_x}$$

Es importante destacar que la fórmula arriba descrita es la fórmula general para cualquier prima de tarifa, bajo el procedimiento de cálculo planteado, siendo el único factor de diferenciación el valor de la Prima neta nivelada (P), la cual variará dependiendo del tipo de seguro contratado por el asegurado.

Para el cálculo de la Reserva Matemática es necesario el **Principio de Equivalencia Actuarial** que es el más empleado en la práctica del cálculo actuarial, y es aquel mediante el cual en condiciones similares, se obtienen valoraciones similares.

Este principio implica que el valor actual actuarial de las prestaciones del asegurador sean iguales al valor actual actuarial de los pagos de las primas, es decir, que exista como su nombre lo dice una equivalencia entre la cuantía de las primas pagadas por el asegurado y las prestaciones del asegurador.

Por tanto desde que se emite una póliza de seguro por muerte o por sobrevivencia el asegurador se compromete a pagar una suma asegurada, por su parte el asegurado se compromete al pago de las primas que correspondan a dicha póliza. Por ende la reserva surge para evaluar el compromiso de la aseguradora con relación a un conjunto de pólizas posteriormente a su fecha de emisión.

Métodos de Valuación de la Reserva Matemática del Seguro de Vida Individual

Método prospectivo: Etimológicamente prospectivo viene de la palabra prospectus, que significa “mirar hacia adelante”. El método prospectivo es aquel que esencialmente nos permite visualizar el futuro de las obligaciones adquiridas por parte del asegurador y actuar en el presente para salvaguardar la estabilidad económica y/o financiera de la aseguradora al momento del acontecimiento de los siniestros a lo largo de la vigencia de la póliza.

Este método, no sólo pretende conocer **el futuro** de manera anticipada sino, fundamentalmente, diseñarlo y construirlo para reducir notablemente la incertidumbre en torno a dichos sucesos aleatorios, guiando las acciones que se deben tomar para la prevención de los mismos. Cuando en el cálculo de la reserva se involucran primas netas de igual valor, se llama reserva de primas netas niveladas y no es más que la diferencia entre el valor actual de las obligaciones pendientes del asegurador y el valor actual de las primas netas por pagar del asegurado, entendiéndose que ambos valores actuales son determinados a la edad $x+t$ alcanzada y por los respectivos plazos residuos de ambas obligaciones.



Método retrospectivo: Es un método equivalente al anterior, este nos permite calcular las reservas mediante el uso de primas y beneficios pasados, expresando dicha reserva como el exceso del valor acumulado de las primas pagadas sobre el costo acumulado de los beneficios proporcionados ambos calculados al final del tiempo transcurrido desde la estipulación del seguro, es decir, se trata de situarnos en el momento t y considerar, ya no el futuro, sino el tiempo t transcurrido desde la contratación del seguro hasta el momento actual. Y no es más que la diferencia entre el valor final de las primas recibidas hasta la fecha de valuación y el valor final del riesgo ya corrido.

Para ambos métodos, se asume la duración t como un número entero, es por esto que la reserva es asociada con el final del año de la póliza y es conocida como reserva terminal.

Dicho esto es posible afirmar que la reserva matemática calculada por el método prospectivo y por el método retrospectivo coinciden, siempre que se utilicen las mismas bases técnicas y además sean las empleadas para el cálculo de prima.

Sistemas de Cálculo de Reservas Terminales

Sistema De Cálculo De Reserva Terminal Prima Neta Nivelada:

Se parte siempre de la suposición de que al inicio, el valor presente de los beneficios debe de ser igual al valor presente de las primas. Sin embargo, cuando el asegurado compra un seguro o una anualidad por medio de Prima neta nivelada(PNN), esta igualdad no se mantiene a través de la duración del contrato. De tal manera que la diferencia entre estos valores se conoce como la Reserva de la PNN.

En este sistema de cálculo se involucra primas netas de montos uniformes, basada en la mortalidad y en un interés supuesto usados en el cálculo de las primas netas.

Por ejemplo, si se desea calcular una reserva para una póliza ordinaria de vida de un individuo x en cierto tiempo t , este se obtiene sustrayendo del valor presente de los beneficios futuros el valor presente de las primas futuras.

Reservas terminales por el Método Prospectivo mediante el Sistema Prima Neta Nivelada:

1-Vida entera ordinario:

$${}_tV_x = S.A * A_{x+t} - P_x * \ddot{a}_{x+t}$$

$${}_tV_x = S.A * \left(\frac{M_{x+t}}{D_{x+t}}\right) - P_x * \left(\frac{N_{x+t}}{D_{x+t}}\right)$$

2-Vida entera con pagos limitados:

$${}_t^mV_x = S.A * A_{x+t} - {}_mP_x * \ddot{a}_{x+t:\overline{m-t}|} ; t < m$$

$${}_t^mV_x = S.A * \left(\frac{M_{x+t}}{D_{x+t}}\right) - {}_mP_x * \left(\frac{N_{x+t} - N_{x+m}}{D_{x+t}}\right)$$



$${}_t^mV_x = S.A * A_{x+t}; t \geq m$$

$${}_t^mV_x = S.A * \left(\frac{M_{x+t}}{D_{x+t}} \right)$$

3-Vida temporal:

$${}_tV_{x:\overline{n}|}^1 = S.A * A_{x+t:\overline{n-t}|}^1 - P_{x:\overline{n}|}^1 * \ddot{a}_{x+t:\overline{n-t}|}$$

$${}_tV_{x:\overline{n}|}^1 = S.A * \left(\frac{M_{x+t} - M_{x+n}}{D_{x+t}} \right) - P_{x:\overline{n}|}^1 * \left(\frac{N_{x+t} - N_{x+n}}{D_{x+t}} \right)$$

4-Vida temporal con pagos limitados:

$${}_t^mV_{x:\overline{n}|}^1 = S.A * A_{x+t:\overline{n-t}|}^1 - {}_mP_{x:\overline{n}|}^1 * \ddot{a}_{x+t:\overline{m-t}|}; t < m$$

$${}_t^mV_{x:\overline{n}|}^1 = S.A * \left(\frac{M_{x+t} - M_{x+n}}{D_{x+t}} \right) - {}_mP_{x:\overline{n}|}^1 * \left(\frac{N_{x+t} - N_{x+m}}{D_{x+t}} \right)$$

$${}_t^mV_{x:\overline{n}|}^1 = S.A * A_{x+t:\overline{n-t}|}^1; t \geq m$$

$${}_t^mV_{x:\overline{n}|}^1 = S.A * \left(\frac{M_{x+t} - M_{x+n}}{D_{x+t}} \right)$$

5-Dotal Puro:

$${}_tV_{x:\overline{n}|}^{\frac{1}{2}} = S.A * A_{x+t:\overline{n-t}|}^{\frac{1}{2}} - P_{x:\overline{n}|}^{\frac{1}{2}} * \ddot{a}_{x+t:\overline{n-t}|}$$

$${}_tV_{x:\overline{n}|}^{\frac{1}{2}} = S.A * \left(\frac{D_{x+n}}{D_{x+t}} \right) - P_{x:\overline{n}|}^{\frac{1}{2}} * \left(\frac{N_{x+t} - N_{x+n}}{D_{x+t}} \right)$$

6-Vida dotal puro con pagos limitados:

$${}_t^mV_{x:\overline{n}|}^{\frac{1}{2}} = S.A * A_{x+t:\overline{n-t}|}^{\frac{1}{2}} - {}_mP_{x:\overline{n}|}^{\frac{1}{2}} * \ddot{a}_{x+t:\overline{m-t}|}; t < m$$

$${}_t^mV_{x:\overline{n}|}^{\frac{1}{2}} = S.A * \left(\frac{D_{x+n}}{D_{x+t}} \right) - {}_mP_{x:\overline{n}|}^{\frac{1}{2}} * \left(\frac{N_{x+t} - N_{x+m}}{D_{x+t}} \right)$$

$${}_t^mV_{x:\overline{n}|}^{\frac{1}{2}} = S.A * A_{x+t:\overline{n-t}|}^{\frac{1}{2}}; t \geq m$$

$${}_t^mV_{x:\overline{n}|}^{\frac{1}{2}} = S.A * \left(\frac{D_{x+n}}{D_{x+t}} \right)$$



7-Vida dotal:

$${}_tV_{x:\bar{n}} = S.A * A_{x+t:\overline{n-t}} - P_{x:\bar{n}} * \ddot{a}_{x+t:\overline{n-t}}$$

$${}_tV_{x:\bar{n}} = S.A * \left(\frac{M_{x+t} - M_{x+n} + D_{x+n}}{D_{x+t}} \right) - P_{x:\bar{n}} * \left(\frac{N_{x+t} - N_{x+n}}{D_{x+t}} \right)$$

8-Vida dotal con pagos limitados:

$${}_t^mV_{x:\bar{n}} = S.A * A_{x+t:\overline{n-t}} - {}_mP_{x:\bar{n}} * \ddot{a}_{x+t:\overline{m-t}} ; t < m$$

$${}_t^mV_{x:\bar{n}} = S.A * \left(\frac{M_{x+t} - M_{x+n} + D_{x+n}}{D_{x+t}} \right) - {}_mP_{x:\bar{n}} * \left(\frac{N_{x+t} - N_{x+m}}{D_{x+t}} \right)$$

$${}_t^mV_{x:\bar{n}} = S.A * A_{x+t:\overline{n-t}} ; t \geq m$$

$${}_t^mV_{x:\bar{n}} = S.A * \left(\frac{M_{x+t} - M_{x+n} + D_{x+n}}{D_{x+t}} \right)$$

9-Vida dotal generalizado:

$${}_tV'_{x:\bar{n}} = A'_{x+t:\overline{n-t}} - P'_{x:\bar{n}} * \ddot{a}_{x+t:\overline{n-t}}$$

$${}_tV'_{x:\bar{n}} = \left(\frac{C_f * (M_{x+t} - M_{x+n}) + C_v * D_{x+n}}{D_{x+t}} \right) - P'_{x:\bar{n}} * \left(\frac{N_{x+t} - N_{x+n}}{D_{x+t}} \right)$$

10-Vida dotal generalizado con pagos limitados:

$${}_t^mV'_{x:\bar{n}} = A'_{x+t:\overline{n-t}} - {}_mP'_{x:\bar{n}} * \ddot{a}_{x+t:\overline{m-t}} ; t < m$$

$${}_t^mV'_{x:\bar{n}} = \left(\frac{C_f * (M_{x+t} - M_{x+n}) + C_v * D_{x+n}}{D_{x+t}} \right) - {}_mP'_{x:\bar{n}} * \left(\frac{N_{x+t} - N_{x+n}}{D_{x+t}} \right)$$

$${}_t^mV'_{x:\bar{n}} = A'_{x+t:\overline{n-t}} ; t \geq m$$

$${}_t^mV'_{x:\bar{n}} = \left(\frac{C_f * (M_{x+t} - M_{x+n}) + C_v * D_{x+n}}{D_{x+t}} \right)$$

Reservas terminales por el Método Retrospectivo mediante el Sistema Prima Neta Nivelada:

Para los planes que no son a pagos limitados.

$${}_tV_x = P * \ddot{S}_{x:\bar{t}} - S.A * A_{x:\bar{t}}^1 * \frac{1}{A_{x:\bar{t}}^1}$$



$${}_tV_x = P * \left(\frac{N_x - N_{x+t}}{D_{x+t}} \right) - S.A * \left(\frac{M_x - M_{x+t}}{D_{x+t}} \right)$$

Para los planes a pagos limitados.

$${}_t^mV_x = P * \ddot{S}_{x:\overline{t}|} - S.A * A_{x:\overline{t}|}^1 * \frac{1}{A_{x:\overline{t}|}} ; t < m$$

$${}_t^mV_x = P * \left(\frac{N_x - N_{x+t}}{D_{x+t}} \right) - S.A * \left(\frac{M_x - M_{x+t}}{D_{x+t}} \right)$$

$${}_t^mV_x = P * \ddot{S}_{x:\overline{m}|} * \frac{1}{A_{x+m:t-m}^1} - S.A * A_{x:\overline{t}|}^1 * \frac{1}{A_{x:\overline{t}|}} ; t \geq m$$

$${}_t^mV_x = P * \left(\frac{N_x - N_{x+m}}{D_{x+t}} \right) - S.A * \left(\frac{M_x - M_{x+t}}{D_{x+t}} \right)$$

En donde:

x= Edad del asegurado al emitirse la póliza.

m= Número de pagos anuales de primas del asegurado.

n= Años de cobertura del asegurado.

t= Años transcurridos después de la emisión de la póliza.

Ejemplo de Reserva Matemática utilizando el Sistema de la Prima Neta Nivelada.

Se tiene un seguro vida entera para una persona de edad 35, con valor asegurado \$250,000.00 y un interés anual del 3 %, utilizando la tabla de mortalidad CSO 58, calcular:

1. La prima y las reservas para el plan de seguro vida usando el sistema de Prima Neta Nivelada (PNN) y aplicando los dos métodos para cálculo de reserva matemáticas (prospectivo y retrospectivo).

Solución:

DATOS	
Tabla de Mortalidad:	CSO 58
Interés Técnico(i):	3%
Plan:	Vida Entera
Suma Asegurada (S.A):	250,000.00
Edad de Emisión(x):	35
Cobertura(n):	65
Pagos(m):	65



1. Cálculo de Prima

$$PNN = S.A * P_x = S.A * \frac{A_x}{\ddot{a}_x} = S.A * \frac{M_x}{N_x}$$

$$PNN = 250,000 * P_{35} = 250,000 * \frac{A_{35}}{\ddot{a}_{35}} = 250,000 * \frac{M_{35}}{N_{35}} = 250,000 * \left(\frac{1,194,810.24}{73,352,628.17} \right)$$

$$PNN = 4,072.15$$

2. Reserva Terminal usando el Método Prospectivo

$${}_tV_x = S.A * A_{x+t} - P_x * \ddot{a}_{x+t} = S.A * \left(\frac{M_{x+t}}{D_{x+t}} \right) - P_x * \left(\frac{N_{x+t}}{D_{x+t}} \right)$$

$${}_0V_{35} = S.A * A_{35+0} - P_{35} * \ddot{a}_{35+0}$$

$${}_0V_{35} = 250,000 * \left(\frac{M_{35}}{D_{35}} \right) - P_{35} * \left(\frac{N_{35}}{D_{35}} \right)$$

$${}_0V_{35} = 250,000 * \left(\frac{1,194,810.24}{3,331,294.56} \right) - 4,072.15 * \left(\frac{73,352,628.17}{3,331,294.56} \right) = 0$$

$${}_1V_{35} = S.A * A_{35+1} - P_{35} * \ddot{a}_{35+1}$$

$${}_1V_{35} = 250,000 * \left(\frac{M_{36}}{D_{36}} \right) - P_{35} * \left(\frac{N_{36}}{D_{36}} \right)$$

$${}_1V_{35} = 250,000 * \left(\frac{1,186,692.23}{3,226,148.55} \right) - 4,072.15 * \left(\frac{70,021,333.61}{3,226,148.55} \right) = 3,575.78$$

3. Reserva Terminal usando el Método Retrospectivo

$${}_tV_x = P * \ddot{S}_{x:\overline{t}|} - S.A * A_{x:\overline{t}|}^1 * \frac{1}{A_{x:\overline{t}|}^1} = P * \left(\frac{N_x - N_{x+t}}{D_{x+t}} \right) - S.A * \left(\frac{M_x - M_{x+t}}{D_{x+t}} \right)$$

$${}_0V_{35} = P * \ddot{S}_{35:\overline{0}|} - S.A * A_{35:\overline{0}|}^1 * \frac{1}{A_{35:\overline{0}|}^1}$$

$${}_0V_{35} = 4,072.15 * \left(\frac{N_{35} - N_{35}}{D_{35}} \right) - 250,000 * \left(\frac{M_{35} - M_{35}}{D_{35}} \right)$$

$${}_0V_{35} = 4,072.15 * \left(\frac{73,352,628.17 - 73,352,628.17}{3,331,294.56} \right) - 250,000 * \left(\frac{1,194,810.24 - 1,194,810.24}{3,331,294.56} \right) = 0$$



$${}_1V_{35} = P * \ddot{S}_{35:\overline{1}|} - S.A * A^1_{35:\overline{1}|} * \frac{1}{A_{35:\overline{1}|}}$$

$${}_1V_{35} = 4,072.15 * \left(\frac{N_{35} - N_{36}}{D_{36}}\right) - 250,000 * \left(\frac{M_{35} - M_{36}}{D_{36}}\right)$$

$${}_1V_{35} = 4,072.15 * \left(\frac{73,352,628.17 - 70,021,333.61}{3,226,148.55}\right) - 250,000 * \left(\frac{1,194,810.24 - 1,186,692.23}{3,226,148.55}\right) = 3,575.78$$

A continuación en la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos del cálculo de la reserva terminal mediante el sistema de prima neta nivelada para cada uno de los años de vigencia del seguro de vida presentado en el ejemplo:

RESERVAS TERMINALES PNN			
t(Vigencia)	x+t	Método Prospectivo	Método Retrospectivo
0	35	-	-
1	36	3,575.78	3,575.78
2	37	7,236.47	7,236.47
3	38	10,978.62	10,978.62
4	39	14,794.32	14,794.32
5	40	18,680.67	18,680.67
6	41	22,632.79	22,632.79
7	42	26,648.41	26,648.41
8	43	30,727.81	30,727.81
9	44	34,869.41	34,869.41
10	45	39,072.04	39,072.04
11	46	43,332.84	43,332.84
12	47	47,647.42	47,647.42
13	48	52,011.95	52,011.95
14	49	56,421.24	56,421.24
15	50	60,870.81	60,870.81
16	51	65,355.00	65,355.00
17	52	69,868.96	69,868.96
18	53	74,410.47	74,410.47
19	54	78,974.63	78,974.63
20	55	83,557.51	83,557.51
21	56	88,154.55	88,154.55
22	57	92,759.11	92,759.11
23	58	97,364.23	97,364.23
24	59	101,962.83	101,962.83



25	60	106,549.28	106,549.28
26	61	111,115.15	111,115.15
27	62	115,655.08	115,655.08
28	63	120,162.70	120,162.70
29	64	124,630.83	124,630.83
30	65	129,051.73	129,051.73
31	66	133,416.05	133,416.05
32	67	137,711.96	137,711.96
33	68	141,926.51	141,926.51
34	69	146,045.80	146,045.80
35	70	150,063.38	150,063.38
36	71	153,978.69	153,978.69
37	72	157,799.71	157,799.71
38	73	161,539.82	161,539.82
39	74	165,216.95	165,216.95
40	75	168,839.09	168,839.09
41	76	172,405.46	172,405.46
42	77	175,905.10	175,905.10
43	78	179,319.22	179,319.22
44	79	182,623.00	182,623.00
45	80	185,799.56	185,799.56
46	81	188,841.66	188,841.66
47	82	191,748.96	191,748.96
48	83	194,530.78	194,530.78
49	84	197,202.03	197,202.03
50	85	199,778.71	199,778.71
51	86	202,276.16	202,276.16
52	87	204,712.10	204,712.10
53	88	207,106.98	207,106.98
54	89	209,481.76	209,481.76
55	90	211,856.57	211,856.57
56	91	214,250.74	214,250.74
57	92	216,684.67	216,684.67
58	93	219,184.84	219,184.84
59	94	221,794.98	221,794.98
60	95	224,599.97	224,599.97
61	96	227,699.42	227,699.42
62	97	231,190.30	231,190.30
63	98	234,988.32	234,988.32
64	99	238,646.30	238,646.30
65	100	250,000.00	250,000.00



Sistema De Cálculo De Reserva Terminal Año Temporal Preliminar Completo (ATPC)

Al utilizar como base de valoración de las obligaciones de las compañías el sistema de reserva de prima neta nivelada, el recargo disponible para gastos consiste en la diferencia entre la prima cobrada al cliente (prima comercial) y la prima neta nivelada. Siendo este resultado también una cantidad nivelada, puesto que las compañías reciben cada año una misma cantidad para gastos.

