

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA-LEÓN  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA  
DEPARTAMENTO DE ESTADÍSTICA MATEMÁTICA**



**CÁLCULO DE PRIMAS Y RENTAS PARA SEGUROS DE DOS CABEZAS  
UTILIZANDO FUNCIONES BIOMÉTRICAS TRANSFORMADAS EN VALORES  
CONMUTADOS A TRAVÉS DE UN PROGRAMA EN EXCEL**

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

**PRESENTADA POR:** MAYNOR ERNESTO OLIVAS RODRIGUEZ  
ANA GIOVANI GARCÍA  
CARLA PATRICIA GARCÍA ESCOTO

**TUTOR:** LIC. MARTÍN JOSÉ ALONSO CALDERÓN

**León, Agosto 2008**

## **DEDICATORIA**

Dedico esta monografía a Dios por haberme dado fe y sabiduría para hacer frente a las dificultades de la vida, a mis padres María Lourdes Rodríguez y Marvin José Olivas por haber sido mis educadores y formadores morales y en especial a mi abuelita Natividad Rodríguez Ruiz por su apoyo incondicional.

MAYNOR ERNESTO OLIVAS RODRÍGUEZ

Dedico mi trabajo monográfico a mi madre por su apoyo en mi carrera universitaria y al resto de mi familia que de una o de otra forma han influido en el desarrollo de mi vida.

ANA GIOVANI GARCÍA

Dedico mi tesis a mi madre Maris Arauz Escoto y a mis hijos por ser la motivación que me llevó a lograr la culminación de mis estudios universitarios y también a Dios por ser mi fuerza espiritual.

CARLA PATRICIA GARCÍA ESCOTO

# ÍNDICE

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	2
III. FUNCIONES BIOMÉTRICAS	3
3.1 GENERALIDADES	3
3.2 PROBABILIDADES PARA DOS CABEZAS	4
3.2.1 GRUPOS QUE EXTINGEN AL PRIMER FALLECIMIENTO	4-5
3.2.2 GRUPOS QUE EXTINGEN AL ÚLTIMO FALLECIMIENTO	6-7
3.3 CÁLCULO DE LOS VALORES CONMUTADOS	8-9
3.4 ESTIMACION DE LAS PROBABILIDADES	10-11
IV. CÁLCULO DE PRIMAS Y RENTAS	12
4.1 PRIMAS	13
4.2 RENTAS	14
V. ELEMENTOS DE MICROSOFT EXCEL	15-20
VI. PROGRAMA DISEÑADO	21
6.1 DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA	22-23
6.2 APLICACIONES	24-27
6.3 COMPARACIÓN ENTRE LOS SOBREVIVIENTES DE UNA VIDA $D_x$ Y DOS VIDAS $D_{xy}$	28

VII.	CONCLUSIONES	<b>29</b>
VIII.	RECOMENDACIONES	<b>30</b>
IX.	BIBLIOGRAFÍA	<b>31</b>
X.	ANEXOS	<b>32-43</b>

## I. INTRODUCCIÓN

Los orígenes del seguro de vida se remontan a 2500 A. C. época en la que canteros del bajo Egipto constituyeron un fondo, destinado a prestar apoyo financiero en caso de fallecimiento de sus miembros, desde entonces el seguro de vida ha cambiado notablemente.

Actualmente el seguro de vida puede cubrir a una o más personas. Entre los seguros de vida se encuentra el llamado **Seguro de dos cabezas**, éste es un seguro de vida en el que existen, simultáneamente dos personas aseguradas que son a la vez beneficiarios recíprocos; cuando el fallecimiento de cualquiera de ellas se produzca dentro del límite estipulado en el contrato, el asegurador pagará una indemnización (Suma Asegurada) al beneficiario.

En los seguros de dos cabezas se dan distintos planes, como los de viudez u orfandad y otros menos usuales como las pólizas familiares en las que se establece un orden de fallecimiento entre los dos asegurados. En Nicaragua no existen planes de seguros como éstos, lo anterior nos motivó a realizar un trabajo monográfico que presente los cálculos de las primas y rentas para estos seguros utilizando las funciones biométricas.

Hemos creado un sistema de cálculo automatizado que permite facilitar las operaciones de los seguros de dos cabezas. El cual beneficiará a los matrimonios y grupos formados por parejas que deseen solidarizarse para prever eventos, que generen pérdidas económicas asegurándose a través de planes alternativos como éstos.