No obstante, sabemos que en la realidad, las compañías tienden a obtener distintos gastos año con año. Un ejemplo de esto es en el seguro de vida en el que el plazo es mayor, por tanto los agentes deben esforzarse para vender dichas pólizas, y más aún en los seguros de vida individual donde las comisiones decrecen con el tiempo. Por lo cual las comisiones de primer año y otros incentivos como son bonificaciones adicionales por volumen y calidad de ventas, siendo más altos en el primer año.

En el área de administración los gastos de selección de riesgos, emisión de las pólizas, colocación en reaseguros, hacen que los gastos de adquisición y administrativos del primer año sean sumamente altos a diferencia de los años siguientes.

De esta manera se puede observar una deficiencia en el primer año, que debe ser suplida de forma temporal con parte del capital de la compañía aseguradora, esperando que dicho capital usado para el financiamiento de nueva producción sea regresado en los años posteriores de las pólizas, cuando el recargo referido sea más que el suficiente para los gastos de ese año, dejando un remanente para saldar el financiamiento del primer año. Esto podría ser un problema para empresas con capital de trabajo pequeño como es el caso de compañías nuevas o pequeñas.

Esto podría cambiar si se usa un sistema de reserva que modifique el sistema de prima neta nivelada, que reconozca el hecho de la incidencia decreciente de los gastos, accediendo a una prima de primer año menor que la neta nivelada, resultando un recargo para gastos más grande que el nivelado.

En cualquier sistema modificado como el planteado, la secuencia de la prima neta nivelada P , es sustituida durante un número especificado de años, por una prima neta modificada α_x , seguida por una serie de primas de renovación β^{ATPC} . Naturalmente $\alpha_x < P$, por lo que en consecuencia $\beta^{ATPC} > P$.

De acuerdo con esto es posible buscar la fórmula para calcular cualquier reserva modificada, en la cual se reduzca únicamente la prima neta nivelada del primer año, para liberar parte de ella y de esta forma tener una mayor disponibilidad para hacer frente a los gastos del primer año. Basados en el caso de $k=m$, entonces:

$$\alpha_x + \beta^{ATPC} * a_{x:\overline{k-1}|} = P * \ddot{a}_{x:\overline{k}|}$$

Dicha ecuación dice que si se elige un período de modificación de k años; α_x , que es la prima que artificialmente ingresa al inicio del primer año, sumada al valor presente de la prima de renovación β^{ATPC} , también utilizada como artificio, y que es pagada a partir del inicio del segundo hasta el inicio del último año del período de modificación, es decir por un año menos de k , para que sea compensatorio, tiene que ser igual al pago de una prima nivelada original, pagadera de manera anticipada durante el período de modificación.



De la ecuación anterior se obtiene la prima de renovación:

$$\beta^{ATPC} = \frac{P * \ddot{a}_{x:\overline{k}|} - \alpha_x}{a_{x:\overline{k-1}|}} \quad (1)$$

Si sustituimos $a_{x:\overline{k-1}|} = \ddot{a}_{x:\overline{k}|} - 1$, la fórmula puede ser transformada a

$$\beta^{ATPC} = P + \frac{\beta^{ATPC} - \alpha_x}{\ddot{a}_{x:\overline{k}|}} \quad (2)$$

La ecuación (1) nos dice que al hacer una comparación financiera β^{ATPC} es igual, a la cuota de amortización, deducida con interés y mortalidad, al momento de emitirse la póliza, de la deuda adquirida por la compañía en el primer año, a pagarse en los próximos $k-1$ años del período de modificación. La deuda es equivalente al valor presente de los pagos originales P , menos la prima neta usada α_x , y la anualidad por la que la dividimos es el valor actual de 1 unidad monetaria pagadera en forma vencida por los $k-1$ años a los que nos hemos referido.

Por tanto definimos como **Año Temporal Preliminar Completo (ATPC)** al sistema de cálculo donde las reservas terminales se encuentran basadas en una prima modificada y una de renovación calculadas en base a una prima neta nivelada.

Fórmulas de cálculo de la Reserva Terminal por el Sistema Año Temporal Preliminar Completo para los seguros tradicionales de Vida Individual por el Método Prospectivo

1. Prima neta modificada del 1er año:

$$\alpha_x = A_{x:\overline{1}|}^1 = \frac{C_x}{D_x}$$

2. Prima neta de renovación:

$$\beta^{ATPC} = \frac{P * (N_x - N_{x+k}) - S.A * C_x}{(N_{x+1} - N_{x+k})}; k = m$$

El factor “P” representa la prima neta nivelada la cual depende de cada uno de los planes de seguros (Vida entera, Dotal puro, Temporal y Dotal). De esta forma, el valor de la prima neta de renovación variará únicamente de acuerdo al valor que tome la prima neta nivelada.

Reservas terminales por el Método Prospectivo mediante el Sistema ATPC:

1-Vida entera ordinaria:

$${}_tV_x = S.A * A_{x+t} - \beta^{ATPC} * \ddot{a}_{x+t:\overline{n-t}|}$$

$${}_tV_x = S.A * \left(\frac{M_{x+t}}{D_{x+t}} \right) - \beta^{ATPC} * \left(\frac{N_{x+t} - N_{x+n}}{D_{x+t}} \right)$$



2-Vida entera con pagos limitados:

$${}^m_tV_x = S.A * A_{x+t} - \beta^{ATPC} * \ddot{a}_{x+t:\overline{m-t}|}; 1 \leq t < m$$

$${}^m_tV_x = S.A * \left(\frac{M_{x+t}}{D_{x+t}}\right) - \beta^{ATPC} * \left(\frac{N_{x+t} - N_{x+m}}{D_{x+t}}\right)$$

$${}^m_tV_x = S.A * A_{x+t}; t \geq m$$

$${}^m_tV_x = S.A * \left(\frac{M_{x+t}}{D_{x+t}}\right)$$

3-Vida temporal:

$${}_tV_{x:\overline{n}|}^1 = S.A * A_{x+t:\overline{n-t}|}^1 - \beta^{ATPC} * \ddot{a}_{x+t:\overline{n-t}|}$$

$${}_tV_{x:\overline{n}|}^1 = S.A * \left(\frac{M_{x+t} - M_{x+n}}{D_{x+t}}\right) - \beta^{ATPC} * \left(\frac{N_{x+t} - N_{x+n}}{D_{x+t}}\right)$$

4-Vida temporal con pagos limitados:

$${}^m_tV_{x:\overline{n}|}^1 = S.A * A_{x+t:\overline{n-t}|}^1 - \beta^{ATPC} * \ddot{a}_{x+t:\overline{m-t}|}; 1 \leq t \leq m$$

$${}^m_tV_{x:\overline{n}|}^1 = S.A * \left(\frac{M_{x+t} - M_{x+n}}{D_{x+t}}\right) - \beta^{ATPC} * \left(\frac{N_{x+t} - N_{x+m}}{D_{x+t}}\right)$$

$${}^m_tV_{x:\overline{n}|}^1 = S.A * A_{x+t:\overline{n-t}|}^1; t \geq m$$

$${}^m_tV_{x:\overline{n}|}^1 = S.A * \left(\frac{M_{x+t} - M_{x+n}}{D_{x+t}}\right)$$

5-Vida Dotal Puro:

$${}_tV_{x:\overline{n}|}^1 = S.A * A_{x+t:\overline{n-t}|}^1 - \beta^{ATPC} * \ddot{a}_{x+t:\overline{n-t}|}$$

$${}_tV_{x:\overline{n}|}^1 = S.A * \left(\frac{D_{x+n}}{D_{x+t}}\right) - \beta^{ATPC} * \left(\frac{N_{x+t} - N_{x+n}}{D_{x+t}}\right)$$



6-Vida Dotal puro con pagos limitados:

$${}_tV_{x:\bar{n}}^1 S.A * A_{x+t:n-t}^1 - \beta^{ATPC} * \ddot{a}_{x+t:m-t} ; 1 \leq t < m$$

$${}_tV_{x:\bar{n}}^1 = S.A * \left(\frac{D_{x+n}}{D_{x+t}} \right) - \beta^{ATPC} * \left(\frac{N_{x+t} - N_{x+m}}{D_{x+t}} \right)$$

$${}_tV_{x:\bar{n}}^1 = S.A * A_{x+t:n-t}^1 ; t \geq m$$

$${}_tV_{x:\bar{n}}^1 = S.A * \left(\frac{D_{x+n}}{D_{x+t}} \right)$$

7-Vida dotal:

$${}_tV_{x:\bar{n}} = S.A * A_{x+t:n-t} - \beta^{ATPC} * \ddot{a}_{x+t:n-t}$$

$${}_tV_{x:\bar{n}} = S.A * \left(\frac{M_{x+t} - M_{x+n} + D_{x+n}}{D_{x+t}} \right) - \beta^{ATPC} * \left(\frac{N_{x+t} - N_{x+n}}{D_{x+t}} \right)$$

8--Vida dotal con pagos Limitados:

$${}_tV_{x:\bar{n}} = S.A * A_{x+t:n-t} - \beta^{ATPC} * \ddot{a}_{x+t:m-t} ; 1 \leq t < m$$

$${}_tV_{x:\bar{n}} = S.A * \left(\frac{M_{x+t} - M_{x+n} + D_{x+n}}{D_{x+t}} \right) - \beta^{ATPC} * \left(\frac{N_{x+t} - N_{x+m}}{D_{x+t}} \right)$$

$${}_tV_{x:\bar{n}} = S.A * A_{x+t:n-t} ; t \geq m$$

$${}_tV_{x:\bar{n}} S.A * \left(\frac{M_{x+t} - M_{x+n} + D_{x+n}}{D_{x+t}} \right)$$

9-Vida dotal generalizado:

$${}_tV'_{x:\bar{n}} = A'_{x+t:n-t} - \beta^{ATPC} * \ddot{a}_{x+t:n-t} ; 1 \leq t < m$$

$${}_tV'_{x:\bar{n}} = \left(\frac{C_f * (M_{x+t} - M_{x+n}) + C_v * D_{x+n}}{D_{x+t}} \right) - \beta^{ATPC} * \left(\frac{N_{x+t} - N_{x+n}}{D_{x+t}} \right)$$



10-Vida dotal generalizado con pagos limitados:

$${}^m_tV'_{x:\bar{n}|} = A'_{x+t:n-t|} - \beta^{\text{ATPC}} * \ddot{a}_{x+t:n-t|}; 1 \leq t < m$$

$${}^m_tV'_{x:\bar{n}|} = \left(\frac{C_f * (M_{x+t} - M_{x+n}) + C_v * D_{x+n}}{D_{x+t}} \right) - \beta^{\text{ATPC}} * \left(\frac{N_{x+t} - N_{x+n}}{D_{x+t}} \right)$$

$${}^m_tV'_{x:\bar{n}|} = A'_{x+t:n-t|}; t \geq m$$

$${}^m_tV'_{x:\bar{n}|} = \left(\frac{C_f * (M_{x+t} - M_{x+n}) + C_v * D_{x+n}}{D_{x+t}} \right)$$

Reservas terminales por el Método Retrospectivo mediante el Sistema ATPC:

Para los seguros que no son pagos limitados:

$${}_tV_x = \alpha_x * \ddot{a}_{x:\bar{1}|} * \frac{1}{A^1_{x:\bar{t}|}} + \beta^{\text{ATPC}} * \ddot{a}_{x+1:\bar{t-1}|} * \frac{1}{A^1_{x+1:\bar{t-1}|}} - S.A * A^1_{x:\bar{t}|} * \frac{1}{A^1_{x:\bar{t}|}}$$

$${}_tV_x = \alpha_x * \left(\frac{N_x - N_{x+1}}{D_{x+t}} \right) + \beta^{\text{ATPC}} * \left(\frac{N_{x+1} - N_{x+t}}{D_{x+t}} \right) - S.A * \left(\frac{M_x - M_{x+t}}{D_{x+t}} \right)$$

$${}_tV_x = \alpha_x * \frac{1}{A^1_{x:\bar{t}|}} + \beta^{\text{ATPC}} * \ddot{a}_{x+1:\bar{t-1}|} * \frac{1}{A^1_{x+1:\bar{t-1}|}} - S.A * A^1_{x:\bar{t}|} * \frac{1}{A^1_{x:\bar{t}|}}$$

$${}_tV_x = \alpha_x * \left(\frac{D_x}{D_{x+t}} \right) + \beta^{\text{ATPC}} * \left(\frac{N_{x+1} - N_{x+t}}{D_{x+t}} \right) - S.A * \left(\frac{M_x - M_{x+t}}{D_{x+t}} \right)$$

Para los seguros que son a pagos limitados:

$${}^m_tV_x = \alpha_x * \ddot{a}_{x:\bar{1}|} * \frac{1}{A^1_{x:\bar{t}|}} + \beta^{\text{ATPC}} * \ddot{a}_{x+1:\bar{t-1}|} * \frac{1}{A^1_{x+1:\bar{t-1}|}} - S.A * A^1_{x:\bar{t}|} * \frac{1}{A^1_{x:\bar{t}|}}; t < m$$

$${}^m_tV_x = \alpha_x * \left(\frac{N_x - N_{x+1}}{D_{x+t}} \right) + \beta^{\text{ATPC}} * \left(\frac{N_{x+1} - N_{x+t}}{D_{x+t}} \right) - S.A * \left(\frac{M_x - M_{x+t}}{D_{x+t}} \right)$$

$${}^m_tV_x = \alpha_x * \ddot{a}_{x:\bar{1}|} * \frac{1}{A^1_{x:\bar{t}|}} + \beta^{\text{ATPC}} * \ddot{a}_{x+1:\bar{m-1}|} * \frac{1}{A^1_{x+1:\bar{m-1}|}} - S.A * A^1_{x:\bar{t}|} * \frac{1}{A^1_{x:\bar{t}|}}; t \geq m$$



$${}^m_tV_x = \alpha_x * \left(\frac{N_x - N_{x+1}}{D_{x+t}} \right) + \beta^{ATPC} * \left(\frac{N_{x+1} - N_{x+m}}{D_{x+t}} \right) - S.A * \left(\frac{M_x - M_{x+t}}{D_{x+t}} \right)$$

En donde:

- x: Edad del asegurado al emitirse la póliza
- m: Número de pagos de primas del asegurado
- n: Años de cobertura del seguro
- t: Años transcurridos después de la emisión de la póliza
- k: Período de modificación del seguro

Ejemplo de Reserva Matemática utilizando el Sistema de Cálculo Año Temporal Preliminar Completo (ATPC).

Se tiene un seguro temporal a 20 años para una persona de edad 32, con valor asegurado \$50,000.00 y un interés anual del 3 %, utilizando la tabla de mortalidad CSO 58, calcular:

1. La prima y las reservas para el plan de seguro de vida usando el sistema de ATPC y aplicando los dos métodos para cálculo de reserva matemáticas (prospectivo y retrospectivo).

Solución

DATOS	
Tabla de Mortalidad:	CSO 58
Interés Técnico.(i):	3%
Plan:	Temporal 20 años
Suma Asegurada (S.A):	50,000.00
Edad de Emisión(x):	32
Cobertura(n):	20
Pagos(m):	20

1. Cálculo de prima

$$PNN = S.A * P_{x:\bar{n}}^1 = S.A * \frac{A_{x:\bar{n}}^1}{\ddot{a}_{x:\bar{n}}} = S.A * \left(\frac{M_x - M_{x+n}}{N_x - N_{x+n}} \right)$$

$$PNN = 50,000 * P_{32:\overline{20}}^1 = 50,000 * \frac{A_{32:\overline{20}}^1}{\ddot{a}_{32:\overline{20}}} = 50,000 * \left(\frac{M_{32} - M_{52}}{N_{32} - N_{52}} \right)$$

$$PNN = 50,000 * \left(\frac{1,218,830.32 - 995,822.20}{84,008,713.30 - 29,371,815.99} \right) = 204.08$$



1.1 Prima neta modificada del 1er año:

$$\alpha_x = S.A * \frac{C_x}{D_x}$$

$$\alpha_{32} = 50,000 * \frac{C_{32}}{D_{32}} = 50,000 * \left(\frac{8,007.57}{3,665,686.04} \right) = 109.22$$

1.2 Prima neta de renovación :

$$\beta^{ATPC} = \frac{P * (N_x - N_{x+k}) - S.A * C_x}{(N_{x+1} - N_{x+k})}; K = m$$

$$\beta^{ATPC} = \frac{204.08 * (N_{32} - N_{52}) - S.A * C_{32}}{(N_{33} - N_{52})}$$

$$\beta^{ATPC} = \frac{204.08 * (84,008,713.30 - 29,371,815.99) - (50,000 * 8,007.57)}{(80,343,027.26 - 29,371,815.99)} = 210.90$$

2. Reserva Terminal usando el Método Prospectivo

$${}_tV_{x:\overline{n}|}^1 = S.A * A_{x+t:\overline{n-t}|}^1 - \beta^{ATPC} * \ddot{a}_{x+t:\overline{n-t}|} = S.A * \left(\frac{M_{x+t} - M_{x+n}}{D_{x+t}} \right) - \beta^{ATPC} * \left(\frac{N_{x+t} - N_{x+n}}{D_{x+t}} \right)$$

$${}_1V_{32:\overline{20}|}^1 = S.A * A_{32+1:\overline{20-1}|}^1 - \beta^{ATPC} * \ddot{a}_{32+1:\overline{20-1}|}$$

$${}_1V_{32:\overline{20}|}^1 = 50,000 * \left(\frac{M_{33} - M_{52}}{D_{33}} \right) - 210.90 * \left(\frac{N_{33} - N_{52}}{D_{33}} \right)$$

$${}_1V_{32:\overline{20}|}^1 = 50,000 \left(\frac{1,210,822.75 - 995,822.20}{3,550,910.92} \right) - 210.90 \left(\frac{80,343,027.26 - 29,371,815.99}{3,550,910.92} \right) = 0$$

$${}_2V_{32:\overline{20}|}^1 = S.A * A_{32+2:\overline{20-2}|}^1 - \beta^{ATPC} * \ddot{a}_{32+2:\overline{20-2}|}$$

$${}_2V_{32:\overline{20}|}^1 = 50,000 * \left(\frac{M_{34} - M_{52}}{D_{34}} \right) - 210.90 * \left(\frac{N_{34} - N_{52}}{D_{34}} \right)$$

$${}_2V_{32:\overline{20}|}^1 = 50,000 * \left(\frac{1,202,824.58 - 995,822.20}{3,439,488.17} \right) - 210.90 * \left(\frac{76,792,116.33 - 29,371,815.99}{3,439,488.17} \right) = 101.47$$



3. Reserva Terminal usando el Método Retrospectivo

$${}_tV_x = \alpha_x * \ddot{a}_{x:\overline{t}|} * \frac{1}{A_{x:t}^1} + \beta^{ATPC} * \ddot{a}_{x+1:t-1} * \frac{1}{A_{x+1:t-1}^1} - S.A * A_{x:t}^1 * \frac{1}{A_{x:t}^1}$$

$${}_tV_x = \alpha_x * \left(\frac{N_x - N_{x+1}}{D_{x+t}} \right) + \beta^{ATPC} * \left(\frac{N_{x+1} - N_{x+t}}{D_{x+t}} \right) - S.A * \left(\frac{M_x - M_{x+t}}{D_{x+t}} \right)$$

$${}_1V_{32} = \alpha_{32} * \ddot{a}_{32:\overline{1}|} * \frac{1}{A_{32:1}^1} + \beta^{ATPC} * \ddot{a}_{32+1:1-1} * \frac{1}{A_{32+1:1-1}^1} - S.A * A_{32:1}^1 * \frac{1}{A_{32:1}^1}$$

$${}_1V_{32} = \alpha_{32} * \left(\frac{N_{32} - N_{33}}{D_{33}} \right) + \beta^{ATPC} * \left(\frac{N_{33} - N_{33}}{D_{33}} \right) - 50,000 * \left(\frac{M_{32} - M_{33}}{D_{33}} \right)$$

$$\begin{aligned} {}_1V_{32} &= 109.22 * \left(\frac{84,008,713.30 - 80,343,027.36}{3,550,910.92} \right) + 210.90 \\ &\quad * \left(\frac{80,343,027.26 - 80,343,027.26}{3,550,910.92} \right) - 50,000 \\ &\quad * \left(\frac{1,218,830.32 - 1,210,822.75}{3,550,910.92} \right) = 0 \end{aligned}$$

$${}_2V_{32} = \alpha_{32} * \ddot{a}_{32:\overline{2}|} * \frac{1}{A_{32:2}^1} + \beta^{ATPC} * \ddot{a}_{32+2:2-1} * \frac{1}{A_{32+2:2-1}^1} - S.A * A_{32:2}^1 * \frac{1}{A_{32:2}^1}$$

$${}_2V_{32} = \alpha_{32} * \left(\frac{N_{32} - N_{33}}{D_{34}} \right) + \beta^{ATPC} * \left(\frac{N_{33} - N_{34}}{D_{34}} \right) - 50,000 * \left(\frac{M_{32} - M_{34}}{D_{34}} \right)$$

$$\begin{aligned} {}_2V_{32} &= 109.22 * \left(\frac{84,008,713.30 - 80,343,027.26}{3,439,488.17} \right) + 210.90 \\ &\quad * \left(\frac{80,343,027.26 - 76,792,116.33}{3,439,488.17} \right) - 50,000 \\ &\quad * \left(\frac{1,218,830.32 - 1,202,824.58}{3,439,488.17} \right) = 101.47 \end{aligned}$$

A continuación en la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos del cálculo de la reserva terminal mediante el sistema de Año temporal preliminar completo para cada uno de los años de vigencia del seguro de vida presentado en el ejemplo:



RESERVAS TERMINALES POR EL SISTEMA ATPC			
t(Vigencia)	x+t	Método Prospectivo	Método Retrospectivo
1	33	-	0.00
2	34	101.47	101.47
3	35	202.23	202.23
4	36	300.78	300.78
5	37	396.08	396.08
6	38	486.56	486.56
7	39	569.60	569.60
8	40	643.51	643.51
9	41	706.04	706.04
10	42	755.35	755.35
11	43	790.04	790.04
12	44	808.13	808.13
13	45	807.58	807.58
14	46	785.74	785.74
15	47	739.35	739.35
16	48	664.99	664.99
17	49	558.56	558.56
18	50	415.70	415.70
19	51	231.33	231.33
20	52	-	(0.00)

Sistema De Cálculo De Reserva Terminal De Los Comisionados:

Es otro sistema de modificación de reservas, el cual facilita una especial modificación para las pólizas cuya prima neta de renovación basada en el sistema ATPC excede a la prima neta de renovación de un seguro de vida entera a 20 pagos a la misma edad.

Este sistema de modificación se utiliza en aquellas pólizas para las cuales:

$$\beta^{ATPC} > {}_{19}P_{x+1}$$

donde “x” es la edad del asegurado al emitirse la póliza.

Para todas las otras pólizas para las cuales:

$$\beta^{ATPC} \leq {}_{19}P_{x+1}$$

El sistema requerido para la valuación de las reservas terminales es el ATPC.

La modificación de los Comisionados, en nuestro caso, se extiende sobre todo el período de pago de primas de la póliza y muestra la siguiente relación entre α y β :

$$\beta^{COM} - \alpha^{COM} = {}_{19}P_{x+1} - \alpha_x \quad (3)$$



Combinando la ecuación (3) con la ecuación (2) obtenemos la prima de renovación,

$$\beta^{\text{COM}} = P + \frac{({}_{19}P_{x+1} - \alpha_x)}{\ddot{a}_{x:\overline{m}|}}$$

En la cual:

“P” es la Prima neta nivelada,

“x” es la edad del asegurado al emitirse la póliza y

“m” es el período de pago de primas por parte del asegurado.

Una vez calculada la prima de renovación β^{COM} procedemos al cálculo de la prima modificada del primer año α^{COM} , la cual se obtiene de la ecuación (3),

$$\alpha^{\text{COM}} = \beta^{\text{COM}} - ({}_{19}P_{x+1} - \alpha_x)$$

Fórmulas de cálculo de la Reserva Terminal por el Sistema de Los Comisionados para los seguros tradicionales de vida individual por el método prospectivo.

1. Prima modificada de 1er año:

$$\alpha^{\text{COM}} = \beta^{\text{COM}} - ({}_{19}P_{x+1} - \alpha_x) \quad ; \text{ en donde } \alpha_x = \frac{C_x}{D_x}$$

2. Prima neta de renovación:

$$\beta^{\text{COM}} = P + \frac{({}_{19}P_{x+1} - \alpha_x)}{\ddot{a}_{x:\overline{m}|}} \quad ; k = m$$

Nótese que “P” representa la prima neta nivelada la cual depende de cada uno de los planes de seguros (Vida entera, Dotal puro, Temporal y Dotal). De esta forma, el valor de la prima neta de renovación variará únicamente de acuerdo al valor que tome la prima neta nivelada.

Reservas terminales por el Método Prospectivo mediante el Sistema de los Comisionados:

1- Vida entera ordinario:

$${}_tV_x = S.A * A_{x+t} - \beta^{\text{COM}} * \ddot{a}_{x+t:n-t|}$$

$${}_tV_x = S.A * \left(\frac{M_{x+t}}{D_{x+t}}\right) - \beta^{\text{COM}} * \left(\frac{N_{x+t} - N_{x+n}}{D_{x+t}}\right)$$



2- Vida entera con pagos limitados:

$${}^m_tV_x = S.A * A_{x+t} - \beta^{\text{COM}} * \ddot{a}_{x+t:\overline{m-t}|}; 1 \leq t \leq m$$

$${}^m_tV_x = S.A * \left(\frac{M_{x+t}}{D_{x+t}} \right) - \beta^{\text{COM}} * \left(\frac{N_{x+t} - N_{x+m}}{D_{x+t}} \right)$$

$${}^m_tV_x = S.A * A_{x+t}; t \geq m$$

$${}^m_tV_x = S.A * \left(\frac{M_{x+t}}{D_{x+t}} \right)$$

3- Vida temporal:

$${}_tV_{x:\overline{n}|}^1 = S.A * A_{x+t:n-t}^1 - \beta^{\text{COM}} * \ddot{a}_{x+t:n-t}$$

$${}_tV_{x:\overline{n}|}^1 = S.A * \left(\frac{M_{x+t} - M_{x+n}}{D_{x+t}} \right) - \beta^{\text{COM}} * \left(\frac{N_{x+t} - N_{x+n}}{D_{x+t}} \right)$$

4- Vida temporal con pagos limitados:

$${}^m_tV_{x:\overline{n}|}^1 = S.A * A_{x+t:n-t}^1 - \beta^{\text{COM}} * \ddot{a}_{x+t:m-t}; 1 \leq t \leq m$$

$${}^m_tV_{x:\overline{n}|}^1 = S.A * \left(\frac{M_{x+t} - M_{x+n}}{D_{x+t}} \right) - \beta^{\text{COM}} * \left(\frac{N_{x+t} - N_{x+m}}{D_{x+t}} \right)$$

$${}^m_tV_{x:\overline{n}|}^1 = S.A * A_{x+t:n-t}^1; t \geq m$$

$${}^m_tV_{x:\overline{n}|}^1 = S.A * \left(\frac{M_{x+t} - M_{x+n}}{D_{x+t}} \right)$$

5- Vida dotal puro:

$${}_tV_{x:\overline{n}|}^{\frac{1}{2}} = S.A * A_{x+t:n-t}^{\frac{1}{2}} - \beta^{\text{COM}} * \ddot{a}_{x+t:n-t}$$

$${}_tV_{x:\overline{n}|}^{\frac{1}{2}} = S.A * \left(\frac{D_{x+n}}{D_{x+t}} \right) - \beta^{\text{COM}} * \left(\frac{N_{x+t} - N_{x+n}}{D_{x+t}} \right)$$



6- Vida dotal puro con pagos limitados:

$${}^m_tV_{x:\bar{n}}^{\frac{1}{|}} = S.A * A_{x+t:n-t}^{\frac{1}{|}} - \beta^{\text{COM}} * \ddot{a}_{x+t:m-t}^{\overline{|}} ; 1 \leq t \leq m$$

$${}^m_tV_{x:\bar{n}}^{\frac{1}{|}} S.A * \left(\frac{D_{x+n}}{D_{x+t}} \right) - \beta^{\text{COM}} * \left(\frac{N_{x+t} - N_{x+m}}{D_{x+t}} \right)$$

$${}^m_tV_{x:\bar{n}}^{\frac{1}{|}} = S.A * A_{x+t:n-t}^{\frac{1}{|}} ; t \geq m$$

$${}^m_tV_{x:\bar{n}}^{\frac{1}{|}} = S.A * \left(\frac{D_{x+n}}{D_{x+t}} \right)$$

7- Vida dotal:

$${}_tV_{x:\bar{n}} = S.A * A_{x+t:n-t} - \beta^{\text{COM}} * \ddot{a}_{x+t:n-t}^{\overline{|}}$$

$${}_tV_{x:\bar{n}} = S.A * \left(\frac{M_{x+t} - M_{x+n} + D_{x+n}}{D_{x+t}} \right) - \beta^{\text{COM}} * \left(\frac{N_{x+t} - N_{x+n}}{D_{x+t}} \right)$$

8 - Vida dotal con pagos limitados:

$${}^m_tV_{x:\bar{n}} = S.A * A_{x+t:n-t} - \beta^{\text{COM}} * \ddot{a}_{x+t:m-t}^{\overline{|}} ; 1 \leq t \leq m$$

$${}^m_tV_{x:\bar{n}} = S.A * \left(\frac{M_{x+t} - M_{x+n} + D_{x+n}}{D_{x+t}} \right) - \beta^{\text{COM}} * \left(\frac{N_{x+t} - N_{x+m}}{D_{x+t}} \right)$$

$${}^m_tV_{x:\bar{n}} = S.A * A_{x+t:n-t} ; t \geq m$$

$${}^m_tV_{x:\bar{n}} = S.A * \left(\frac{M_{x+t} - M_{x+n} + D_{x+n}}{D_{x+t}} \right)$$

9-Vida dotal generalizado:

$${}_tV'_{x:\bar{n}} = A'_{x+t:n-t} - \beta^{\text{COM}} * \ddot{a}_{x+t:n-t}^{\overline{|}} ; 1 \leq t < m$$

$${}_tV'_{x:\bar{n}} = \left(\frac{C_f * (M_{x+t} - M_{x+n}) + C_v * D_{x+n}}{D_{x+t}} \right) - \beta^{\text{COM}} * \left(\frac{N_{x+t} - N_{x+n}}{D_{x+t}} \right)$$



10-Vida dotal generalizado con pagos limitados:

$${}_tV'_{x:\bar{n}|} = A'_{x+t:\overline{n-t}|} - \beta^{\text{COM}} * \ddot{a}_{x+t:\overline{n-t}|}; 1 \leq t < m$$

$${}_tV'_{x:\bar{n}|} = \left(\frac{C_f * (M_{x+t} - M_{x+n}) + C_v * D_{x+n}}{D_{x+t}} \right) - \beta^{\text{COM}} * \left(\frac{N_{x+t} - N_{x+n}}{D_{x+t}} \right)$$

$${}_tV'_{x:\bar{n}|} = A'_{x+t:\overline{n-t}|}; t \geq m$$

$${}_tV'_{x:\bar{n}|} = \left(\frac{C_f * (M_{x+t} - M_{x+n}) + C_v * D_{x+n}}{D_{x+t}} \right)$$

Reservas terminales por el Método Retrospectivo mediante el Sistema de los Comisionados:

Seguros que no son a Pagos Limitados:

$${}_tV_x = \alpha^{\text{COM}} * \ddot{a}_{x:\bar{1}|} * \frac{1}{A_{x:\bar{t}|}} + \beta^{\text{COM}} * \ddot{a}_{x+1:\overline{t-1}|} * \frac{1}{A_{x+1:\overline{t-1}|}} - S.A * A_{x:\bar{t}|}^1 * \frac{1}{A_{x:\bar{t}|}}$$

$${}_tV_x = \alpha^{\text{COM}} * \left(\frac{N_x - N_{x+1}}{D_{x+t}} \right) + \beta^{\text{COM}} * \left(\frac{N_{x+1} - N_{x+t}}{D_{x+t}} \right) - S.A * \left(\frac{M_x - M_{x+t}}{D_{x+t}} \right)$$

$${}_tV_x = \alpha^{\text{COM}} * \frac{1}{A_{x:\bar{t}|}} + \beta^{\text{COM}} * \ddot{a}_{x+1:\overline{t-1}|} * \frac{1}{A_{x+1:\overline{t-1}|}} - S.A * A_{x:\bar{t}|}^1 * \frac{1}{A_{x:\bar{t}|}}$$

$${}_tV_x = \alpha^{\text{COM}} * \left(\frac{D_x}{D_{x+t}} \right) + \beta^{\text{COM}} * \left(\frac{N_{x+1} - N_{x+t}}{D_{x+t}} \right) - S.A * \left(\frac{M_x - M_{x+t}}{D_{x+t}} \right)$$

Seguros que son a Pagos Limitados:

$${}_tV_x = \alpha^{\text{COM}} * \ddot{a}_{x:\bar{1}|} * \frac{1}{A_{x:\bar{t}|}} + \beta^{\text{COM}} * \ddot{a}_{x+1:\overline{t-1}|} * \frac{1}{A_{x+1:\overline{t-1}|}} - S.A * A_{x:\bar{t}|}^1 * \frac{1}{A_{x:\bar{t}|}}; t < m$$

$${}_tV_x = \alpha^{\text{COM}} * \left(\frac{N_x - N_{x+1}}{D_{x+t}} \right) + \beta^{\text{COM}} * \left(\frac{N_{x+1} - N_{x+t}}{D_{x+t}} \right) - S.A * \left(\frac{M_x - M_{x+t}}{D_{x+t}} \right)$$

$${}_tV_x = \alpha^{\text{COM}} * \ddot{a}_{x:\bar{1}|} * \frac{1}{A_{x:\bar{t}|}} + \beta^{\text{COM}} * \ddot{a}_{x+1:\overline{m-1}|} * \frac{1}{A_{x+1:\overline{t-1}|}} - S.A * A_{x:\bar{t}|}^1 * \frac{1}{A_{x:\bar{t}|}}; t \geq m$$

$${}_tV_x = \alpha^{\text{COM}} * \left(\frac{N_x - N_{x+1}}{D_{x+t}} \right) + \beta^{\text{COM}} * \left(\frac{N_{x+1} - N_{x+m}}{D_{x+t}} \right) - S.A * \left(\frac{M_x - M_{x+t}}{D_{x+t}} \right)$$



En donde:

- x: Edad del asegurado al emitirse la póliza
- m: Número de pagos de primas del asegurado
- n: Años de cobertura del seguro
- t: Años transcurridos después de la emisión de la póliza

Ejemplo de Reserva Matemática utilizando el Sistema de los Comisionados.

Se tiene un seguro Dotal a 45 años realizándose 20 pagos, para una persona de edad 35, con valor asegurado \$100,000.00 y un interés anual del 3 %, utilizando la tabla de mortalidad CSO 58, calcular:

1. La prima y las reservas para el plan de seguro de vida usando el sistema de los Comisionados y aplicando los dos métodos para cálculo de reserva matemáticas (prospectivo y retrospectivo).

Solución

DATOS	
Tabla de Mortalidad:	CSO 58
Interés Técnico.(i):	3%
Plan:	Dotal
Suma Asegurada (S.A):	100,000.00
Edad de Emisión(x):	35
Cobertura(n):	45
Pagos(m):	20

1. Cálculo de Prima

$$PNN = S.A * {}_mP_{x:\bar{n}} = S.A * \frac{A_{x:\bar{n}}}{\ddot{a}_{x:\bar{n}}} = S.A * \left(\frac{M_x - M_{x+n} + D_{x+n}}{N_x - N_{x+m}} \right)$$

$$PNN = 100,000 * {}_{20}P_{35:\overline{45}} = 100,000 * \frac{A_{35:\overline{45}}}{\ddot{a}_{35:\overline{20}}} = 100,000 * \left(\frac{M_{35} - M_{80} + D_{80}}{N_{35} - N_{55}} \right)$$

$$PNN = 100,000 * \left(\frac{1,194,810.24 - 206,168.62 + 246,818.85}{73,352,628.17 - 24,032,171.41} \right) = 2,504.97$$

1.1 Prima neta modificada del 1er año:

$$\alpha_x = S.A * \frac{C_x}{D_x}$$



$$\alpha_{35} = S.A * \frac{C_{35}}{D_{35}} = 100,000 * \left(\frac{8,118.01}{3,331,294.56} \right) = 243.69$$

1.2 Prima neta de renovación : $\beta^{ATPC} = \frac{P * (N_x - N_{x+k}) - S.A.* C_x}{(N_{x+1} - N_{x+k})}$; $K = m$

$$\beta^{ATPC} = \frac{P * (N_{35} - N_{55}) - S.A * C_{35}}{(N_{36} - N_{55})}$$

$$\beta^{ATPC} = \frac{2,504.97 * (73,352,628.17 - 24,032,171.41) - (100,000 * 8,118.01)}{(70,021,333.61 - 24,032,171.41)} = 2,668.76$$

$${}_{19}P_{x+1} = S.A * \left[\frac{M_{x+1}}{N_{x+1} - N_{x+20}} \right]$$

$${}_{19}P_{36} = S.A * \left[\frac{M_{36}}{N_{36} - N_{55}} \right]$$

$${}_{19}P_{36} = 100,000 * \left[\frac{1,186,692.23}{70,021,333.61 - 24,032,171.41} \right] = 2,580.37$$

Como se puede observar $\beta^{ATPC} > {}_{19}P_{36}$; entonces procedemos a calcular las reservas terminales por el método de los comisionados:

1. Prima modificada de 1er año: $\alpha^{COM} = \beta^{COM} - ({}_{19}P_{x+1} - \alpha_x)$; endonde $\alpha_x = \frac{C_x}{D_x}$

2. Prima neta de renovación: $\beta^{COM} = P + \frac{({}_{19}P_{x+1} - \alpha_x)}{\ddot{a}_{x:\overline{m}|}}$; $K = m$

$$\beta^{COM} = 2,504.97 + \frac{(2,580.37 - 243.69)}{\frac{N_{35} - N_{55}}{D_{35}}} = 2,504.97 + \frac{(2,580.37 - 243.69)}{\frac{73,352,628.17 - 24,032,171.41}{3,331,294.56}}$$

$$\beta^{COM} = 2,662.79$$

$$\alpha^{COM} = \beta^{COM} - ({}_{19}P_{x+1} - \alpha_x) = 2,662.79 - (2,580.37 - 243.69) = 326.11$$

2. Reserva Terminal usando el Método Prospectivo

$${}_t^mV_{x:\overline{n}|} = S.A * A_{x+t:n-t|} - \beta^{COM} * \ddot{a}_{x+t:m-t|}; 1 \leq t \leq m$$

$${}_t^mV_{x:\overline{n}|} = S.A * \left(\frac{M_{x+t} - M_{x+n} + D_{x+n}}{D_{x+t}} \right) - \beta^{COM} * \left(\frac{N_{x+t} - N_{x+m}}{D_{x+t}} \right) \text{ Cuando } 1 \leq t \leq m$$



$${}^{20}V_{\overline{35:\overline{45}|}} = S.A * A_{\overline{35+1:\overline{45-1}|}} - \beta^{\text{COM}} * \ddot{a}_{\overline{35+1:\overline{20-1}|}} ; 1 \leq t \leq m$$

$${}^{20}V_{\overline{35:\overline{45}|}} = 100,000 * \left(\frac{M_{36} - M_{80} + D_{80}}{D_{36}} \right) - 2,662.79 * \left(\frac{N_{36} - N_{55}}{D_{36}} \right)$$

$${}^{20}V_{\overline{35:\overline{45}|}} = 100,000 * \left(\frac{1,186,692.23 - 206,168.62 + 246,818.85}{3,226,148.55} \right) - 2,662.79 * \left(\frac{70,021,333.61 - 24,032,171.41}{3,226,148.55} \right) = 85.11$$

$${}^{20}V_{\overline{35:\overline{45}|}} = S.A * A_{\overline{35+2:\overline{45-2}|}} - \beta^{\text{COM}} * \ddot{a}_{\overline{35+2:\overline{20-2}|}} ; 1 \leq t \leq m$$

$${}^{20}V_{\overline{35:\overline{45}|}} = 100,000 * \left(\frac{M_{37} - M_{80} + D_{80}}{D_{37}} \right) - 2,662.79 * \left(\frac{N_{37} - N_{55}}{D_{37}} \right)$$

$${}^{20}V_{\overline{35:\overline{45}|}} = 100,000 * \left(\frac{1,178,423.27 - 206,168.62 + 246,818.85}{3,123,914.10} \right) - 2,662.79 * \left(\frac{66,795,185.06 - 24,032,171.41}{3,123,914.10} \right) = 2,573.13$$