Esperamos que este trabajo monográfico sea un aporte para las compañías de seguros de Nicaragua donde el mercado competitivo demanda la creación de nuevos planes que generen productos viables y de interés para su cartera de asegurados permitiendo así la expansión de la misma. Al mismo tiempo que sirva para incentivar a los estudiantes de la Licenciatura en Ciencias Actuariales y Financieras para que realicen investigaciones similares que destaquen la importancia del actuario en nuestro país.

## **II. OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

- Calcular primas y rentas para seguros de dos cabezas utilizando funciones biométricas transformadas en valores conmutados a través de un programa en Excel.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Analizar las probabilidades de muerte y supervivencia para grupos de dos cabezas.
- La creación de una tabla de mortalidad automatizada que calcule las primas de riesgo para dos personas diseñada en Microsoft Excel.
- Presentar primas netas niveladas para diferentes planes de seguros de vida donde intervienen dos cabezas.

### III. FUNCIONES BIOMÉTRICAS

#### 3.1 GENERALIDADES

Funciones biométricas es la parte estadística actuarial que se ocupa, fundamentalmente, del estudio de la supervivencia humana y de otros conceptos todo esto agrupado en lo que se denomina tabla de mortalidad o tabla de vida.

La modelización de estas características integra el denominado modelo biométrico que, se caracteriza por su *tempus* viene marcado por el denominado tiempo biométrico de los individuos, lo que en el lenguaje corriente se denomina la edad.

El modelo biométrico es además un modelo estocástico, cuyo diseño se construye en torno a una variable aleatoria  $X$ , que llamaremos edad de fallecimiento, y que represente el tiempo biológico transcurrido desde el instante de nacimiento de un individuo hasta su fallecimiento.

Las hipótesis básicas sobre las que descansan el modelo son las siguientes:

- ✓ **Homogeneidad.** Se supone que los individuos forman un grupo homogéneo en el sentido de que el comportamiento estadístico de su edad de fallecimiento es idéntico. En otras palabras la función de distribución de  $X$ , es la misma  $F$ , para todos los individuos del grupo.

$$F_X(\chi) = F_Y(\chi) \text{ para todo } \chi \in R^+$$

- ✓ **Independencia.** Las variables que describen las edades de fallecimiento de los distintos individuos son estadísticamente independiente esta hipótesis traduce en que las probabilidades para la edad de fallecimiento de un individuo no depende de la edad del fallecimiento de otro individuo cualquiera.

$$F_{(X|Y=y)}(\chi) = F(\chi) \text{ para cualesquiera } \chi, \gamma \in R^+$$

- ✓ **Estacionalidad.** Las probabilidades biométricas sobre los individuos no dependen de su fecha de nacimiento, sino solo de su edad, dicho de otra forma, ninguna de las consideraciones probabilísticas que hagamos sobre la edad de fallecimiento de un individuo depende del tiempo físico, sino únicamente el tiempo biométrico.

### 3.2 PROBABILIDADES PARA DOS CABEZAS

Las funciones biométricas más utilizadas en el estudio de los seguros de vida son: tanto instantáneo de mortalidad, esperanza de vida, Probabilidades de muerte y supervivencia.

#### 3.2.1 Grupos que se extinguen al primer fallecimiento

Consideremos un grupo de 2 cabezas que se extinguen al primer fallecimiento. Definamos en primer lugar la variable aleatoria **vida residual o tiempo de vida hasta la muerte** (esto es, el número de años que permanece el grupo hasta su disolución) que representaremos mediante  $T_u$ , donde  $u = x, y$ .

$$T_u = \min(T_x, T_y)$$

La función de distribución de  $T_u$

$$\begin{aligned} G_u(n) &= P(T_u \leq n) = 1 - P(T_u > n) = -P(T_x > n, T_y > n) \\ &= 1 - ({}_n p_x * {}_n p_y) \end{aligned}$$

Tenemos, por tanto, que la probabilidad de que este grupo se extinga antes de  $n$  años:

$${}_n q_u = {}_n q_{xy} = G_u(n) = 1 - ({}_n p_x * {}_n p_y)$$

Siendo la probabilidad de que el grupo sobreviva  $n$  años más:

$${}_n p_u = {}_n p_{xy} = 1 - {}_n q_{xy} = {}_n p_x * {}_n p_y$$

Consideremos ahora la variable aleatoria  $K_u$ , número completo de años de vida hasta la muerte del grupo. Ciertamente

$$\begin{aligned} P(K_u = k) &= P(k < T_u \leq k + 1) = {}_{k+1} q_{xy} - {}_k q_{xy} = \\ &= {}_k p_{xy} - {}_{k+1} p_{xy} = {}_k p_{xy} - {}_k p_{xy} * p_{x+k} * p_{y+k} = \\ &{}_k p_{xy} q_{x+k} q_{y+k} \end{aligned}$$