3. Reserva Terminal usando el Método Retrospectivo

$${}^m_tV_x = \alpha^{\text{COM}} * \ddot{a}_{x:\overline{1}|} * \frac{1}{A_{x:t}^{\frac{1}{1}}}} + \beta^{\text{COM}} * \ddot{a}_{x+1:\overline{t-1}|} * \frac{1}{A_{x+1:t-1}^{\frac{1}{1}}}} - S.A * A_{x:t}^1 * \frac{1}{A_{x:t}^{\frac{1}{1}}}} ; t < m$$

$${}^m_tV_x = \alpha^{\text{COM}} * \left(\frac{N_x - N_{x+1}}{D_{x+t}} \right) + \beta^{\text{COM}} * \left(\frac{N_{x+1} - N_{x+t}}{D_{x+t}} \right) - S.A * \left(\frac{M_x - M_{x+t}}{D_{x+t}} \right) ; t < m$$

$${}^{20}V_{35} = \alpha^{\text{COM}} * \ddot{a}_{\overline{35:\overline{1}|}} * \frac{1}{A_{\overline{35:\overline{1}|}}^{\frac{1}{1}}}} + \beta^{\text{COM}} * \ddot{a}_{\overline{35+1:\overline{1-1}|}} * \frac{1}{A_{\overline{35+1:\overline{1-1}|}}^{\frac{1}{1}}}} - S.A * A_{\overline{35:\overline{1}|}}^1 * \frac{1}{A_{\overline{35:\overline{1}|}}^{\frac{1}{1}}}}$$

$${}^{20}V_{35} = 326.11 * \left(\frac{N_{35} - N_{36}}{D_{36}} \right) + 2,662.79 * \left(\frac{N_{36} - N_{36}}{D_{36}} \right) - 100,000 * \left(\frac{M_{35} - M_{36}}{D_{36}} \right)$$

$${}^{20}V_{35} = 326.11 * \left(\frac{73,352,628.17 - 70,021,333.61}{3,226,148.55} \right) + 2,662.79 * \left(\frac{70,021,333.61 - 70,021,333.61}{3,226,148.55} \right) - 100,000 * \left(\frac{1,194,810.24 - 1,186,692.23}{3,226,148.55} \right) = 85.11$$

$${}^{20}V_{35} = \alpha^{\text{COM}} * \ddot{a}_{\overline{35:\overline{1}|}} * \frac{1}{A_{\overline{35:\overline{2}|}}^{\frac{1}{1}}}} + \beta^{\text{COM}} * \ddot{a}_{\overline{35+1:\overline{2-1}|}} * \frac{1}{A_{\overline{35+1:\overline{2-1}|}}^{\frac{1}{1}}}} - S.A * A_{\overline{35:\overline{2}|}}^1 * \frac{1}{A_{\overline{35:\overline{2}|}}^{\frac{1}{1}}}}$$



$${}_{20}V_{35} = 326.11 * \left(\frac{N_{35} - N_{36}}{D_{37}}\right) + 2,662.79 * \left(\frac{N_{36} - N_{37}}{D_{37}}\right) - 100,000 * \left(\frac{M_{35} - M_{37}}{D_{37}}\right)$$

$$\begin{aligned} {}_{20}V_{35} &= 326.11 * \left(\frac{73,352,628.17 - 70,021,333.61}{3,123,914.10}\right) + 2,662.79 \\ &* \left(\frac{70,021,333.61 - 66,795,185.06}{3,123,914.10}\right) - 100,000 \\ &* \left(\frac{1,194,810.24 - 1,178,423.27}{3,123,914.10}\right) = 2,573.13 \end{aligned}$$

A continuación en la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos del cálculo de la reserva terminal mediante el sistema de los comisionados para cada uno de los años de vigencia del seguro de vida presentado en el ejemplo:

RESERVAS TERMINALES LOS COMISIONADOS			
t(Vigencia)	x+t	Método Prospectivo	Método Retrospectivo
0	35	-	
1	36	85.11	85.11
2	37	2,573.13	2,573.13
3	38	5,127.36	5,127.36
4	39	7,746.17	7,746.17
5	40	10,430.14	10,430.14
6	41	13,179.24	13,179.24
7	42	15,994.72	15,994.72
8	43	18,878.96	18,878.96
9	44	21,833.92	21,833.92
10	45	24,861.93	24,861.93
11	46	27,965.08	27,965.08
12	47	31,145.29	31,145.29
13	48	34,405.14	34,405.14
14	49	37,747.32	37,747.32
15	50	41,175.35	41,175.35
16	51	44,693.13	44,693.13
17	52	48,305.67	48,305.67
18	53	52,019.63	52,019.63
19	54	55,842.02	55,842.02
20	55	59,781.36	59,781.36
21	56	61,068.69	61,068.69
22	57	62,365.97	62,365.97
23	58	63,672.42	63,672.42



24	59	64,987.38	64,987.38
25	60	66,310.72	66,310.72
26	61	67,641.88	67,641.88
27	62	68,981.28	68,981.28
28	63	70,329.42	70,329.42
29	64	71,687.03	71,687.03
30	65	73,055.16	73,055.16
31	66	74,435.13	74,435.13
32	67	75,828.47	75,828.47
33	68	77,237.43	77,237.43
34	69	78,665.33	78,665.33
35	70	80,118.49	80,118.49
36	71	81,606.22	81,606.22
37	72	83,141.52	83,141.52
38	73	84,740.81	84,740.81
39	74	86,424.23	86,424.23
40	75	88,214.11	88,214.11
41	76	90,136.87	90,136.87
42	77	92,225.38	92,225.38
43	78	94,522.74	94,522.74
44	79	97,087.38	97,087.38
45	80	100,000.00	100,000.00



Reserva Media (Reserva de Balance):

La reserva matemática ha sido expresada exclusivamente para valores enteros de la variable t (años transcurridos desde de la emisión de una póliza), es decir en los aniversarios de los contratos de seguros. Sin embargo, no todas las pólizas son emitidas en un mismo día del año, por lo que en muchas ocasiones puede ser necesario el cálculo de las reservas matemáticas en un momento no coincidente con uno de los aniversarios de la celebración del contrato, esto es al cierre del inventario anual, generalmente el 31 de diciembre.

Esta realidad ha motivado que se introduzca un nuevo concepto de reserva matemática, llamada de balance también conocida como reserva media, que consiste en considerar precisamente una *media*, y para la que las normas legales exigen que incluya la reserva para riesgo en curso.

Esto quiere decir que, al ser distribuidas todas las pólizas durante el año, cada una de ellas puede ser considerada, en promedio, emitida al final del primer semestre, de modo que al final del año, su reserva matemática será la suma del 50% de la reserva del año anterior ($t-1$) y el otro 50% de la reserva del año en curso t , aparte de que deberá agregarse por concepto de transporte de prima la mitad de la prima anual correspondiente al año t .

Por tanto la **Reserva de Balance** se define como la provisión de prestaciones pendientes de pagar o liquidar a la fecha de cierre del ejercicio, es decir la parte de prima no consumida al cierre del inventario anual (31 de diciembre).

En estas condiciones, la siguiente fórmula da un resultado muy aproximado de la llamada reserva de balance o reserva matemática media:

1.- Sistema de Prima Neta Nivelada

$${}^m_tM_x = \frac{({}^m_tV_x + P)}{2}; t = 1$$

$${}^m_tM_x = \frac{({}^m_tV_x + {}^m_{t-1}V_x + P)}{2}; 2 \leq t \leq m$$

$${}^m_tM_x = \frac{({}^m_tV_x + {}^m_{t-1}V_x)}{2}; t > m$$

El término “P” se refiere a la prima neta nivelada calculada según el plan tradicional de vida individual.

2.-Sistema de Año Temporal Preliminar Completo:

$${}^m_tM_x = \frac{({}^m_tV_x + \alpha_x)}{2}; t = 1$$

$${}^m_tM_x = \frac{({}^m_tV_x + {}^m_{t-1}V_x + \beta^{ATPC})}{2}; 2 \leq t \leq m$$



$${}^m_tM_x = \frac{({}^m_tV_x + {}^m_{t-1}V_x)}{2}; t > m$$

3.-Sistema de los Comisionados:

$${}^m_tM_x = \frac{({}^m_tV_x + \alpha^{COM})}{2}; t = 1$$

$${}^m_tM_x = \frac{({}^m_tV_x + {}^m_{t-1}V_x + \beta^{COM})}{2}; 2 \leq t \leq m$$

$${}^m_tM_x = \frac{({}^m_tV_x + {}^m_{t-1}V_x)}{2}; t > m$$

En donde:

- x: Edad del asegurado al emitirse la póliza
- m: Número de pagos anuales de primas del asegurado
- t: Años transcurridos después de la emisión de la póliza

De acuerdo a lo anterior presentaremos a continuación el cálculo de las reservas media para los ejemplos expuestos de cada uno de los sistemas implementados anteriormente para el cálculo de la reserva terminal del seguro de vida.

Para el ejemplo de la Reserva terminal mediante el sistema de prima neta nivelada efectuamos los siguientes cálculos:

1. Reserva Media tMx

$${}^m_tM_x = \frac{{}^m_tV_x + P}{2}; t = 1$$

$${}^{65}_1M_{35} = \frac{{}^{65}_1V_{35} + P}{2} = \frac{3,575.78 + 4,072.15}{2} = 3,823.97$$

$${}^m_tM_x = \frac{{}^m_tV_x + {}^m_{t-1}V_x + P}{2}; 2 \leq t \leq m$$

$${}^{65}_2M_{35} = \frac{{}^{65}_2V_{35} + {}^{65}_1V_{35} + P}{2} = \frac{7,236.47 + 3,575.78 + 4,072.15}{2} = 7,442.20$$



A continuación Mostramos en la siguiente tabla los resultados obtenidos para los demás años de vigencia:

RESERVAS TERMINALES PNN				Reserva media
t(Vigencia)	x+t	Método Prospectivo	Método Retrospectivo	TMx
0	35	-	-	-
1	36	3,575.78	3,575.78	3,823.97
2	37	7,236.47	7,236.47	7,442.20
3	38	10,978.62	10,978.62	11,143.62
4	39	14,794.32	14,794.32	14,922.54
5	40	18,680.67	18,680.67	18,773.56
6	41	22,632.79	22,632.79	22,692.80
7	42	26,648.41	26,648.41	26,676.67
8	43	30,727.81	30,727.81	30,724.18
9	44	34,869.41	34,869.41	34,834.68
10	45	39,072.04	39,072.04	39,006.80
11	46	43,332.84	43,332.84	43,238.51
12	47	47,647.42	47,647.42	47,526.20
13	48	52,011.95	52,011.95	51,865.76
14	49	56,421.24	56,421.24	56,252.67
15	50	60,870.81	60,870.81	60,682.10
16	51	65,355.00	65,355.00	65,148.98
17	52	69,868.96	69,868.96	69,648.05
18	53	74,410.47	74,410.47	74,175.79
19	54	78,974.63	78,974.63	78,728.62
20	55	83,557.51	83,557.51	83,302.14
21	56	88,154.55	88,154.55	87,892.10
22	57	92,759.11	92,759.11	92,492.90
23	58	97,364.23	97,364.23	97,097.74
24	59	101,962.83	101,962.83	101,699.61
25	60	106,549.28	106,549.28	106,292.13
26	61	111,115.15	111,115.15	110,868.29
27	62	115,655.08	115,655.08	115,421.19
28	63	120,162.70	120,162.70	119,944.97
29	64	124,630.83	124,630.83	124,432.84
30	65	129,051.73	129,051.73	128,877.35
31	66	133,416.05	133,416.05	133,269.96
32	67	137,711.96	137,711.96	137,600.08
33	68	141,926.51	141,926.51	141,855.31
34	69	146,045.80	146,045.80	146,022.23
35	70	150,063.38	150,063.38	150,090.66
36	71	153,978.69	153,978.69	154,057.11



37	72	157,799.71	157,799.71	157,925.27
38	73	161,539.82	161,539.82	161,705.84
39	74	165,216.95	165,216.95	165,414.46
40	75	168,839.09	168,839.09	169,064.09
41	76	172,405.46	172,405.46	172,658.35
42	77	175,905.10	175,905.10	176,191.35
43	78	179,319.22	179,319.22	179,648.23
44	79	182,623.00	182,623.00	183,007.18
45	80	185,799.56	185,799.56	186,247.35
46	81	188,841.66	188,841.66	189,356.68
47	82	191,748.96	191,748.96	192,331.38
48	83	194,530.78	194,530.78	195,175.94
49	84	197,202.03	197,202.03	197,902.48
50	85	199,778.71	199,778.71	200,526.44
51	86	202,276.16	202,276.16	203,063.50
52	87	204,712.10	204,712.10	205,530.20
53	88	207,106.98	207,106.98	207,945.61
54	89	209,481.76	209,481.76	210,330.45
55	90	211,856.57	211,856.57	212,705.24
56	91	214,250.74	214,250.74	215,089.73
57	92	216,684.67	216,684.67	217,503.78
58	93	219,184.84	219,184.84	219,970.83
59	94	221,794.98	221,794.98	222,525.98
60	95	224,599.97	224,599.97	225,233.55
61	96	227,699.42	227,699.42	228,185.77
62	97	231,190.30	231,190.30	231,480.94
63	98	234,988.32	234,988.32	235,125.38
64	99	238,646.30	238,646.30	238,853.38
65	100	250,000.00	250,000.00	246,359.22

Para el ejemplo de la Reserva terminal mediante el sistema del año temporal preliminar completo efectuamos los siguientes cálculos:

1. Reserva Media tM_x

$${}_t^mM_x = \frac{{}_t^mV_x + \alpha_x}{2}; t = 1$$

$${}_{10}^{20}M_{32} = \frac{{}_{10}^{20}V_{32} + \alpha_{32}}{2} = \frac{0 + 109.22}{2} = 54.61$$



$${}^m_tM_x = \frac{{}^m_tV_x + {}^{m}_{t-1}V_x + \beta^{\text{ATPC}}}{2}; 2 \leq t \leq m$$

$${}^{20}_2M_{32} = \frac{{}^{20}_2V_{32} + {}^{20}_1V_{32} + \beta^{\text{ATPC}}}{2} = \frac{101.47 + 0 + 210.90}{2} = 156.19$$

A continuación Mostramos en la siguiente tabla los resultados obtenidos para los demás años de vigencia:

RESERVAS TERMINALES POR EL SISTEMA ATPC				Reserva media
t(Vigencia)	x+t	Método Prospectivo	Método Retrospectivo	tMx
1	33	-	0.00	54.61
2	34	101.47	101.47	156.19
3	35	202.23	202.23	257.30
4	36	300.78	300.78	356.96
5	37	396.08	396.08	453.88
6	38	486.56	486.56	546.77
7	39	569.60	569.60	633.53
8	40	643.51	643.51	712.00
9	41	706.04	706.04	780.22
10	42	755.35	755.35	836.14
11	43	790.04	790.04	878.14
12	44	808.13	808.13	904.53
13	45	807.58	807.58	913.30
14	46	785.74	785.74	902.11
15	47	739.35	739.35	868.00
16	48	664.99	664.99	807.62
17	49	558.56	558.56	717.23
18	50	415.70	415.70	592.58
19	51	231.33	231.33	428.97
20	52	-	(0.00)	221.12

Para el ejemplo de la Reserva terminal mediante el sistema de los comisionados efectuamos los siguientes cálculos:

1. Reserva Media tMx

$${}^m_tM_x = \frac{({}^m_tV_x + \alpha^{\text{COM}})}{2}; t = 1$$

$${}^{20}_1M_{35} = \frac{({}^{20}_1V_{35} + \alpha^{\text{COM}})}{2} = \frac{(85.11 + 326.11)}{2} = 205.61$$



$${}^m_tM_x = \frac{({}^m_tV_x + {}^m_{t-1}V_x + \beta^{COM})}{2}; 2 \leq t \leq m$$

$${}^{20}_2M_{35} = \frac{({}^{20}_2V_{35} + {}^{20}_1V_{35} + \beta^{COM})}{2} = \frac{(2,573.13 + 85.11 + 2,662.79)}{2} = 2,660.52$$

A continuación Mostramos en la siguiente tabla los resultados obtenidos para los demás años de vigencia:

RESERVAS TERMINALES LOS COMISIONADOS				Reserva Media
t(Vigencia)	x+t	Método Prospectivo	Método Retrospectivo	tMx
0	35	-		-
1	36	85.11	85.11	205.61
2	37	2,573.13	2,573.13	2,660.52
3	38	5,127.36	5,127.36	5,181.64
4	39	7,746.17	7,746.17	7,768.16
5	40	10,430.14	10,430.14	10,419.55
6	41	13,179.24	13,179.24	13,136.09
7	42	15,994.72	15,994.72	15,918.38
8	43	18,878.96	18,878.96	18,768.24
9	44	21,833.92	21,833.92	21,687.84
10	45	24,861.93	24,861.93	24,679.32
11	46	27,965.08	27,965.08	27,744.90
12	47	31,145.29	31,145.29	30,886.58
13	48	34,405.14	34,405.14	34,106.61
14	49	37,747.32	37,747.32	37,407.63
15	50	41,175.35	41,175.35	40,792.73
16	51	44,693.13	44,693.13	44,265.64
17	52	48,305.67	48,305.67	47,830.80
18	53	52,019.63	52,019.63	51,494.05
19	54	55,842.02	55,842.02	55,262.23
20	55	59,781.36	59,781.36	59,143.09
21	56	61,068.69	61,068.69	60,425.03
22	57	62,365.97	62,365.97	61,717.33
23	58	63,672.42	63,672.42	63,019.20
24	59	64,987.38	64,987.38	64,329.90
25	60	66,310.72	66,310.72	65,649.05
26	61	67,641.88	67,641.88	66,976.30
27	62	68,981.28	68,981.28	68,311.58
28	63	70,329.42	70,329.42	69,655.35
29	64	71,687.03	71,687.03	71,008.23
30	65	73,055.16	73,055.16	72,371.10



31	66	74,435.13	74,435.13	73,745.15
32	67	75,828.47	75,828.47	75,131.80
33	68	77,237.43	77,237.43	76,532.95
34	69	78,665.33	78,665.33	77,951.38
35	70	80,118.49	80,118.49	79,391.91
36	71	81,606.22	81,606.22	80,862.35
37	72	83,141.52	83,141.52	82,373.87
38	73	84,740.81	84,740.81	83,941.17
39	74	86,424.23	86,424.23	85,582.52
40	75	88,214.11	88,214.11	87,319.17
41	76	90,136.87	90,136.87	89,175.49
42	77	92,225.38	92,225.38	91,181.13
43	78	94,522.74	94,522.74	93,374.06
44	79	97,087.38	97,087.38	95,805.06
45	80	100,000.00	100,000.00	98,543.69

2. Reservas de Riesgos en Curso o Prima No Devengada.

Se puede definir técnicamente como la parte de la prima que debe ser utilizada para el cumplimiento de las obligaciones futuras por concepto de reclamaciones, a lo que también se le llama “Prima no Devengada”.

Normalmente se constituyen por la Ley para prevenir que los asegurados puedan cobrar oportunamente sus indemnizaciones cuando un siniestro ya ha ocurrido no obstante que el ejercicio de la aseguradora haya terminado y el pago de las indemnizaciones continuará en el nuevo ejercicio.

La parte de la prima que corresponde al período cubierto al año de emisión de la póliza, se le conoce como Prima Devengada.