Así

$${}_k q_{xy} = {}_k p_{xy} q_{x+k} q_{y+k}$$

### Tanto instantáneo de mortalidad

El tanto instantáneo de mortalidad (es una medida de la fuerza o intensidad de la mortalidad a la edad  $x$  en nuestro caso  $x$  e  $y$ ) para un grupo de 2 cabezas que se extingue al primer fallecimiento resulta ser la suma de los tantos instantáneos de cada una de las cabezas.

En efecto,

$$\mu_{x+n|y+n} = \mu_{u+n} = \frac{g_u(n)}{1-G_u(n)} = \frac{({}_n p_x \cdot {}_n p_y)(\mu_{x+n} + \mu_{y+n})}{{}_n p_x \cdot {}_n p_y} = \mu_{x+n} + \mu_{y+n}$$

### Esperanza de Vida

En cuanto a las expresiones de las esperanzas de vida completa (es la medida de la cantidad de años que vive una cierta población en un cierto periodo de tiempo. Se suele dividir en masculina y femenina, y se ve influenciada por factores como la calidad de la medicina, la higiene, las guerras, etc.) Para  $u = x, y$ , la esperanza matemática de  $T_u$  se denomina **esperanza de vida completa** de  $u$  y se representa por  $e_u^0$  o bien  $e_{x,y}^0$ , siendo:

$$e_u^0 = E(T_u) = \int_0^{+\infty} n g_u(n) dn = \int_0^{+\infty} {}_n p_u dn$$

En el caso discreto **la esperanza de vida abreviada**, esperanza matemática de  $K_u$ , es

$$e_u = E(K_u) = \sum_{k=0}^{\infty} k \cdot P(K_u = k) = \sum_{k=0}^{\infty} {}_{k+1} p_u$$

$$\text{Esto es } e_{x,y} = \sum_{k=0}^{\infty} {}_{k+1} p_{x,y}$$

### 3.2.2 Grupos que se extinguen al último fallecimiento

En este caso la vida residual del grupo que se extingue al último fallecimiento donde  $u = \overline{x, y}$  el grupo está vivo, por tanto mientras está vivo alguno de sus miembros.

$$T_u = \max(T_x, T_y)$$

Y la función de distribución de  $T_u$

$$G_u(n) = P(T_u \leq n) = P(x \leq n, T_y \leq n) = {}_nq_x {}_nq_y$$

Por tanto, la probabilidad de que este grupo se extinga antes de  $n$  años es

$${}_nq_u = {}_nq_{\overline{xy}} = {}_nq_x {}_nq_y$$

Siendo la probabilidad de que el grupo sobreviva  $n$  años más

$${}_np_u = {}_np_{\overline{xy}} = 1 - {}_nq_x {}_nq_y$$

Esto es para grupos de parejas o 2 cabezas en casos continuos, pero para el caso de nuestro estudio que es de tipo discreto, usaremos una estrategia de cálculo más simplificado y de mejor comprensión apoyado con valores conmutados pero a partir de probabilidades. Las cuales se plasman a continuación:

#### **Probabilidad de no extinción.**

Al menos una de las dos cabezas sobreviva  $n$  años más.

$$\begin{aligned} {}_np_{\overline{xy}} &= {}_np_x * {}_nq_y + {}_nq_x * {}_np_y + {}_np_x * {}_np_y = \\ &= {}_np_x + {}_np_y - {}_np_{xy} \end{aligned}$$

#### **Probabilidad de extinción dentro de los $n$ años siguientes.**

Que las dos personas mueran en  $n$  años siguientes.

$$\begin{aligned} {}_nq_{\overline{xy}} &= {}_nq_x * {}_nq_y \\ &= 1 - {}_np_{\overline{xy}} \end{aligned}$$

#### **Probabilidad de disolución y no extinción dentro de los $n$ años.**

Probabilidad de que exactamente una cabeza sobreviva  $n$  años.

$$\begin{aligned} {}_np_{\frac{1}{xy}} &= {}_np_x * {}_nq_y + {}_nq_x * {}_np_y \\ &= {}_np_{\overline{xy}} - {}_np_{xy} \end{aligned}$$

#### **Probabilidad de supervivencia conjunta diferida $m$ años.**

Que ambos individuos sigan con vida en el intervalo  $(x, y; x + m + 1, y + m + 1)$

$${}_m|P_{xy} = {}_mP_{xy} * P_{x+m, y+m} = {}_{m+1}P_{xy}$$

**Probabilidad diferida  $m$  años de que sobreviva al menos una cabeza.**

Que al menos un individuo sigan con vida en el intervalo  $(x, y; x + m, y + m)$

$$\begin{aligned} {}_m / P_{xy} &= {}_m P_{xy} [p_{x+m} * q_{y+m} + q_{x+m} * p_{y+m} + p_{x+m} * p_{y+m}] = \\ &= {}_m P_{xy} * [p_{x+m} + p_{y+m} - p_{x+m} * p_{y+m}] = \\ &= {}_m P_{xy} * P_{x+m, y+m} \end{aligned}$$

**Probabilidad diferida  $m$  años de disolución del grupo.**

Que los dos individuos mueran en el intervalo  $(x, y; x + m + 1, y + m + 1)$

$$\begin{aligned} {}_m / q_{xy} &= {}_m / q_x * {}_{m+1} p_y + {}_{m+1} p_x * {}_m / q_y + {}_m / q_x * {}_m / q_y = \\ &= ({}_m p_x - {}_{m+1} p_x) {}_{m+1} p_y + {}_{m+1} p_x ({}_m p_y - {}_{m+1} p_y) + ({}_m p_x - {}_{m+1} p_x) * ({}_m p_y - {}_{m+1} p_y) = \\ &= {}_m p_{xy} - {}_{m+1} p_{xy} \end{aligned}$$

**Probabilidad de disolución dentro de los  $n$  años siguientes.**

Que al menos una de los individuos sigan con vida después de  $n$  años.

$$\begin{aligned} {}_n q_{xy} &= {}_n q_x * {}_n p_y + {}_n p_x * {}_n q_y + {}_n q_x * {}_n q_y \\ &= 1 - {}_n p_{xy} \end{aligned}$$

### 3.3 CÁLCULOS DE LOS VALORES CONMUTADOS

Las compañías actualmente no poseen un seguro sobre dos vidas en conjunto, por no contar con las herramientas necesarias para efectuar dichos planes, a continuación se presenta una alternativa siguiendo los pasos del Sr. De Morgan en la transformación de los valores conmutados, el cual será el instrumento para los cálculos de primas y rentas en los seguros de dos vidas.

Para simplificar el proceso de cálculo de primas y rentas de los seguros de vida utilizaremos valores conmutados, frecuentemente se entiende por las variables  $(x, y)$  las edades de dos individuos, masculino y femenina respectivamente, para las que a menudo se utilizan distintas tablas de mortalidad, o bien la misma tabla, pero aplicando sobre la cabeza femenina un descuento de un número determinado de años (entre 3 y 5 años habitualmente) para el caso de nuestro estudio aplicaremos un descuento de 3 años para la creación de los valores conmutados para el sexo femenino.

A continuación se describe como obtener los valores de conmutados, a partir de las funciones de supervivencia conjunta.

$D_{xy} = v^{\frac{x+y}{2}} l_x l_y$  Que se denomina como el número de sobrevivientes descontados a una determinada tasa de interés anual por un tiempo equivalente a sus edades.

$C_{xy} = v^{\frac{x+y}{2}+1} (l_x l_y - l_{x+1} l_{y+1})$  Número de fallecidos a la edad  $x$ , descontados por un plazo equivalente a su edad más un año.

$$N_{xy} = D_{xy} + D_{x+1 y+1} + D_{x+2 y+2} + \dots = \sum_{n=0}^{100} D_{x+n y+n}$$

$$M_{xy} = C_{xy} + C_{x+1 y+1} + C_{x+2 y+2} + \dots = \sum_{n=0}^{100} C_{x+n y+n}$$

$$S_{xy} = N_{xy} + N_{x+1 y+1} + N_{x+2 y+2} + \dots = \sum_{n=0}^{100} N_{x+n y+n}$$

$$R_{xy} = M_{xy} + M_{x+1 y+1} + M_{x+2 y+2} + \dots = \sum_{n=0}^{100} M_{x+n y+n}$$

El acoplamiento de valores conmutados y funciones biométricas son buenas herramientas que generan alternativas óptimas que minimizan los cálculos complejos convencionales y acostumbrados.