Según el Art.1 de las NORMAS SOBRE CONSTITUCION Y CÁLCULO DE RESERVAS. Se instruye:

Reservas para Riesgos en Curso Totales

Las reservas mínimas de riesgos en curso que deberán constituir las Instituciones de Seguros, tanto para seguros directos como para los reaseguros tomados, serán:

1. Para los seguros de Vida Individual y de Capitalización, las reservas correspondientes a cada póliza se calcularán de acuerdo a las Bases Técnicas o procedimientos aprobados por la Superintendencia a solicitud previa de cada institución.



2. Para los Beneficios Adicionales y riesgos ocupacionales y subnormales correspondientes al ramo de Vida Individual será igual al 50% de las primas retenidas en el año.

3. Para los ramos de Colectivos de Vida, Accidentes y Enfermedades, Daños y Fianzas, en los que el plazo de la cobertura no sea mayor de un año, la reserva será del 40% del total de las primas retenidas del año anterior a la fecha de valuación.

Ejemplo:

X Empresa Aseguradora obtiene en el año \$3,030,573.00 de primas retenidas para el ramo de accidentes personales para lo cual se aplica el 40% según la norma de constitución y eso pasa a ser las reservas para riesgos en cursos del ramo de accidentes personales.

\$ 3,030,573.0 retenidas por la empresa → entonces $\$ 3,030,573.0 * 40\% = \$1,212,229.20$

La Reserva para riesgo en curso es de \$1,212,229.20

Para los diferentes ramos se pueden observar los resultados en la tabla No. 1. 2

3. Reserva de Obligaciones Pendientes de Cumplir

La reserva de obligaciones pendientes de cumplir corresponde a la suma de dos reservas distintas, por una parte, la reserva de siniestros pendientes de pago, y por otra, la reserva por siniestros ocurridos y no reportados; ambas reservas constituyen obligaciones pendientes de cumplir, sin embargo su metodología de constitución es distinta.

3.1 Reservas Para Siniestros Pendientes de Pago.

Esta reserva se constituye con los saldos de las obligaciones derivadas de reclamaciones recibidas por la compañía y que por alguna razón no se han liquidado o pagado. En los casos más comunes, se constituye cuando la institución tiene conocimiento de la ocurrencia de un siniestro, pero su valor no ha quedado totalmente definido por el ajustador o no se ha logrado determinar si la reclamación es procedente. Es decir, que se constituyen mediante los clientes presentan sus reclamos, y estos no han sido pagados al cerrar el ejercicio. Podemos distinguir dos tipos de reservas.

1. Siniestros pendientes de pago.

La provisión estará constituida por el importe definitivo del siniestro cuya tramitación ya está terminada, incluidos los gastos de ajuste, estando pendiente solamente el pago al cliente.

2. Siniestros pendientes de liquidación.

Debe estar constituida por la provisión del importe estimado del siniestro en tramitación, incluidos los gastos de ajuste que su liquidación vaya a dar lugar. Esta reserva se tiene que constituir de acuerdo con la peor alternativa posible.



Es evidente que esta reserva es un pasivo muy importante dentro de la empresa de seguros, su manejo, requiere estricto conocimiento de las pólizas y precisión de las estimaciones por pagar, ya que una sobre estimación disminuye las utilidades, y una sub-estimación puede producir el colapso de la empresa.

Según la norma de constitución de reserva, las reservas mínimas para obligaciones pendientes de pago por beneficios exigibles de acuerdo con los contratos de seguro y de reaseguro tomado serán las siguientes:

1. Para los seguros sobre la vida de personas en los cuales se ofrecieron determinadas sumas de dinero en concepto de indemnización por el acaecimiento de un riesgo previsto, se reservará la cantidad de numerario exigible de acuerdo con los contratos respectivos.

2. Para los seguros de daños, accidentes personales y fianzas, con excepción de seguros de automóviles, la reserva se establecerá de acuerdo con las siguientes normas:

a. Cuando se trate de siniestros en los que las dos partes hubieren llegado a un acuerdo, la reserva será igual al valor convenido.

b. Si el reclamo está pendiente de pago por desacuerdo entre las partes, se reservará el promedio de las sumas estimadas por la compañía aseguradora y la reclamada por el asegurado, teniendo ésta como la indemnización mayor a que tenga derecho el asegurado según contrato, más los gastos respectivos.

c. En cualquier otro caso, la estimación de la reserva la harán las instituciones aseguradoras, de acuerdo con un sano criterio.

3. Para los Seguros de Automóviles:

a. Cuando se trate de siniestros ajustados en los que las partes hubieran llegado a un acuerdo, la reserva será igual al valor convenido.

b. Cuando se trate de siniestros pendientes de ajustes o habiéndose hecho éste no esté aún aprobado por las partes, la reserva se hará en base a estimaciones prudenciales hechas por la compañía aseguradora, pero su importe no podrá ser inferior al resultado de multiplicar el número de siniestros cuyo ajuste se halle pendiente, o no haya sido aprobado por las partes, por el costo medio de siniestros. Se entenderá por costo medio de siniestros, el resultado de dividir el monto de los siniestros pagados más el de los reservados según el inciso a) correspondiente al ejercicio, entre el número de siniestros.

3.2 Reserva de Siniestros Incurridos y No Reportados.

Es una reserva técnica que corresponde al pasivo que se produce cuando los siniestros que ocurren en un determinado año, por diversas causas no son reclamados en el mismo, sino en años posteriores, con la consecuente obligación que debe reconocerse en estados financieros.



De acuerdo a la norma de constitución de reserva para todos los seguros se constituirá una reserva para siniestros ocurridos y no reportados, la cual se determinará de acuerdo con la experiencia de cada empresa, sin que pueda ser inferior al cinco por ciento (5%) de las reservas para prestaciones y siniestros pendientes de pago del respectivo ejercicio.

Ejemplificación de la Reserva de Obligaciones Pendientes de Cumplir

Ejemplo No.1 Siniestros pendientes de pago.

Aseguradora Mundial realizó una suscripción de un contrato de seguro de vida con el Sr. José Quezada por una suma asegurada de \$ 5,000 dólares y al pasar 3 años el señor Quezada fallece, los \$ 5,000 dólares de Suma Asegurada convenido como indemnización es lo que la compañía debe reservar para luego hacer efectivo el pago.

Ejemplo No.2 Siniestros pendientes de liquidación cuando ambas partes están en desacuerdo.

La UNAN-LEON tiene un seguro de incendio suscrito con aseguradora Lafise con una suma asegurada de C\$100,000 córdobas y luego de un tiempo se provoca el siniestro en la Facultad de Ciencias y Tecnología por un cortocircuito en uno de los laboratorios.

La aseguradora al hacer la evaluación de los daños determina que la universidad recibirá la suma de 40,000 córdobas, la UNAN -LEON no está de acuerdo ya que los daños estimados por la institución son 45,000 córdobas. Al no haber un acuerdo entre las partes las reservas para el pago se realizarán calculando un promedio de las sumas estimadas por la compañía aseguradora y por el asegurado:

Sumando los $C\$40,000 + C\$45,000 = C\$85,000$

Luego estimamos el promedio al dividir la suma entre dos $\frac{85,000}{2} = C\$42,500$

De acuerdo al resultado lo que se reservará son C\$42,500 córdobas, siempre y cuando ésta no supere la suma asegurada.

Ejemplo No.3 Reserva de Siniestros Incurridos y No Reportados.

X compañía aseguradora posee una Reserva Para Siniestros Pendientes de Pago de C\$3,500,000.00 de los cuales se reservará para Siniestros Incurridos y No Reportados una cantidad equivalente al 5% de la suma total de dicha reserva, siendo el resultado del ejercicio:

$C\$ 3, 500,000.00 * 5\% = C\$ 175,000.00$

Por tanto la reserva para Siniestros Incurridos y No Reportados de la compañía X será de C\$175,000.00



4. Reserva de Previsión.

Conocida también como reserva de Desviación Siniestral, sirve para solventar desviaciones en el número de siniestros o una desviación acumulada del valor de ellos en un año determinado. Se define como: “Provisión que se debe acumular ó decrementar conforme el desarrollo siniestral de los riesgos asumidos en un corto tiempo, es decir, un año calendario.”

En su manejo a través del tiempo, hay que tomar en cuenta que su agotamiento ó acumulación excesiva, perjudica las finanzas de la empresa, por lo que se deben revisar periódicamente las hipótesis actuariales de las primas de riesgo.

Las reservas de previsión para desviaciones estadísticas deberán constituirse para los riesgos retenidos, y se operarán de la siguiente manera:

1. Incrementos mínimos anuales:

a. Para los Seguro de Vida Individuales y Colectivos, tómesese el 1.5% de las primas retenidas en el año o el 10% de las utilidades obtenidas en este período en el ramo de vida, lo que sea mayor.

b. Para los beneficios adicionales de vida, por accidentes e incapacidad y las primas provenientes de los seguros subnormales y extraprimas ocupacionales, tómesese el 40% de las primas retenidas en el año.

c. Para los ramos de Accidentes y Enfermedades, Daños y Fianzas que no sean Líneas Aliadas de Incendio ni ninguno de los ramos especificados en el Art. 7 de la norma de constitución de reserva, tómesese el 3% de las primas retenidas en el año, o el 90% de la desviación siniestral favorable, lo que sea mayor.

d. Para riesgos ocupacionales y subnormales se utilizarán conjuntamente con la que corresponda al Seguro de Vida, para las desviaciones desfavorables en la mortalidad para riesgos retenidos, sin que en ningún caso el monto que se hubiese acumulado para dichos riesgos ocupacionales y subnormales quede reducido a menos del 40% de las primas de retención del año correspondiente a la valuación.

2. Los decrementos anuales para las desviaciones de cada año, se harán por separado con respecto a cada grupo de ramos o beneficios, así:

a. Para los seguros de vida, individuales y colectivos, que no sean los mencionados en el inciso b) siguiente, se decrementará la reserva con el importe de las desviaciones desfavorables en la mortalidad por riesgos retenidos, según cálculos presentados al efecto.

b. Para los beneficios adicionales de vida por accidentes e incapacidad, la reserva se decrementará por el monto total de los siniestros de retención.

c. Para los ramos de accidentes y enfermedades, fianzas y daños que no sean Líneas Aliadas de Incendio, ni ninguno de los ramos especificados en el último párrafo del Art. 7, la reserva se decrementará con el valor de la desviación siniestral desfavorable de cada ramo en particular, siempre que los resultados técnicos generales para el conjunto de ramos del presente inciso, sean



de pérdida. Así pues, si hubiere utilidad técnica global para el conjunto de estos ramos, no se disminuirán las reservas por desviación desfavorable en algún ramo de éstos en particular.

Se considerará como desviación siniestral favorable, el exceso de la siniestralidad esperada sobre la siniestralidad ocurrida (incluyendo ajustes y salvamentos), y como desviación siniestral desfavorable, el exceso de la siniestralidad ocurrida (incluyendo ajustes y salvamentos), sobre la siniestralidad esperada.

La siniestralidad esperada se estimará aplicando en cada ramo los porcentajes más abajo indicados sobre el resultado de efectuar las siguientes operaciones: sumar las correspondientes reservas de riesgos en curso de retención al final del año anterior, con el 80% de las correspondientes primas de retención ingresadas en el año, y restar a este total las reservas que correspondan por riesgos en curso de retención al final del año.

Los porcentajes que se aplicarán serán los siguientes:

- Incendio 45%
- Accidentes y Enfermedades 55%
- Otros Daños 50%
- Fianzas 40%

Para poder efectuar la valuación de las reservas de previsión se requiere llevar control acumulado anual de las primas retenidas, de los siniestros por retención y de las reservas de riesgos en curso según ramos de seguros, de forma general, a excepción del ramo de Colectivos de Vida e Incendio y Líneas Aliadas:

- a. La primas retenida del ramo de Colectivos de Vida debe segregarse por cobertura, es decir la prima del básico y la prima de cobertura adicionales, y
- b. Las primas y siniestros del ramo de incendio deben segregarse en Incendio Puro y Líneas Aliadas.

En el ramo de Colectivo de Vida debe contarse con las primas retenidas segregadas por coberturas, porque el procedimiento pide que a las primas del básico se le calcule el 1.5% de reserva y a las primas de los beneficios adicionales el 40%.

En el caso del ramo de Incendio, el procedimiento indica que se calculará reserva de previsión a las primas de Incendio Puro solamente, puesto que las primas de Líneas Aliadas son objeto de cálculo de reservas de riesgos catastrófico.

El proceso de cálculo de las reservas de previsión se presenta en el siguiente ejemplo para el ramo de accidentes personales individuales.

Por ejemplo: En el ramo de los Accidentes Personales Individuales

Reservas de Riesgo en Curso del Año Anterior = \$ 11,822

Primas Retenidas= \$ 37,925



Reservas de Riesgo en Curso del Año Actual= \$ 12,878

Siniestralidad Real de Retención= 0

1. 80% Primas Retenidas = $37,925 * 80\% = \$ 30,340$
2. Resultado= Reservas de Riesgo en Curso Año Anterior+80% del valor de Primas Retenidas - Reservas de Riesgo en Curso Año Actual= $11,822 + 30,340 - 12,878$
Resultado = \$ 29,284.34
3. Siniestralidad Esperada= Resultado Anterior*% de Siniestralidad Esperada correspondiente= $29,284.34 * 55\% = \$16,106.39$
4. Desviación Siniestral= Siniestralidad Esperada - Siniestralidad Real de Retención= $16,106.39 - 0 = \$ 16,106.39$
5. Desviación Siniestral Favorable= 90% de la Desviación Siniestral= $16,106.39 * 90\%$
Desviación Siniestral Favorable= \$14,495.75
6. 3% de las Primas Retenidas= $37,925 * 3\% = \$1,137.75$
7. Reserva de Previsión Final= 90% Desviación Siniestral Favorable= \$ 14,495.75

Para los diferentes ramos se pueden observar los resultados en la tabla No. 1. 3

5. Reservas Catastróficas.

Por definición una catástrofe es un suceso que altera el orden regular o funcionamiento de las cosas. Con respecto a estos fenómenos se puede decir que es muy difícil predecir su probabilidad de ocurrencia y el tiempo de retorno, así mismo, cuantificar las pérdidas monetarias y de vidas que generan.

Por lo anterior, se puede afirmar que esta reserva es positiva y acumulativa, la cual debe incrementarse continuamente en el tiempo, y decrementarse solo en casos extremos, tales como, terremotos, huracanes, inundaciones etc. u otros sucesos catastróficos que afecten el funcionamiento normal de la empresa. Por definición se puede decir que esta reserva es un “Fondo de acumulación continuo, al fin de contar con los recursos monetarios necesarios para hacer frente a los acontecimientos de difícil predicción, pero de ocurrencia cierta en el Tiempo.”

Con respecto a la cuantía máxima de esta reserva, no existen métodos actuariales que aseguren su óptimo. Sin embargo, para estimar el tamaño requerido de ella hay que tomar en cuenta la fortaleza financiera de la empresa dada por el capital, así como por los contratos de reaseguros que se suscriben, para estimar el porcentaje de acumulación requerido. Para el caso de Nicaragua existen porcentajes definidos de acumulación dictados por la Superintendencia de Bancos y Otras Instituciones Financieras.

Según el Art.6 del capítulo V de RESERVAS PARA RIESGOS CATASTRÓFICOS de las NORMAS SOBRE CONSTITUCION Y CÁLCULO DE RESERVAS. Se instruye:

Las empresas de seguros tendrán la obligación de constituir una Reserva para Riesgos Catastróficos, la cual tiene por objeto cubrir los riesgos de frecuencia incierta y de efectos



catastróficos, protegiendo el normal desempeño de dichas empresas. Luego de esto presentamos la metodología de cálculo de esta reserva:

Para los seguros de transporte (carga y buque), seguros de aviación (accidentes en viajes aéreos y aeronaves), seguros de incendio de algodón, responsabilidad civil general, rotura de maquinaria, y explosión de calderas y fianzas que no sean de fidelidad, cada una de las compañías aseguradoras propondrá a la Superintendencia en un plazo no mayor de 90 días después de recibidas estas Normas, la fórmula para determinar la reserva, la cual podrá aprobarse o modificarse.

Incrementos Anuales. Para las Líneas Aliadas de Incendio, la reserva se incrementará con un mínimo del 15% de las primas retenidas en el año.

Decrementos: Para las mismas Líneas Aliadas de Incendio, la reserva se decrementará con el monto total de los siniestros de retención.

Los seguros de Transporte (carga y buque), de Aviación (accidentes en viajes aéreos y aeronaves), riesgos aliados al seguro de incendio, incendio de algodón, Responsabilidad Civil General, Rotura de Maquinaria y Explosión de Caldera y Fianzas que no sean de Fidelidad, cuando hubiere que decrementar la Reserva para Riesgos Catastróficos de cada una de esas líneas en particular, en ningún caso deberá quedar reducida a menos del 40% de las respectivas primas de retención del año correspondiente a la valuación.

Ejemplo:

X Empresa Aseguradora cuenta con \$36,988.99 de reserva de riesgo catastrófico correspondiente al año anterior y obtiene en el año de valuación \$1, 233,384.22 de primas retenidas para el ramo de líneas aliadas para lo cual se aplica el 15% de porcentaje de incrementos para esta reserva según la norma de constitución para luego sumar a este resultado la reserva de riesgo en curso del año anterior y eso pasa a ser las reservas de Riesgo catastrófico del año de valuación.

\$ 36,988.99 retenidas por la empresa → entonces a este \$ 1, 233,384.22 * 15% = 185,007.63

Reserva de Riesgo Catastrófico de año de valuación = 185,007.63 + 36,988.99 = 221,996.62

Para los diferentes ramos se pueden observar los resultados en la tabla No. 1. 4

Definidos y explicados los conceptos anteriores podemos afirmar lo siguiente:

- a. La Reserva Matemática Del Seguro de Vida Individual
- b. La Reserva de Riesgos en Curso.
- c. La Reserva de Siniestros Pendientes
- d. La Reserva de Siniestros Incurridos y No Reportados

Son reservas directas a favor de los asegurados. En cambio

- a. La de Previsión
- b. La Catastrófica.



Con respecto a estas últimas reservas “Previsión y Catastrófica”son importante para mitigar o reducir la dependencia del reaseguro internacional, el cual es cíclico en sus costos.

Por su naturaleza de constitución y uso son parte del Patrimonio de la empresa, sin embargo, se contabilizan como pasivo, para representar la obligación contingente o aleatoria de la aseguradora con los asegurados.



IMPORTANCIA DE LA CONSTITUCIÓN DE LAS RESERVAS TÉCNICAS EN LA EMPRESA

La constitución de las reservas técnicas en las compañías de seguros es de vital importancia, puesto que estas traen muchas ventajas a la empresa y al país tanto económico como estructural, como son:

1. Permiten a la empresa aseguradora hacer frente a las reclamaciones que se presentan a consecuencia de siniestros ocurridos logrando de esta manera evitar problemas de solvencia dentro de la misma. Al servir dicha conformación de fondo como base para poder responder ante las reclamaciones, los recursos no son absorbidos totalmente como parte de las ganancias por los mismos accionistas y así, la aseguradora cuenta con el capital suficiente para respaldar y cubrir todos los siniestros, sin recurrir a retrasar el pago de las exigencias, permitiendo así cubrir los gastos y reclamaciones que la compañía espera tener al final del año.
2. Las reservas se reflejan en el balance de las entidades aseguradoras, el importe de las obligaciones asumidas que se derivan de los contratos de seguros y reaseguros.
3. Las reservas protegen el patrimonio de la empresa, ya que una falta de constitución de las mismas puede afectar negativamente el desarrollo de la compañía, y provocar pérdidas en años futuros, dando lugar a una posible insuficiencia de prima.
4. Las reservas fomentan el ahorro, ya que las reservas matemáticas del seguro de vida sirven de amparo contra los riesgos del plan de ahorros que solamente ofrece ventajas financieras a los que tengan la suerte de vivir el tiempo necesario.
5. Sirven como una fuente de apoyo a las empresas en momentos de catástrofes. Cuando ocurren sucesos que alteran el orden regular o funcionamiento de las cosas, cuantificando las posibles pérdidas monetarias que se originaran.
6. Constituyen una parte muy importante dentro de la economía de un país ya que estas representan un porcentaje considerable del producto interno bruto y del capital que se maneja por el sector asegurador.
7. La constitución de estos fondos facilitan la inversión de las empresas de seguros, ya que se invierten para obtener rendimientos que apoyan la solvencia económica de la empresa. Hoy en día con el incremento en el número y tipo de pólizas expedidas, las compañías manejan por separado las reservas correspondientes a cada ramo, convirtiéndose así en un sistema completo.
8. Incentivan la inversión en el país. Las compañías de seguro pueden invertir sus reservas en:
 - a) Títulos Valores Emitidos o garantizados por el Gobierno Central de Nicaragua.
 - b) Títulos Valores Emitidos o garantizados por el Banco Central de Nicaragua.
 - c) Operaciones de Reporto de Títulos Valores emitidos por el Banco Central de Gobierno Central de Nicaragua.