Una vez que se tienen las funciones y formulas a utilizar para un calculo en casos discretos en seguros de dos cabezas habrá que analizar las tablas de mortalidad en que dichas formulas y funciones se apoyan, existen diferentes tablas muy útiles para los casos de calcular primas a determinadas edades como las tablas GAN – 71, CSO 58 y CSO 80 entre las mas usuales en nuestro país.

En vista de que aun para los seguros de dos cabezas no existen tablas de mortalidad, se procederá a construir una, siguiendo las formulas antes mencionadas.

A manera introductoria se explicara la creación de la tabla de mortalidad y sus valores conmutados ya que esta es la base fundamental para determinar los cálculos de un seguro de vida, en nuestro caso de dos personas.

Según Hugo E. Palacios Introducción al Cálculo Actuarial 1996. Las tablas de mortalidad son un registro estadístico de sobrevivientes de una determinada colectividad social representada por una sucesión numérica de personas que a una edad  $x$  de años enteros se encuentran con vida. Por consiguiente es una serie cronológica que expresa la reducción de un grupo inicial de individuos de la misma edad por efectos de los fallecimiento, de allí que debería de llamarse tabla de sobrevivientes, cabe destacar que la tabla que se utilizo en este estudio es el caso de una población de asegurados de vida de Estados Unidos de Norteamérica, con el nombre de CSO–1958 por sus siglas en ingles Commissioners Standard Ordinary.

Donde la columna denotada con la variable  $x$  representa la edad alcanzada por los sobrevivientes. Comienza a la edad (0), recién nacidos o que no han cumplido un año de edad, y termina con una edad extrema de la tabla llamada edad  $\omega$  (omega).

La columna  $l_x$  indica el numero de sobreviviente a la edad  $x$  ( $l$  viene del ingles life, live o living que significa vida y  $x$  es la edad alcanzada),

La variable  $d_x$  significa el número de personas que fallecen a la edad  $x$  y se representa por la diferencia entre el número de sobrevivientes a las edades consecutivas  $x$  y  $x+1$ , es decir

$$d_x = l_x - l_{x+1}.$$

La columna de las  $p_x$  es la probabilidad que tiene una persona de edad  $x$  de vivir un año mas, es decir, de alcanzar la edad siguiente  $x + 1$ . Se representa por:

$$p_x = \frac{l_{x+1}}{l_x}$$

Columna de la variable  $q_x$  es la probabilidad que tiene una persona de edad  $x$  de fallecer dentro del año de no alcanzar la edad siguiente  $x + 1$ . Es contraria a  $p_x$ .

$$q_x = \frac{d_x}{l_x} = 1 - p_x = 1 - \frac{l_{x+1}}{l_x} = \frac{l_x - l_{x+1}}{l_x} = \frac{d_x}{l_x}$$

Todo lo antes descrito hace referencia para la creación de una tabla de mortalidad de una vida. A continuación se presentara la los elementos a utilizar para los cálculos de seguros de dos vidas.

### 3.4 ESTIMACIÓN DE LAS PROBABILIDADES DE MUERTE Y SUPERVIVENCIA MEDIANTE LAS TABLAS DE MORTALIDAD

En la Ciencia Actuarial, la Estadística Actuarial Vida aporta la metodología fundamental para el cálculo de Probabilidades y técnicas de ajuste que intervienen en el diseño de productos aseguradores en el ramo de vida y de pensión, lo que nos permite estimar los diferentes riesgos en los que el hombre se involucra y determinar así una prima.

Supongamos que se dispone de dos cabezas, una de edad  $x$ , y de otra edad  $y$ . Supongamos a si mismo que la función cohorte  $l_x$ , es la misma para ambos individuos. Se define la función cohorte conjunta,  $l_{x,y}$  como el producto de  $l_x$  y  $l_y$ .

La obtención de las probabilidades de muerte y supervivencia para grupos que se extinguen al primer fallecimiento es sencilla. Así,

$${}_n p_{x,y} = {}_n p_x * {}_n p_y = \frac{l_{x+n}}{l_x} * \frac{l_{y+n}}{l_y}$$

Donde los correspondientes  $l_x, l_y$  se obtienen de la tabla de mortalidad aplicable a la correspondiente cabeza.