- d) Disponibilidades en Efectivo depositados en cuentas de bancos del Sistema Financiero Nacional.
- e) Depósitos a plazo o Títulos Representativos de Deuda emitidos por bancos o instituciones financieras autorizados por la SIBOIF.
- f) Letras de Cambio.
- g) Bonos, Pagarés, Instrumentos Hipotecarios.
- h) Acciones de Sociedades Anónimas Nacionales de primera clase.
- i) Terrenos, edificios propios para el uso de la Compañía.
- j) Préstamos Hipotecarios.
- k) Préstamos Personales.
- l) Préstamos No Vencidos por primas No devengadas.



IV. DISEÑO METODOLÓGICO

El presente trabajo según el análisis, nivel de profundidad y alcance de los resultados es un estudio de tipo cuantitativo – descriptivo, porque se realizó de manera objetiva puesto que toda la información presentada se encuentra basada en la Normativa de Constitución de Reservas Técnicas y Matemáticas conforme lo que dicta la Ley 733 LEY GENERAL DE SEGUROS, REASEGUROS Y FIANZAS. Al mismo tiempo de contar con sistemas actuariales y métodos matemáticos para el desarrollo del cálculo de dichas reservas, dando de esta forma respuesta al tema de investigación.

La metodología utilizada en el proceso de investigación es la proporcionada por el Libro Metodología de la Investigación 5ta Edición de Roberto Hernández Sampieri, Carlos Fernández Collado y Pilar Baptista Lucio.

En relación a las consideraciones éticas de la investigación, no se realizó solicitud de autorización a las empresas aseguradoras, debido a que los datos en estudio son de carácter hipotético.

Las variables de estudio son:

- Para el caso de las Reservas Matemáticas del Seguro de Vida Individual
 1. Edad del asegurado: Edad de la persona al momento de la emisión del seguro.
 2. Interés técnico: Es el valor del dinero en el tiempo.
 3. Suma asegurada: Es la cantidad fijada en cada una de las coberturas pactadas y constituye el límite máximo de indemnización a pagar por el asegurador, en caso de producirse la contingencia o siniestro.
 4. Cobertura: Es la protección que otorga la aseguradora en la póliza y que generalmente se establece en las cláusulas del contrato de seguros.
 5. Plan de vida: Diversidad de opciones de las prestaciones del seguro de vida que se ofrece al tomador del seguro.
 6. Prima: Es el importe que determina la aseguradora, como contraprestación o pago, por la protección que otorga en los términos del contrato de seguros ó póliza.

- Para el resto de Reservas Técnicas
 1. Prima Retenida: Es la proporción de la prima emitida que la compañía retuvo para constituir sus reservas.
 2. Prima Cedida: Es la proporción de Primas Emitidas que se ha cedido en Reaseguro del Producto.
 3. Porcentaje de cálculo: es el porcentaje aplicado a la prima retenida, establecido en la norma para el cálculo de las reservas técnicas.



Al utilizar estas variables se obtuvieron las reservas que las empresas necesitan al momento del siniestro y el pago del reclamo.

El presente estudio cuenta con fuentes de carácter primario, secundario y terciario. Como fuente primaria tenemos los siguientes libros:

1. Introducción al cálculo actuarial. 2a.Ed.
2. Matemática actuarial.
3. Matemática de los seguros de vida.
4. Actuarial mathematics.
5. Society of Actuaries' Textbook on Life Contingencies. 2a.Ed.
6. El Seguro de Vida.

Como fuente secundaria la tesis titulada:

1. Diseño y Creación de un Programa de Valuación Actuarial de Reservas y Prima de Tarifa en Microsoft Excel para los Planes Tradicionales de Vida Individual.

Como fuente terciaria tenemos las páginas web:

1. Superintendencia de Bancos y Otras Instituciones Financieras <http://www.siboif.gob.ni>
2. Asociación de Supervisores de Seguros de América Latina. <http://www.cnsf.gob.mx>

El procesamiento y análisis de los datos se realizó en el programa Microsoft Office Excel, el cual nos facilitó el cálculo de las reservas. Los resultados son presentados en tablas para un mejor entendimiento de los mismos.



V. RESULTADOS

A continuación mostramos las Reservas Matemáticas de los seguros de vida según su fecha de emisión, edad, suma asegurada y vigencia. El cálculo de las reservas se realizó por el Sistema ATPC por el Método Prospectivo y Retrospectivo utilizando Excel para simplificar el cálculo de las mismas.

Cabe mencionar que las reservas expuestas en la tabla siguiente es el valor de la Reserva Media calculada al 31 de diciembre del año 2012, utilizada por las compañías de seguro de vida, en el cálculo de las obligaciones totales de todas las pólizas en vigor al final del ejercicio contable, es decir, el saldo de la operación del seguro en un momento dado.

VALUACIÓN DE RESERVA MATEMÁTICA AL 31 DE DICIEMBRE DEL 2012

TABLA NO 1.1

PLAN	FECHA EMISION	FECHA NAC.	EDAD	S. ASEG.	RESERVA MATEMÁTICA AÑO DE VALUACIÓN 2012
T-05	28/01/2009	11/06/1962	46	25,000.00	98.40
T-05	28/01/2009	29/01/1972	37	25,000.00	52.89
T-05	28/01/2009	08/06/1963	45	25,000.00	105.78
T-05	13/01/2010	27/03/1954	55	45,000.00	401.65
T-05	01/03/2010	22/05/1966	43	30,000.00	91.63
T-05	09/05/2006	29/01/1961	45	50,000.00	0.00
T-05	17/05/2006	01/11/1964	41	30,000.00	0.00
T-05	26/07/2006	06/12/1950	55	10,000.00	0.00
T-05	09/03/2007	16/01/1951	56	20,000.00	197.48
T-05	26/03/2007	24/12/1975	31	25,000.00	30.46
T-10	27/02/2004	09/12/1970	33	33,600.00	115.79
T-10	06/07/2004	06/04/1969	35	130,000.00	544.40
T-10	02/09/2004	15/05/1958	46	50,000.00	572.51
T-10	25/10/2004	01/11/1964	40	136,000.00	896.53
T-10	31/05/2005	20/03/1956	49	104,240.00	1.688.32
T-10	24/02/2006	25/03/1975	30	60,849.00	151.15
T-10	12/09/2006	23/12/1967	38	28,630.00	170.81
T-10	01/01/2009	08/06/1954	54	50,000.00	848.34
T-10	01/01/2009	24/07/1954	54	50,000.00	848.34



T-10	01/01/2009	10/09/1960	48	50,000.00	499.85
T-15	07/01/2005	25/12/1977	27	20,000.00	75.63
T-15	26/04/2005	17/07/1972	32	72,126.00	525.92
T-15	25/10/2005	31/07/1972	33	62,230.00	508.21
T-15	25/10/2005	08/09/1969	36	62,230.00	686.39
T-15	17/03/2006	06/02/1968	38	33,600.00	402.92
T-15	17/04/2006	15/08/1980	25	110,000.00	296.33
T-15	24/04/2006	28/08/1975	30	98,000.00	496.88
T-15	07/04/2008	07/12/1960	47	280,000.00	5,341.72
T-15	21/10/2008	31/08/1958	50	180,000.00	4,443.28
T-15	04/06/2009	15/05/1981	28	34,000.00	76.80
T-20	07/01/2005	10/03/1972	32	50,000.00	633.53
T-20	06/09/2005	13/03/1976	29	35,000.00	310.77
T-20	12/12/2006	04/01/1974	32	58,000.00	634.25
T-20	08/10/2007	05/01/1979	28	138,800.00	784.21
T-20	08/10/2007	31/01/1977	30	85,000.00	610.56
T-20	21/05/2010	08/06/1977	32	50,000.00	156.19
T-20	26/08/2010	21/06/1974	36	25,000.00	113.56
T- Hasta- 65	04/10/2006	28/12/1948	57	40,000.00	883.44



Según la Norma de Constitución de Reservas Técnicas se realizó el cálculo de las Reservas de Riesgo en Curso basado en el Método del Porcentaje Fijo donde se utilizó el 40% del valor de las primas retenidas paracolectivos de vida, accidentes personales y patrimoniales.

Las Reservas de Riesgo en Curso como su nombre lo indica son para afrontar las reclamaciones que se puedan presentar a la empresa a consecuencia de siniestros ocurridos durante el transcurso de la vigencia de la póliza, por tanto los valores obtenidos en la tabla siguiente corresponden a la parte de la prima que debe ser utilizada para el cumplimiento de las obligaciones futuras por concepto de reclamaciones.

TABLA NO 1.2

VALUACION DE RESERVAS DE RIESGO EN CURSO		
RAMOS	RESERVAS DE RETENCION	PRIMAS RETENIDAS
SEGUROS DE PERSONAS	6,191,454.80	15,478,637.00
VIDA	4,979,225.60	12,448,064.00
Colectivos de Vida	617,426.80	1,543,567.00
Colectivos de Gastos Funeral	1,557,706.00	3,894,265.00
Fondo de Valores Acumulados	2,804,092.80	7,010,232.00
ACCIDENTES PERSONALES	1,212,229.20	3,030,573.00
Individuales	19,730.80	49,327.00
Colectivos	271,937.20	679,843.00
Transporte	239,860.80	599,652.00
Familiar	2,748.40	6,871.00
Escolar	313,442.00	783,605.00
Gastos Médicos Individuales	94,315.60	235,789.00
Gastos Médicos Colectivos	270,194.40	675,486.00
PATRIMONIALES	1,277,678.00	3,194,195.00
Incendio Puro	8,549.60	21,374.00
Responsabilidad Civil de Licencias	582,678.80	1,456,697.00
Responsabilidad Civil Obligatoria	250,136.40	625,341.00
Robo	129,504.40	323,761.00
Dinero y Valores en Tránsito	182,255.20	455,638.00
Rotura de Cristales	48,650.40	121,626.00
Equipo Electrónico	17,503.20	43,758.00
Equipo de Contratistas	29,036.80	72,592.00
Todo Riesgo de Contratistas	29,363.20	73,408.00
Fianza	34,616.80	86,542.00



La siguiente Tabla muestra la Reserva de Previsión en donde para su cálculo se utilizó los procedimientos referidos en la norma sobre constitución de reserva para la cual se obtuvieron los siguientes resultados presentados en la tabla 1.3 donde el valor de la reserva de previsión se encuentra ubicado en la columna 13 que se utilizará en caso de que se presenten de manera imprevista cúmulos de reclamaciones que produzcan resultados adversos.

TABLA NO 1.3
VALUACIÓN DE RESERVAS DE PREVISIÓN

RAMOS	RESERVAS R. EN CURSO AÑO ANTERIOR	PRIMAS RETENIDAS	80% PRIMAS RETENIDAS	RESERVAS R. EN CURSO AÑO ACTUAL	RESULTADO	% DE SINIESTRALIDAD ESPERADA	SINIESTRALIDAD ESPERADA	SINIESTRALIDAD REAL RETENCIÓN	DESVIACION SINIESTRAL	90% DESVIACION SINIESTRAL FAVORABLE	3% DE PRIMAS RETENIDAS	RESERVA DE PREVISION FINAL
1	2	3	4=3*80%	5	6=2+4-5	7	8= 6*7	9	10= 8-9	11 = 10*90%	12 = 3*3%	13
ACCIDENTES PERSONALES	701,311	2106,916	1685,533	782,673	1604,171.03	0.55	882,294.07	848,958	33,337	30,002.86	63,207.49	63,207.49
Individuales	11,822	37,925	30,340	12,878	29,284.34	0.55	16,106.39	0	16,106	14,495.75	1,137.75	14,495.75
Colectivos	13,405	58,480	46,784	8,445	51,743.57	0.55	28,458.96	0	28,459	25,613.07	1,754.39	25,613.07
Transporte	7,673	44,859	35,887	6,230	37,330.05	0.55	20,531.53	0	20,532	18,478.38	1,345.77	18,478.38
Gastos Médicos Colectivos	323,849	968,101	774,481	369,152	729,177.82	0.55	401,047.80	329,635	71,413	64,271.84	29,043.03	64,271.84
PATRIMONIALES	3840,745	9588,748	7670,999	3827,006	7684,737.70	0.50	3842,368.85	3169,283	673,086	605,777.32	287,662.45	605,777.32
Incendio	202,588	551,071	440,857	221,536	421,908.43	0.45	189,858.79	0	189,859	170,872.91	16,532.13	170,872.91
Automóvil	2709,557	6675,042	5340,033	2673,626	5375,964.18	0.50	2687,982.09	2450,158	237,824	214,041.44	200,251.25	214,041.44
Responsabilidad Civil de Licencias	99,348	284,492	227,594	104,689	222,252.31	0.50	111,126.15	18,426	92,700	83,430.11	8,534.76	83,430.11
Responsabilidad Civil Obligatoria	826,593	2078,144	1662,515	827,155	1661,953.63	0.50	830,976.82	700,699	130,278	117,250.36	62,344.32	117,250.36
Seguro Bancario	2,659	0	0	0	2,659.14	0.50	1,329.57	0	1,330	1,196.61	-	1,196.61



La tabla 1.4 muestra los resultados obtenidos del cálculo de la Reserva Catastrófica la cual resulta necesaria para seguros de ciertos riesgos cuyo efecto, en caso de siniestro, puede ser de carácter catastrófico y poner en riesgo la situación financiera de la institución. Los riesgos más comunes que pueden tener efectos catastróficos son: terremoto, huracán, granizo, incendio, inundación, entre otros.

Esta reserva se forma con la parte que se va devengando de las primas de riesgo y los productos financieros que se obtengan de la inversión de la misma.

TABLA NO 1.4
VALUACIÓN DE RESERVAS CATASTRÓFICAS

RAMOS	PRIMAS RETENIDAS	RESERVA AÑO ANTERIOR	PORCENTAJE DE INCREMENTO	PRIMAS RETENIDAS EN EL AÑO	RESERVA DE AÑO DE EVALUACION
Líneas Aliadas	1233,384.2 2	36,988.99	15%	185,007.63	221,996.62
Transporte	46,248.42	7,505.44	15%	6,937.26	14,442.70
Responsabilidad Civil General	394,000.23	17,073.63	15%	59,100.03	76,173.66
Calderas y Maquinarias	15,000.00	-	15%	2,250.00	2,250.00
Todo Riesgo de Montaje	90,530.10	986.84	15%	13,579.51	14,566.35
Rotura de Maquinaria	23,000.00	-	15%	3,450.00	3,450.00
Barcos	25,000.00	759.77	15%	3,750.00	4,509.77
Aviación	27,000.00	2,268.93	15%	4,050.00	6,318.93
Fianzas	162,011.26	12,737.04	15%	24,301.69	37,038.72
TOTALES	2016,174.2 2	78,320.62	15%	302,426.13	380,746.75



VI. CONCLUSIONES

Después de realizar la investigación sobre la Valuación de las Reservas Técnicas y Matemáticas de los seguros en el sistema asegurador de Nicaragua, se concluye que:

- ✚ Las Reservas Técnicas son las provisiones que reflejan el valor cierto o estimado de las obligaciones contraídas por las aseguradoras o reaseguradoras, derivadas de los contratos de seguros y de reaseguro que hayan suscrito, por lo tanto sirven para garantizar a los asegurados el pago de los siniestros y mantener la estabilidad financiera de la empresa.
- ✚ La valuación de las Reservas Técnicas y Matemáticas debe ser elaborada y firmada por un actuario autorizado por el Superintendente y registrado en la Superintendencia para evaluar, certificar y firmar tales cálculos, haciendo uso de estándares internacionales según la Norma de Constitución de Reservas Técnicas establecida por la Superintendencia de Bancos y Otras Instituciones Financieras.
- ✚ Las Reservas Técnicas están constituidas por Reservas de Riesgos en Curso, Reservas de Previsión, Reservas para Riesgos Catastróficos, Reservas para Siniestros Pendientes de Liquidación y las Reservas Matemáticas.
- ✚ Para valorar las reservas mencionadas anteriormente excluyendo las reservas matemáticas se utilizó básicamente un método llamado el Método de los Porcentajes fijos o sea aplicar un porcentaje a la prima retenida, establecido en la norma de constitución de reservas técnicas.
- ✚ La Reserva Matemática se refiere a la reserva correspondiente a los seguros de vida y no es más que el Importe del ahorro acumulado en una póliza de seguro de vida reflejando los derechos económicos consolidados que el tomador posee como consecuencia de las primas pagadas.
- ✚ La evaluación de las Reservas Matemáticas para los planes de los seguros de vida individual se puede realizar mediante dos métodos matemáticos como son: el Método Prospectivo el cual corresponde al valor actual actuarial de las obligaciones futuras menos el valor actual actuarial de las primas futuras por recibir y, el Método Retrospectivo donde la reserva equivale a la diferencia entre el valor final de las primas recibidas hasta la fecha de valuación y el valor final del riesgo ya corrido. Ambos métodos se utilizan en los tres Sistemas de Cálculo de Reservas mencionados en el presente trabajo como son el Sistema Prima Neta Nivelada, el Sistema Año Temporal Preliminar Completo (ATPC) y el sistema de modificación de los Comisionados. En este estudio se incluyó la nomenclatura actuarial para cada una de las fórmulas tanto para el cálculo de primas como de reservas matemáticas para los distintos planes del seguro de vida individual, tomando en cuenta que es muy poca conocida en nuestro país y que es muy esencial en el cálculo actuarial.



Por tanto, la Valuación Actuarial de las Reservas técnicas y matemáticas depende en gran medida de las obligaciones contraídas por las aseguradoras, ya que es un procedimiento con el que se determina actuarialmente el valor de las reservas de una cartera de seguros, aportando elementos de juicio para evaluar si los recursos proyectados son suficientes para hacer frente a los pasivos que se generaran por el otorgamiento de las prestaciones económicas a los asegurados y a sus beneficiarios, este proceso constituye un factor determinante para la solvencia y rentabilidad del negocio de los seguros, la valuación de la reserva debe sustentarse sobre bases actuariales como lo es la aplicación de procedimientos técnicos y estadísticos.



VII. RECOMENDACIONES

- Para las entidades aseguradoras recomendamos colaborar con información referente a las reservas técnicas de manera que en futuras investigaciones relacionadas con el tema se puedan presentar datos reales que faciliten la comprensión y estudio de las mismas.
- Recomendamos a los maestros de la Carrera de Ciencias Actuariales y Financieras realizar un énfasis en el estudio del cálculo de las reservas como base fundamental del desarrollo económico de las entidades aseguradoras que le permita a los futuros actuarios tener el conocimiento suficiente de la importancia de la constitución de las mismas como parte integral de su formación profesional.
- A los estudiantes de la Carrera de Ciencias Actuariales y Financieras recomendamos el estudio del cálculo de las reservas técnicas según los estatutos de la Norma de Constitución de Reservas Técnicas establecida por la Superintendencia de Bancos y Otras Instituciones Financieras, puesto que como actuarios es necesario el dominio del cálculo de las reservas técnicas de una empresa de seguros ya que es una de las funciones esenciales que un actuario tiene en el ámbito asegurador, de igual forma los animamos a mantener dichos conocimientos respecto al tema en constante actualización.
- Al realizar el cálculo de las reservas técnicas recomendamos hacer uso del programa Microsoft Office Excel como una herramienta facilitadora para una mayor optimización del tiempo empleado para dicho cálculo y mejorar así la eficiencia en la práctica.