Para dar expresiones análogas a las de las probabilidades sobre una cabeza se suele definir

$$l_{xy} = l_x * l_y$$

Y

$$d_{xy} = l_{xy} - l_{x+1y+1}$$

$$d_{xy} \neq d_x * d_y$$

De esta forma

$${}_n p_{xy} = \frac{l_{x+n y+n}}{l_{xy}}$$

$${}_n q_{xy} = \frac{l_{xy} - l_{x+n y+n}}{l_{xy}}$$

Y

$${}_n q_{xy} = \frac{d_{x+n y+n}}{l_{xy}} = \frac{l_{x+n y+n} - l_{x+n+1 y+n+1}}{l_{xy}}$$

Toda esta información tiene como base de origen las probabilidades de una vida como  $p_x$  y  $q_x$ .

## IV. CÁLCULO DE PRIMAS Y RENTAS

Una vez que se han calculado todas las diferentes probabilidades biométricas y las fórmulas para calcular primas de seguros de dos cabezas. Tenemos que mencionar que estas formulas aquí descritas para este tipo de plan, son formulas bases de las cuales se pueden derivar otros planes de seguros de vida para dos cabezas, como lo hay para seguros de una sola cabeza: continuación se detallan dichas modalidades:

Para la obtención de estos datos utilizaremos Excel para facilitar los cálculos.

### A. PRIMAS NETAS UNICAS DE DOS VIDAS EN CONJUNTO.

1. Dotal Puro: factor de actualización actuarial.

$${}_n E_{xy} = v^{\frac{x+y}{2}+n} \quad {}_n P_{xy} = \frac{v^{\frac{x+y}{2}+n} * l_{x+n} * l_{y+n}}{v^{\frac{x+y}{2}} * l_x * l_y} = \frac{D_{x+n y+n}}{D_{xy}}$$

2. Seguro de Vida Entera.

$$A_{xy} = \sum_{k=0}^{100} v^{\frac{x+k+y+k}{2}+1} {}_k/ q_{xy} = \sum_{k=0}^{100} v^{\frac{x+k+y+k}{2}+1} \frac{d_{x+k y+k}}{l_{xy}} = \sum_{k=0}^{100} \frac{v^{\frac{x+k+y+k}{2}+1} d_{x+k y+k}}{v^{\frac{x+k+y+k}{2}} l_{xy}} = \sum_{k=0}^{100} \frac{C_{x+k y+k}}{D_{xy}} = \frac{M_{xy}}{D_{xy}}$$

3. Seguro Temporal.

$$A_{\overline{xy}|n} = \sum_{k=0}^{n-1} v^{k+1} {}_k/ q_{xy} = \sum_{k=0}^{n-1} v^{k+1} \left( \frac{l_{x+k} * l_{y+k}}{l_x * l_y} \right) - \left( \frac{l_{x+k+1} * l_{y+k+1}}{l_x * l_y} \right) = \frac{M_{xy} - M_{x+n y+n}}{D_{xy}}$$

4. Seguro de Vida Entera pagadero al último fallecimiento.

$$\begin{aligned} A_{\overline{xy}} &= A_x + A_y + A_{xy} = \\ &= \frac{M_x}{D_x} + \frac{M_y}{D_y} - \frac{M_{xy}}{D_{xy}} \end{aligned}$$

**4.1** Cuando  $x$  es el primero en fallecer.

$$A_{xy} = 1/2 \left( \frac{M_{xy}}{D_{xy}} + \frac{D_{y+1}}{D_y} * \frac{N_{xy+1}}{D_{xy+1}} - \frac{D_{x+1}}{D_x} * \frac{N_{x+1y}}{D_{x+1y}} \right)$$

**4.2** Cuando  $x$  es el segundo fallecimiento.

$$A_{xy} = A_x - A_{xy} = \frac{M_x}{D_x} - 1/2 \left( \frac{M_{xy}}{D_{xy}} + \frac{D_{y+1}}{D_y} * \frac{N_{xy+1}}{D_{xy+1}} - \frac{D_{x+1}}{D_x} * \frac{N_{x+1y}}{D_{x+1y}} \right)$$

**5.** Seguro de viudez y orfandad.

$$A_{xy[n]} = 1/2 \left( \frac{M_{xy}}{D_{xy}} + \frac{D_{x+1}}{D_x} * \frac{N_{xy+1}}{D_{xy+1}} - \frac{D_{x+1}}{D_x} * \frac{N_{x+1y}}{D_{x+1y}} \right) - 1/2 \left( \frac{M_{x+1y+n}}{D_{xy}} + \frac{D_{y+n+1}}{D_y} * \frac{N_{x+n y+n+1}}{D_{xy+1}} - \frac{D_{x+n+1}}{D_x} * \frac{N_{x+n+1y}}{D_{x+1y}} \right)$$

## B. RENTAS VITALICIAS SOBRE DOS VIDAS EN CONJUNTO.

### 1. Rentas Vencidas.

#### 1.1 Renta Vencida

$$a_{xy} = \sum_{k=1}^{w-n} {}_n E_{xy} = \frac{D_{x+1 y+1} + D_{x+2 y+2} + \dots}{D_{xy}} = \frac{N_{x+1 y+1}}{D_{xy}}$$

#### 1.2 Renta Temporal Vencida.

$$a_{xy|\bar{n}|} = a_{xy-n} / a_{xy} = \frac{N_{x+1 y+1} - N_{x+n+1 y+n+1}}{D_{xy}}$$

#### 1.3 Renta Vencida Diferida.

$${}_n / a_{xy} = {}_n E_{xy} a_{x+n y+n} = \frac{N_{x+n+1 y+n+1}}{D_{xy}}$$

## 2. Rentas Anticipadas.

### 2.1 Renta Anticipada

$$\ddot{a}_{xy} = 1 + a_{xy} = \frac{D_{xy} + D_{x+1y+1} + \dots}{D_{xy}} = \frac{N_{xy}}{D_{xy}}$$

### 2.2 Temporal Anticipada.

$$\ddot{a}_{xy|\bar{n}} = \ddot{a}_{xy} - n/\ddot{a}_{xy} = \frac{N_{xy} - N_{x+ny+n}}{D_{xy}}$$

### 2.3 Diferida Anticipada.

$$n/\ddot{a}_{xy} = {}_nE_{xy} \ddot{a}_{x+ny+n} = \frac{N_{x+ny+n}}{D_{xy}}$$

## C. PRIMAS NETAS ANUAL DE DOS VIDAS EN CONJUNTO.

### 1. Seguro de Vida Ordinaria.

$$P_{xy} = \frac{A_{xy}}{\ddot{a}_{xy}} = \frac{M_{xy}}{N_{xy}}$$

### 2. Seguro de Vida pagos limitados $m$ años.

$${}_mP_{xy} = \frac{A_{xy}}{\ddot{a}_{xy|\bar{m}}} = \frac{M_{xy}}{N_{xy} - N_{x+my+m}}$$

### 3. Seguro de Vida Temporal $n$ años.

$$P_{xy|\bar{n}} = \frac{M_{xy} - M_{x+ny+n}}{N_{xy} - N_{x+ny+n}}$$

### 4 Seguro Dotal $n$ años para dos cabezas de edades $(x y)$ .

$$P_{xy|\bar{n}} = \frac{M_{xy} - M_{x+ny+n} + D_{x+ny+n}}{N_{xy} - N_{x+ny+n}}$$

## V. ELEMENTOS DE MICROSOFT EXCEL

### Definición de Funciones.

Las funciones son formulas predefinida que ejecutan cálculos utilizando valores específicos, denominados argumentos, en un orden determinado o estructura.

### Funciones de Búsqueda y Referencias:

#### **BUSCAR:**

Devuelve un valor de un rango de una fila o de una columna o de una matriz. La función BUSCAR tiene dos sintaxis, vectorial y matricial. La forma vectorial de BUSCAR busca un valor en un rango de una fila o de una columna (vector) y devuelve un valor desde la misma posición en un segundo rango de una fila o de una columna. La forma matricial de BUSCAR, busca el valor especificado en la primera fila o en la primera columna de la matriz y devuelve el valor de la misma posición en la última fila o columna de la matriz.

#### *Sintaxis 1: forma vectorial*

**BUSCAR(valor\_buscado;vector\_de\_comparación;vector\_resultado)**

*Valor\_buscado:* es un valor que BUSCAR busca en la matriz.

*Valor\_buscado* puede ser un numero, texto, un valor lógico o un nombre o referencia a un valor.

*Vector\_de\_comparación:* es un rango que solo contiene una columna o una fila. Los valores en el *vector\_de\_comparación* pueden ser texto, números o valores lógicos.