VIII. BIBLIOGRAFIA

Referencias Bibliográficas:

7. Palacios, H.E. (1996). *Introducción al cálculo actuarial*. 2a. Ed. Madrid, España: Editorial MAPFRE.
8. Nieto de Alba, U., Vegas Asensio, J. (1993). *Matemática actuarial*. Madrid, España: Editorial MAPFRE.
9. Gil Fana, J.A., Heras Martínez, A., VilarZanón, J.L. (1999). *Matemática de los seguros de vida*. Madrid, España: Editorial MAPFRE.
10. Bowers, N.L. (1997). *Actuarial mathematics*. The Society of Actuaries. [et al.], 2a. Ed., United States of America.
11. Jordan, C.W. (1967). *Society of Actuaries' Textbook on Life Contingencies*. 2a. Ed., Chicago, Illinois: The Society of Actuaries.
12. Maclean, J.B. (1985). *El Seguro de Vida*. D.F., México: Editorial Continental, S.A.
13. Microsoft Excel.

Referencias de Tesis:

1. Quiñónez Martínez, E.J., Vallecillo Ríos, N.I., Núñez Castro, R.E. (2008). *Diseño y Creación de un Programa de Valuación Actuarial de Reservas y Prima de Tarifa en Microsoft Excel para los Planes Tradicionales de Vida Individual*. Tesis de Licenciatura no publicada, UNAN-León, León, Nicaragua.

Páginas Web:

1. Superintendencia de Bancos y Otras Instituciones Financieras. (18/08/2012). *Marco Jurídico – SIBOIF Leyes*. Recuperado de http://www.siboif.gob.ni/documentos/marco_legal/generales/Ley_No_733.pdf
2. Superintendencia de Bancos y Otras Instituciones Financieras. (18/08/2012). *Marco Jurídico – SIBOIF Normas*. Recuperado de http://www.siboif.gob.ni/documentos/marco_legal/generales/cd-sib-188-1-nov23-2001.pdf
3. Asociación de Supervisores de Seguros de América Latina. (09/02/2013). *Criterios Generales de Solvencia*. Constitución de Reservas Técnicas. Recuperado de http://www.cnsf.gob.mx/AcercadelaCNSF/Documents/GES-04_CONSTITUCION%20DE%20RESERVAS%20APROBACIN.pdf .
4. Superintendencia de Bancos y Otras Instituciones Financieras. (25/02/2103). *Marco Jurídico – SIBOIF Normas*. Recuperado de http://www.siboif.gob.ni/documentos/marco_legal/generales/cd-siboif-428-1-jun27-2006.pdf



IX. ANEXOS



INDICE DE ANEXOS

QUE ES UNA TABLA DE MORTALIDAD 1

CONMUTATIVO..... 2

CONCEPTOS GENERALES DEL SEGURO 3

CONCEPTOS DEL SEGURO SALDADO Y PRORROGADO..... 4

EJEMPLO DE SEGURO PRORROGADO 6

PRIMA SEMICONTINUA 9

TABLAS DE MORTALIDAD UTILIZADA 11



Tablas de mortalidad

Una tabla de mortalidad puede interpretarse como un modelo que representa la distribución estadística del tiempo de sobrevivencia esperado de los miembros un grupo determinado. Su importancia es evidente para las compañías de seguros de vida, ya que estas son la base fundamental para el cálculo de tarifas y reservas. Mientras las tarifas, que constituyen el precio de los productos de seguros, determinan en gran medida la rentabilidad de la compañía y de alguna forma el nivel de demanda de los productos, las reservas, o recursos que las aseguradoras tienen para hacer pagos futuros asociados a las pólizas vigentes, establecen el nivel de solvencia de las aseguradoras.

Para la elaboración de una la tabla de mortalidad, en esencia, se necesita compilar información del número y edad de las personas expuestas al riesgo de muerte, así como sus edades al momento de la muerte.

En su estructura básica, una tabla de mortalidad es un arreglo rectangular que por lo general incluye las siguientes columnas:

x , Indica la edad de la persona. Generalmente comienza a la edad cero (0), recién nacidos o que no han alcanzado un año de edad, y finaliza en una edad extrema de la tabla, en la cual ya no existe sobreviviente alguno y se denota como ω (omega).

l_x , Indica el número de sobrevivientes a la edad x , asumiendo que se toma una cohorte inicial de l_0 recién nacidos que generalmente, es representado por un número redondo, tal como 10 millones, 1 millón o 100 mil sobrevivientes, los cuales van disminuyendo cada año, por causa de muerte, hasta obtener un número mínimo de sobrevivientes a la edad $(\omega-1)$, o sea, $l_{\omega-1}$ son los sobrevivientes que están destinados a fallecer a esa edad, es decir, de no alcanzar la edad ω .

$d_x = l_x - l_{x+1}$, Indica el número de personas que fallecen a la edad x y este es representado por la diferencia entre el número de sobrevivientes a las edades consecutivas x y $x+1$, o también puede ser definido como el número de individuos de x años cumplidos que fallecen antes de alcanzar el siguiente aniversario.

$q_x = d_x / l_x$, Indica la probabilidad de fallecer a la edad x dentro del año, esto es, la probabilidad de que una persona de edad x no sobreviva a la edad $x+1$.

$p_x = l_{x+1} / l_x$, Indica la probabilidad de que una persona de edad x sobreviva hasta la edad $x+1$.
Nótese que. $p_x = 1 - q_x$

Interés Técnico: Porcentaje mínimo de rentabilidad que un Asegurador garantiza en las bases técnicas de cada modalidad del Seguro de Vida. Por ende el tipo de interés técnico es aquel tanto de interés que se toma como representante de las ganancias y rendimientos esperados de la inversión por la entidad aseguradora de los fondos recibidos de las pólizas de vida.

El tipo de interés técnico juega un papel trascendental en el seguro de vida, al ser una variable imprescindible para obtener el valor actual de las prestaciones prometidas.



Además de las funciones mencionadas anteriormente también se utilizará el desarrollo de los valores **conmutativos**, los cuales son relaciones matemáticas artificiosas que ayudan a facilitar los procesos algebraicos y permiten, a partir de una tabla de mortalidad y una tasa de interés denominado interés técnico, determinar el valor presente de beneficios futuros de una forma rápida y efectiva.

En las tablas actuariales, que se utilizan en seguros, es habitual encontrar una serie de columnas encabezadas con letras mayúsculas. Cada una de ellas representa un símbolo de conmutación que, como se ha visto, no es más que una función matemática que combina alguno de los elementos de la tabla con factores financieros. Su objeto es facilitar la comprensión y el cálculo de las operaciones actuariales.

Los principales símbolos de conmutación que pueden obtenerse, a cada edad, en una tabla actuarial son los siguientes:

$D_x = V^x \cdot l_x$ Donde $V = \frac{1}{1+i}$; y donde i representa el interés técnico.

$$N_x = \sum_{t=0}^{w-x-1} D_{x+t}$$

$$C_x = d_x * V^{x+1}$$

$$M_x = \sum_{t=0}^{w-x-1} C_{x+t}$$

$$S_x = \sum_{t=0}^{w-x-1} N_{x+t}$$

$$R_x = \sum_{t=0}^{w-x-1} M_{x+t}$$

Valuación Actuarial: es el instrumento técnico que permite determinar a una cierta fecha y para el periodo de proyección que se contemple, la suficiencia de los recursos financieros de la empresa frente a los compromisos contraído, estableciendo de esta forma el equilibrio financiero de la misma, a través de la estimación de la prima de gasto y de los niveles de reserva que permitan hacer frente a las obligaciones adquiridas con los clientes.

La valuación actuarial es de vital importancia para el crecimiento de la empresa, puesto que ayuda a detectar problemas económicos que puedan ocasionar una inestabilidad financiera



poniendo en riesgo el desarrollo de la misma, es decir, nos permite esclarecer los desafíos que la empresa podría enfrentar en un futuro si no se le prestase la atención necesaria.

Por tanto, se podría afirmar entonces, que la valuación actuarial es una herramienta de monitoreo y planificación estratégica que nos permite ver el nivel de reservas acumuladas.

Falta de Pago de Primas en el Seguro de Vida:

La idea general de que las reservas matemáticas se constituyen con los excesos pagados por el tomador del seguro sobre los gastos que realmente ha supuesto el riesgo y otros costes soportados por la empresa, implica que, en algunas modalidades de seguro de vida, generalmente en las pólizas de Vida Entera y Pólizas Dotales, suele reconocerse al tomador del seguro ciertos derechos denominados valores garantizados cuya cuantía se encuentra en relación con la de la reserva matemática. A continuación se presentan las siguientes opciones en caso de falta de pago de primas:

Préstamos Automáticos para pago de primas

El asegurado, con la garantía de su póliza y transcurrido un tiempo determinado en las condiciones de la misma, se le puede otorgar préstamos automáticos para la cancelación de primas no pagadas, a un interés generalmente estipulado en la póliza regularmente inferior al interés bancario promedio del mercado. La cantidad total de dinero que el asegurado puede percibir en concepto de préstamos es el equivalente al monto del valor efectivo de la póliza (Valor de Rescate).

Capital de Rescate

Es una cantidad de dinero que el asegurado recibe en caso de rescisión del contrato de seguro de vida en cierto momento t , que generalmente es tres años desde la celebración del contrato y hallándose el asegurado al día en el pago de las primas. Este capital de rescate es actuarialmente equivalente al valor en efectivo de la póliza y está constituido por el importe de la reserva matemática calculada en el momento t menos el valor actual de los gastos de adquisición no amortizados.

Cabe señalar que existe la necesidad de fijar el monto de capital de rescate de tal manera que los asegurados que continúan con sus pólizas no se vean afectados por una situación financiera desfavorable.

No existe una norma general para que las compañías de seguros calculen dicho valor.

En el caso de ciertas clases de pólizas en las que las reservas son muy pequeñas como lo son los seguros temporales, no se suele garantizar valor de rescate.

Por tanto, el valor de rescate al final del año t , se define como:

$${}_tR_x = \begin{cases} 0, & t < c \\ {}_tV_x, & t \geq c \end{cases}$$

En donde:

x = Edad del Asegurado al emitirse la póliza



t= Años transcurridos después de la emisión de la póliza
 c= Tiempo de espera en el que no se otorga dicha garantía

Seguro Saldado

Esta operación resulta de un caso de rescisión de contrato y consiste en tomar el capital de rescate como una prima única que el asegurado deja en poder del asegurador (sin más obligación de pagos de primas) para tener un seguro vigente de las mismas características que el rescindido, en cuanto a su duración, pero por un capital reducido que resulte suficiente o adecuado para dicha prima única pagada.

Es decir, el asegurado utiliza su valor de rescate para continuar con el seguro, disminuyendo su suma asegurada, pero conservando el plazo contratado.

Fórmulas de cálculo del seguro saldado para los diferentes seguros de vida individual tradicionales:

a) Vida entera:

$${}_tS_x = \frac{{}_tR_x}{\frac{M_{x+t}}{D_{x+t}}}; 1 \leq t \leq n$$

b) Vida temporal:

$${}_tS_x = \frac{{}_tR_x}{\frac{M_{x+t} - M_{x+n}}{D_{x+t}}}; 1 \leq t \leq n$$

c) Vida dotal puro:

$${}_tS_x = \frac{{}_tR_x}{\frac{D_{x+n}}{D_{x+t}}}; 1 \leq t \leq n$$

d) Vida dotal:

$${}_tS_x = \frac{{}_tR_x}{\frac{M_{x+t} - M_{x+n} + D_{x+n}}{D_{x+t}}}; 1 \leq t \leq n$$

En donde:

- X=edad del asegurado al emitirse la póliza.
- t= años transcurridos después de la emisión de la póliza.
- n= Años de cobertura del seguro.
- ${}_tS_x$ = Valor de rescate a la edad (x+t)

Seguro Prorrogado

Este tipo de seguro es otra opción que tiene el asegurado cuando deja de pagar las primas y constituye uno de los valores garantizados en las pólizas de seguros de vida que generan reservas matemáticas, que consiste en utilizar el importe que le corresponde de la reserva matemática al contratante, para el pago a prima única del seguro por un número menor de años, sin variar el capital asegurado. Esta opción no se podrá ejercer si hubiere un préstamo vigente.



En otras palabras, el concepto del seguro prorrogado se contraponen al de la póliza saldada. En la fórmula de la póliza saldada se busca un nuevo capital reducido para la duración fija del plan asegurado, mientras que en la del seguro prorrogado el capital asegurado se mantiene igual y al mismo tiempo reduce el plazo correspondiente a un seguro temporal.

La fórmula general es:

Método de interpolación:

$${}_tS_x = S.A * \frac{M_{x+t} - M_{x+t+1}}{D_{x+t}}$$

$$M_{x+t+1} = M_{x+t} - \frac{{}_tR_x}{S.A} * D_{x+t}$$

Al obtener el valor de esta igualdad se busca al M_x en la tabla de mortalidad que sea superior e inferior inmediato así:

$$\text{Días de Prorroga} = \frac{M_x \text{ superior inmediato} - M_{x+t+s}}{M_x \text{ superior inmediato} - M_x \text{ inferior inmediato}} * 365$$

Años de prórroga = al x del M_x superior inmediato $-(x+t)$

En los seguros mixtos, donde el valor de rescate crece rápidamente, puede ocurrir que este valor sea mayor que la prima única de un temporal con el mismo lapso restante de duración de la póliza original. En este caso, se compra un capital diferido (dotal puro o simplemente dote) con la diferencia. Es decir, la duración del nuevo seguro temporal es “n-t” (lapso restante de la póliza original), y el capital a determinar del seguro adicional, entregado al final de la vigencia del seguro, es:

$$\text{Dote} = \frac{\left[{}_tS_x - S.A * \frac{(M_{x+t} - M_{x+n})}{D_{x+t}} \right]}{\left[\frac{D_{x+n}}{D_{x+t}} \right]}$$

En donde:

X= edad del asegurado al emitirse la póliza.

t= años transcurridos después de la emisión de la póliza.

n= años de cobertura del seguro.

${}_tR_x$ = Valor de rescate a la edad (x+t)

S.A= suma asegurada.



Ejemplo de un Seguro Prorrogado utilizando las Reservas:

Se tiene un seguro Vida Entera para una persona de edad 35, con valor asegurado \$75,000.00 y un interés anual del 3 %, utilizando la tabla de mortalidad CSO 58, calcular:

1. La prima y las reservas para el plan de seguro de vida usando el sistema de ATPC y aplicando los dos métodos para cálculo de reserva matemáticas (prospectivo y retrospectivo).
2. Seguro prorrogado a la edad de 55.

Solución

DATOS	
Tabla de Mortalidad:	CSO 58
Interés Técnico.(i):	3%
Plan:	Vida Entera
Suma Asegurada (S.A):	75,000.00
Edad de Emisión(x):	35
Cobertura(n):	65
Pagos(m):	65

1. Cálculo de Prima

$$PNN = S.A * P_x = S.A * \frac{A_x}{\ddot{a}_x} = S.A * \frac{M_x}{N_x}$$

$$PNN = 75,000 * P_{35} = 75,000 * \frac{A_{35}}{\ddot{a}_{35}}$$

$$PNN = 75,000 * \frac{M_{35}}{N_{35}} = 75,000 * \frac{1,194,810.24}{73,352,628.17} = 1,221.64$$

1.1 Prima neta modificada del 1er año: $\alpha_x = S.A. \frac{C_x}{D_x}$

$$\alpha_{35} = 75,000 * \frac{C_{35}}{D_{35}} = 75,000 * \frac{8,118.01}{3,331,294.56} = 182.77$$

1.2 Prima neta de renovación : $\beta^{ATPC} = \frac{P * (N_x - N_{x+k}) - S.A * C_x}{(N_{x+1} - N_{x+k})}$; K = m

$$\beta^{ATPC} = \frac{1,221.64 * (N_{35} - N_{100}) - (75,000 * C_{35})}{(N_{36} - N_{100})}$$



$$\beta_{\text{ATPC}} = \frac{1.221,64 * (73.352.628,17 - 0) - (75,000 * 8,118.01)}{(70,021,333.61 - 0)} = 1,271.07$$

1. Reserva Terminal usando el Método Prospectivo

$${}_tV_x = S.A * \left(\frac{M_{x+t}}{D_{x+t}}\right) - \beta_{\text{ATPC}} * \left(\frac{N_{x+t} - N_{x+n}}{D_{x+t}}\right)$$

$${}_1V_{35} = 75,000 * \left(\frac{M_{36}}{D_{36}}\right) - 1,271.07 * \left(\frac{N_{36} - N_{100}}{D_{36}}\right)$$

$${}_1V_{35} = 75,000 * \left(\frac{1,186,692.23}{3,226,148.55}\right) - 1,271.07 * \left(\frac{70,021,333.61 - 0}{3,226,148.55}\right) = 0$$

$${}_2V_{35} = 75,000 * \left(\frac{M_{37}}{D_{37}}\right) - 1,271.07 * \left(\frac{N_{37} - N_{100}}{D_{37}}\right)$$

$${}_2V_{35} = 75,000 * \left(\frac{1,178,423.27}{3,123,914.10}\right) - 1,271.07 * \left(\frac{66,795,185.06 - 0}{3,123,914.10}\right) = 1,114.14$$

2. Reserva Terminal usando el Método Retrospectivo

$${}_tV_x = \alpha * \left(\frac{N_x - N_{x+1}}{D_{x+t}}\right) + \beta_{\text{ATPC}} * \left(\frac{N_{x+1} - N_{x+t}}{D_{x+t}}\right) - S.A * \left(\frac{M_x - M_{x+t}}{D_{x+t}}\right)$$

$${}_1V_{35} = \alpha * \left(\frac{N_{35} - N_{36}}{D_{36}}\right) + \beta_{\text{ATPC}} * \left(\frac{N_{36} - N_{36}}{D_{36}}\right) - 75,000 * \left(\frac{M_{35} - M_{36}}{D_{36}}\right)$$

$$\begin{aligned} {}_1V_{35} &= 109.22 * \left(\frac{73,352,628.17 - 70,021,333.61}{3,226,148.55}\right) + 1,271.07 \\ &* \left(\frac{70,021,333.61 - 70,021,333.61}{3,226,148.55}\right) - 75,000 \\ &* \left(\frac{1,194,810.24 - 1,186,692.23}{3,226,148.55}\right) = 0 \end{aligned}$$

$${}_2V_{35} = \alpha * \left(\frac{N_{35} - N_{36}}{D_{37}}\right) + \beta_{\text{ATPC}} * \left(\frac{N_{36} - N_{37}}{D_{37}}\right) - 75,000 * \left(\frac{M_{35} - M_{37}}{D_{37}}\right)$$

$$\begin{aligned} {}_2V_{35} &= 109.22 * \left(\frac{73,352,628.17 - 70,021,333.61}{3,123,914.10}\right) + 1,271.07 \\ &* \left(\frac{70,021,333.61 - 66,795,185.06}{3,123,914.10}\right) - 75,000 \\ &* \left(\frac{1,194,810.24 - 1,178,423.27}{3,123,914.10}\right) = 1,114.14 \end{aligned}$$



Para el Cálculo de las demás Reservas Terminales de los siguientes años de la vigencia se realiza el mismo procedimiento.

1. Reserva Media tM_x

$${}_t^mM_x = \frac{{}_t^mV_x + \alpha_x}{2} ; t = 1$$

$${}^65_1M_{35} = \frac{0 + 109.22}{2} = 91.38$$

$${}_t^mM_x = \frac{{}_t^mV_x + {}_{t-1}^mV_x + \beta^{ATPC}}{2} ; 2 \leq t \leq m$$

$${}^65_2M_{35} = \frac{1,114.14 + 0 + 1,271.07}{2} = 1,192.61$$

Para el Cálculo de las demás Reservas Media de los siguientes años de la vigencia se realiza el mismo procedimiento.

2. Calcular el Valor de Rescate tR_x

$${}_tR_x = 0 ; t \leq 3$$

De acuerdo a lo anterior ${}_1R_{35} = 0, {}_2R_{35} = 0, {}_3R_{35} = 0$

$${}_tR_x = 0.3 * {}_tV_x , t=4$$

$${}_4R_{35} = 0.3 * 3,414.40 = 1,024.32$$

$${}_tR_x = \frac{t}{10} * {}_tV_x , 5 \leq t \leq 9$$

${}_5R_{35} = \frac{5}{10} * 4,597.22 = 2,298.61$, ${}_6R_{35} = \frac{6}{10} * 5,800.06 = 3,480.04$ de igual manera hasta llegar a ${}_9R_{35}$.

$${}_tR_x = {}_tV_x , t \geq 10$$

${}_{10}R_{35} = 10,803.40$, como se puede observar en el año $t=10$ el capital de rescate es igual a la reserva terminal de ese año, de igual forma se calculan los valores de rescate de los años siguientes de la póliza.

1. Seguro Saldado tS_x

$${}_tS_x = \frac{{}_tR_x}{\frac{M_{x+t}}{D_{x+t}}}$$



$${}_1S_{35} = \frac{{}_1R_{35}}{\frac{M_{36}}{D_{36}}} = \frac{0}{\frac{1,186,692.23}{3,226,148.55}} = 0$$

De igual forma se calcula para el resto de los años de la póliza

2. Seguro Prorrogado para la edad de 55 años

- a) Primero calculamos el M_{x+t+s} de la fórmula general para usar el método de interpolación que se presenta a continuación:

$$M_{x+t+s} = M_{x+t} - \frac{{}_tR_x}{S.A.} * D_{x+t}$$

$$\begin{aligned} M_{x+t+s} &= M_{55} - \frac{{}_{20}R_{35}}{S.A.} * D_{55} = 939,363.04 - \frac{24,342.69}{75,000} * 1,639,329.19 \\ &= 407,287.17 \end{aligned}$$

- b) Luego se calcula los días y los años de prorrogas:

$$\text{Días de Prorroga} = \frac{M_x \text{ superior inmediato} - M_{x+t+s}}{M_x \text{ superior inmediato} - M_x \text{ inferior inmediato}}$$

$$\text{Días de Prorroga} = \frac{(422,728.61 - 407,287.17)}{(422,728.61 - 389,144.37)} = 168 \text{ días}$$

Años de Prorroga = El x del M_x superior inmediato - (x+t)

Años de Prorroga = 73 - 55 = 18 años.

Además de las primas mencionadas anteriormente presentaremos ahora las primas semicontinuas, refiriéndolas a los principales planes del seguro de vida individual.

La prima semicontinua se define como la prima que se paga de manera uniforme o constante al comienzo de cada año y que el capital asegurado se paga en el momento del fallecimiento, de acuerdo a lo anterior se considera un planteamiento más acorde con la realidad puesto que en la práctica los seguros de vida son pagados inmediatamente después del fallecimiento en lugar de al final del año en que ocurre este, por lo tanto es necesario el pago anual de primas netas semicontinuas.

Dichas primas siguiendo el mismo orden de los distintos planes del seguro de vida individual se denotarán de la siguiente manera:

1 – Vida entera ordinario: $P(\bar{A}_x) = \frac{i}{\delta} P_x$



2 – **Vida entera con pagos limitados:** $P(\bar{A}_x) = \frac{i}{\delta} m P_x m < n$

3 – **Vida temporal:** $P(\bar{A}_{x:\bar{n}}^1) = \frac{i}{\delta} P_{x:\bar{n}}^1$

4 – **Vida temporal con pagos limitados:** $P(\bar{A}_{x:\bar{n}}^1) = \frac{i}{\delta} m P_{x:\bar{n}}^1 m < n$

5 – **Vida dotal puro:** $P(\bar{A}_{x:\bar{n}}^{\frac{1}{2}}) = P_{x:\bar{n}}^{\frac{1}{2}}$

6 – **Vida dotal puro con pagos limitados:** $P(\bar{A}_{x:\bar{n}}^{\frac{1}{2}}) = m P_{x:\bar{n}}^{\frac{1}{2}} m < n$

7 – **Vida dotal:** $P(\bar{A}_{x:\bar{n}}) = \frac{i}{\delta} P_{x:\bar{n}}^1 + P_{x:\bar{n}}^{\frac{1}{2}}$

8 – **Vida dotal con pagos limitados:** $P(\bar{A}_{x:\bar{n}}) = \frac{i}{\delta} m P_{x:\bar{n}}^1 + m P_{x:\bar{n}}^{\frac{1}{2}} m < n$

Valuación Actuarial de Reservas Técnicas y Matemáticas

Tabla de Mortalidad CSO 58

Interés Técnico (i)	0.03
Factor de Descuento(v)	0.970873786

x	Lx	dx	qx	Cx	Dx	Nx	Mx	Sx	Rx
0	10,000,000.00	70,800.00	0.00708	68,737.86	10,000,000.00	288,962,983.28	1,583,602.43	6,979,642,580.85	85,672,422.68
1	9,929,200.00	17,475.39	0.00176	16,472.23	9,640,000.00	278,962,983.28	1,514,864.56	6,690,679,597.57	84,088,820.25
2	9,911,724.61	15,065.82	0.00152	13,787.36	9,342,751.07	269,322,983.28	1,498,392.33	6,411,716,614.29	82,573,955.68
3	9,896,658.79	14,449.12	0.00146	12,837.86	9,056,844.74	259,980,232.21	1,484,604.97	6,142,393,631.00	81,075,563.35
4	9,882,209.66	13,835.09	0.00140	11,934.27	8,780,215.29	250,923,387.47	1,471,767.11	5,882,413,398.79	79,590,958.38
5	9,868,374.57	13,322.31	0.00135	11,157.22	8,512,546.59	242,143,172.18	1,459,832.84	5,631,490,011.32	78,119,191.27
6	9,855,052.27	12,811.57	0.00130	10,416.98	8,253,451.12	233,630,625.59	1,448,675.62	5,389,346,839.14	76,659,358.43
7	9,842,240.70	12,401.22	0.00126	9,789.64	8,002,642.36	225,377,174.46	1,438,258.64	5,155,716,213.55	75,210,682.81
8	9,829,839.47	12,090.70	0.00123	9,266.52	7,759,766.05	217,374,532.10	1,428,469.00	4,930,339,039.09	73,772,424.17
9	9,817,748.77	11,879.48	0.00121	8,839.45	7,524,486.93	209,614,766.05	1,419,202.48	4,712,964,506.99	72,343,955.16
10	9,805,869.30	11,865.10	0.00121	8,571.60	7,296,487.67	202,090,279.12	1,410,363.04	4,503,349,740.94	70,924,752.68
11	9,794,004.19	12,046.63	0.00123	8,449.26	7,075,397.01	194,793,791.44	1,401,791.44	4,301,259,461.82	69,514,389.64
12	9,781,957.57	12,325.27	0.00126	8,392.91	6,860,868.23	187,718,394.43	1,393,342.18	4,106,465,670.38	68,112,598.20
13	9,769,632.30	12,895.91	0.00132	8,525.72	6,652,644.21	180,857,526.20	1,384,949.27	3,918,747,275.95	66,719,256.03
14	9,756,736.39	13,561.86	0.00139	8,704.84	6,450,352.15	174,204,881.99	1,376,423.55	3,737,889,749.75	65,334,306.76
15	9,743,174.52	14,225.03	0.00146	8,864.57	6,253,772.97	167,754,529.84	1,367,718.71	3,563,684,867.76	63,957,883.21
16	9,728,949.49	14,982.58	0.00154	9,064.71	6,062,759.68	161,500,756.87	1,358,854.14	3,395,930,337.92	62,590,164.50
17	9,713,966.91	15,736.63	0.00162	9,243.61	5,877,109.73	155,437,997.19	1,349,789.43	3,234,429,581.05	61,231,310.37
18	9,698,230.28	16,390.01	0.00169	9,346.99	5,696,688.17	149,560,887.46	1,340,545.82	3,078,991,583.86	59,881,520.94
19	9,681,840.27	16,846.40	0.00174	9,327.44	5,521,418.22	143,864,199.29	1,331,198.82	2,929,430,696.40	58,540,975.12

Valuación Actuarial de Reservas Técnicas y Matemáticas

20	9,664,993.87	17,300.34	0.00179	9,299.78	5,351,272.77	138,342,781.07	1,321,871.38	2,785,566,497.11	57,209,776.30
21	9,647,693.53	17,655.28	0.00183	9,214.16	5,186,110.67	132,991,508.30	1,312,571.59	2,647,223,716.04	55,887,904.92
22	9,630,038.25	17,911.87	0.00186	9,075.80	5,025,844.75	127,805,397.63	1,303,357.44	2,514,232,207.74	54,575,333.32
23	9,612,126.38	18,166.92	0.00189	8,936.92	4,870,385.12	122,779,552.88	1,294,281.64	2,386,426,810.11	53,271,975.89
24	9,593,959.46	18,324.46	0.00191	8,751.87	4,719,592.32	117,909,167.76	1,285,344.72	2,263,647,257.23	51,977,694.25
25	9,575,635.00	18,480.98	0.00193	8,569.53	4,573,376.60	113,189,575.44	1,276,592.85	2,145,738,089.47	50,692,349.53
26	9,557,154.02	18,732.02	0.00196	8,432.95	4,431,601.93	108,616,198.83	1,268,023.32	2,032,548,514.04	49,415,756.67
27	9,538,422.00	18,981.46	0.00199	8,296.35	4,294,093.19	104,184,596.90	1,259,590.37	1,923,932,315.20	48,147,733.35
28	9,519,440.54	19,324.46	0.00203	8,200.27	4,160,726.16	99,890,503.71	1,251,294.02	1,819,747,718.30	46,888,142.98
29	9,500,116.08	19,760.24	0.00208	8,140.96	4,031,339.70	95,729,777.54	1,243,093.75	1,719,857,214.60	45,636,848.96
30	9,480,355.84	20,193.16	0.00213	8,077.00	3,905,781.08	91,698,437.84	1,234,952.79	1,624,127,437.05	44,393,755.21
31	9,460,162.68	20,717.76	0.00219	8,045.47	3,783,943.46	87,792,656.76	1,226,875.79	1,532,428,999.21	43,158,802.42
32	9,439,444.92	21,238.75	0.00225	8,007.57	3,665,686.04	84,008,713.30	1,218,830.32	1,444,636,342.44	41,931,926.63
33	9,418,206.17	21,850.24	0.00232	7,998.17	3,550,910.92	80,343,027.26	1,210,822.75	1,360,627,629.14	40,713,096.31
34	9,396,355.93	22,551.25	0.00240	8,014.34	3,439,488.17	76,792,116.33	1,202,824.58	1,280,284,601.89	39,502,273.56
35	9,373,804.68	23,528.25	0.00251	8,118.01	3,331,294.56	73,352,628.17	1,194,810.24	1,203,492,485.55	38,299,448.98
36	9,350,276.43	24,684.73	0.00264	8,268.96	3,226,148.55	70,021,333.61	1,186,692.23	1,130,139,857.38	37,104,638.74
37	9,325,591.70	26,111.66	0.00280	8,492.19	3,123,914.10	66,795,185.06	1,178,423.27	1,060,118,523.77	35,917,946.50
38	9,299,480.04	27,991.43	0.00301	8,838.39	3,024,434.11	63,671,270.97	1,169,931.08	993,323,338.71	34,739,523.24
39	9,271,488.61	30,132.34	0.00325	9,237.27	2,927,505.40	60,646,836.85	1,161,092.68	929,652,067.74	33,569,592.16
40	9,241,356.27	32,621.99	0.00353	9,709.22	2,833,000.98	57,719,331.45	1,151,855.41	869,005,230.89	32,408,499.48
41	9,208,734.28	35,361.54	0.00384	10,218.04	2,740,777.17	54,886,330.47	1,142,146.19	811,285,899.44	31,256,644.07
42	9,173,372.74	38,252.96	0.00417	10,731.60	2,650,730.67	52,145,553.29	1,131,928.15	756,399,568.98	30,114,497.89
43	9,135,119.78	41,382.09	0.00453	11,271.31	2,562,793.32	49,494,822.62	1,121,196.55	704,254,015.68	28,982,569.74
44	9,093,737.68	44,741.19	0.00492	11,831.30	2,476,877.54	46,932,029.30	1,109,925.23	654,759,193.06	27,861,373.19
45	9,048,996.50	48,412.13	0.00535	12,429.16	2,392,904.18	44,455,151.76	1,098,093.93	607,827,163.76	26,751,447.96
46	9,000,584.36	52,473.41	0.00583	13,079.46	2,310,778.78	42,062,247.58	1,085,664.77	563,372,012.00	25,653,354.03
47	8,948,110.96	56,909.99	0.00636	13,772.15	2,230,395.09	39,751,468.80	1,072,585.32	521,309,764.42	24,567,689.25

Valuación Actuarial de Reservas Técnicas y Matemáticas

48	8,891,200.97	61,793.85	0.00695	14,518.48	2,151,659.97	37,521,073.71	1,058,813.17	481,558,295.62	23,495,103.94
49	8,829,407.12	67,103.49	0.00760	15,306.78	2,074,471.78	35,369,413.74	1,044,294.68	444,037,221.91	22,436,290.77
50	8,762,303.63	72,902.37	0.00832	16,145.19	1,998,743.49	33,294,941.96	1,028,987.90	408,667,808.17	21,391,996.09
51	8,689,401.26	79,160.45	0.00911	17,020.51	1,924,382.47	31,296,198.46	1,012,842.71	375,372,866.21	20,363,008.18
52	8,610,240.82	85,758.00	0.00996	17,902.01	1,851,311.99	29,371,815.99	995,822.20	344,076,667.75	19,350,165.47
53	8,524,482.82	92,831.62	0.01089	18,814.20	1,779,488.27	27,520,504.00	977,920.20	314,704,851.76	18,354,343.27
54	8,431,651.20	100,336.65	0.01190	19,742.96	1,708,844.32	25,741,015.73	959,105.99	287,184,347.76	17,376,423.07
55	8,331,314.55	108,307.09	0.01300	20,690.56	1,639,329.19	24,032,171.41	939,363.04	261,443,332.03	16,417,317.08
56	8,223,007.46	116,848.94	0.01421	21,672.20	1,570,891.18	22,392,842.22	918,672.47	237,411,160.62	15,477,954.04
57	8,106,158.53	125,969.70	0.01554	22,683.34	1,503,464.87	20,821,951.04	897,000.28	215,018,318.41	14,559,281.57
58	7,980,188.82	135,663.21	0.01700	23,717.33	1,436,991.29	19,318,486.17	874,316.93	194,196,367.37	13,662,281.29
59	7,844,525.61	145,829.73	0.01859	24,752.13	1,371,419.84	17,881,494.88	850,599.60	174,877,881.20	12,787,964.36
60	7,698,695.88	156,591.47	0.02034	25,804.62	1,306,723.44	16,510,075.04	825,847.47	156,996,386.32	11,937,364.76
61	7,542,104.41	167,736.40	0.02224	26,836.10	1,242,858.92	15,203,351.60	800,042.85	140,486,311.28	11,111,517.29
62	7,374,368.01	179,270.89	0.02431	27,846.11	1,179,823.05	13,960,492.68	773,206.75	125,282,959.68	10,311,474.44
63	7,195,097.12	191,173.73	0.02657	28,830.08	1,117,613.15	12,780,669.64	745,360.64	111,322,466.99	9,538,267.69
64	7,003,923.39	203,393.94	0.02904	29,779.57	1,056,231.23	11,663,056.48	716,530.56	98,541,797.36	8,792,907.05
65	6,800,529.45	215,916.81	0.03175	30,692.31	995,687.65	10,606,825.25	686,750.99	86,878,740.87	8,076,376.49
66	6,584,612.64	228,749.44	0.03474	31,569.38	935,994.72	9,611,137.60	656,058.68	76,271,915.62	7,389,625.50
67	6,355,863.20	241,777.04	0.03804	32,395.43	877,163.37	8,675,142.88	624,489.30	66,660,778.02	6,733,566.82
68	6,114,086.17	254,835.11	0.04168	33,150.55	819,219.49	7,797,979.51	592,093.87	57,985,635.14	6,109,077.51
69	5,859,251.05	267,240.44	0.04561	33,751.76	762,208.17	6,978,760.02	558,943.32	50,187,655.64	5,516,983.64
70	5,592,010.61	278,426.21	0.04979	34,140.29	706,256.17	6,216,551.85	525,191.56	43,208,895.61	4,958,040.32
71	5,313,584.40	287,730.60	0.05415	34,253.57	651,545.32	5,510,295.67	491,051.27	36,992,343.77	4,432,848.77
72	5,025,853.81	294,766.33	0.05865	34,069.08	598,314.70	4,858,750.35	456,797.70	31,482,048.10	3,941,797.50
73	4,731,087.48	299,288.59	0.06326	33,584.24	546,818.97	4,260,435.65	422,728.61	26,623,297.74	3,484,999.80
74	4,431,798.89	301,894.14	0.06812	32,889.92	497,307.97	3,713,616.68	389,144.37	22,362,862.09	3,062,271.18
75	4,129,904.75	303,011.11	0.07337	32,050.11	449,933.35	3,216,308.71	356,254.45	18,649,245.41	2,673,126.81

Valuación Actuarial de Reservas Técnicas y Matemáticas

76	3,826,893.64	303,013.44	0.07918	31,116.85	404,778.39	2,766,375.37	324,204.35	15,432,936.70	2,316,872.36
77	3,523,880.20	301,996.53	0.08570	30,109.15	361,871.88	2,361,596.98	293,087.50	12,666,561.33	1,992,668.01
78	3,221,883.67	299,828.49	0.09306	29,022.32	321,222.77	1,999,725.10	262,978.35	10,304,964.35	1,699,580.51
79	2,922,055.17	295,682.76	0.10119	27,787.41	282,844.45	1,678,502.33	233,956.03	8,305,239.25	1,436,602.16
80	2,626,372.41	288,848.44	0.10998	26,354.50	246,818.85	1,395,657.88	206,168.62	6,626,736.92	1,202,646.13
81	2,337,523.97	278,983.49	0.11935	24,713.03	213,275.45	1,148,839.03	179,814.12	5,231,079.04	996,477.50
82	2,058,540.49	265,901.67	0.12917	22,868.17	182,350.51	935,563.57	155,101.09	4,082,240.01	816,663.38
83	1,792,638.81	249,858.00	0.13938	20,862.50	154,171.16	753,213.06	132,232.92	3,146,676.44	661,562.29
84	1,542,780.81	231,432.55	0.15001	18,761.19	128,818.24	599,041.90	111,370.42	2,393,463.38	529,329.37
85	1,311,348.26	211,310.66	0.16114	16,631.07	106,305.06	470,223.66	92,609.23	1,794,421.48	417,958.96
86	1,100,037.60	190,108.50	0.17282	14,526.57	86,577.73	363,918.60	75,978.16	1,324,197.81	325,349.73
87	909,929.11	168,455.18	0.18513	12,497.08	69,529.48	277,340.87	61,451.59	960,279.21	249,371.57
88	741,473.93	146,997.21	0.19825	10,587.56	55,007.27	207,811.38	48,954.51	682,938.35	187,919.98
89	594,476.72	126,302.52	0.21246	8,832.06	42,817.55	152,804.11	38,366.95	475,126.96	138,965.46
90	468,174.20	106,809.26	0.22814	7,251.39	32,738.39	109,986.56	29,534.89	322,322.85	100,598.51
91	361,364.94	88,812.66	0.24577	5,853.97	24,533.45	77,248.17	22,283.50	212,336.29	71,063.62
92	272,552.28	72,479.83	0.26593	4,638.26	17,964.91	52,714.73	16,429.53	135,088.12	48,780.12
93	200,072.45	57,880.96	0.28930	3,596.14	12,803.40	34,749.81	11,791.27	82,373.40	32,350.59
94	142,191.49	45,026.36	0.31666	2,716.00	8,834.35	21,946.41	8,195.13	47,623.58	20,559.31
95	97,165.13	34,128.28	0.35124	1,998.67	5,861.03	13,112.06	5,479.13	25,677.18	12,364.18
96	63,036.85	25,250.04	0.40056	1,435.66	3,691.65	7,251.03	3,480.46	12,565.11	6,885.06
97	37,786.81	18,455.83	0.48842	1,018.79	2,148.47	3,559.38	2,044.80	5,314.08	3,404.60
98	19,330.98	12,915.99	0.66815	692.22	1,067.10	1,410.91	1,026.01	1,754.71	1,359.80
99	6,414.98	6,414.98	1.00000	333.79	343.80	343.80	333.79	343.80	333.79