*Nota:* los valores en el *vector\_de\_comparación* deberá colocarse en orden ascendente: ...; -2;-1;0;1;2;...;A-Z;FALSO;VERDADERO; de lo contrario BUSCAR puede dar un valor incorrecto. El texto en mayúscula y en minúscula es equivalente.

*Vector\_resultado:* es un rango que solo contiene una columna o una fila debe ser del mismo tamaño que el *vector\_de\_comparación*.

Si BUSCAR no puede encontrar el *valor\_buscado*, utilizara el mayor valor del *vector\_de\_comparación* que sea menor o igual al *valor\_buscado*.

Si *valor\_buscado* es menor que el valor mas bajo del *Vector\_de\_comparación* BUSCAR devuelve el valor de error **#N/A**.

*Sintaxis 2: forma matricial*

BUSCAR(*valor\_buscado*;matriz)

*Valor\_buscado*: es un valor que BUSCAR busca en la *matriz*. *Valor\_buscado* puede ser un número, texto, un valor lógico o un nombre o referencia a un valor.

Si BUSCAR no puede encontrar el *valor\_buscado*, utiliza el mayor valor de la matriz que sea menor o igual al *valor\_buscado*.

Si el *valor\_buscado* es menor que el valor más bajo de la primera fila o columna (dependiendo de las dimensiones de la *matriz*), BUSCAR devolverá el valor de error **#N/A**.

*Matriz*: es un rango de celdas que contiene el texto, los números o los valores lógicos que desea comparar con *valor\_buscado*.

La forma matricial de BUSCAR es muy parecida a la de la función BUSCARV busca en la primera columna y BUSCAR busca de acuerdo a las dimensiones de la matriz.

Si la matriz cubre un área que es más ancha que alta (más columnas que filas), BUSCAR buscara *valor\_buscado* en la primera fila. Si la matriz es cuadrada o más alta que alta (más filas que columnas), BUSCAR buscara en la primera columna.

## **BUSCARV.**

Busca un valor específico en la primer columna de una matriz de tabla y devuelve, en la misma fila, un valor de otra columna de dicha matriz de tabla.

La V de BUSCARV significa vertical. Utilice BUSCARV en lugar de BUSCARH si los valores de comparación se encuentran en una columna situada a la izquierda de los datos que desea buscar.

*Sintaxis 3 forma matricial*

BUSCARV(*valor\_buscado*;matriz\_buscar\_en;indicador\_columnas;ordenado)

*Valor\_buscado* Valor que se va a buscar en la primera columna de la matriz de tabla (matriz: utilizada para crear formulas sencillas que producen varios resultados o que funcionan en un grupo de argumentos que se organizan en filas y columnas. Un rango de matriz comparte una formula común; una constante de matriz es un grupo de constantes utilizadas como un argumento.) *Valor\_buscado* puede ser un valor o una referencia. Si *valor\_buscado* es inferior al menor de los valores de la primera columna de *matriz\_buscar\_en*, BUSCARV devuelve al valor de error **#N/A**.

*Matriz\_buscar\_en* Dos o más columnas de datos. Use una referencia a un rango o un nombre de rango. Los valores de la primera columna de *matriz\_buscar\_en* son los valores que busca *valor\_buscado*. Estos valores pueden ser texto, números o valores lógicos. Las mayúsculas y minúsculas del texto son equivalentes.

*Indicador\_columnas* Número de columna de *matriz\_buscar\_en* desde la cual debe devolverse el valor coincidente. Si el argumento *indicador\_columnas* es igual a 1, la función devuelve el valor de la primera columna del argumento *matriz\_buscar\_en*; si el argumento *indicador\_columnas* es igual a 2, devuelve el valor de la segunda columna de *matriz\_buscar\_en* y así sucesivamente. Si *indicador\_columnas* es:

- Si es inferior a 1, BUSCARV devuelve al valor de error **#VALUE!**
- Si es superior al número de columnas de *matriz\_buscar\_en*, BUSCARV devuelve el valor de error **#REF!**

*Ordenado* Valor lógico que especifica si BUSCARV va a buscar una coincidencia exacta o aproximada:

- Si se omite o es VERDADERO, se devolverá una coincidencia exacta o aproximada. Si no localiza ninguna coincidencia exacta, devolverá el siguiente valor más alto inferior a *valor\_buscado*.

Los valores de la primera columna de *matriz\_buscar\_en* deben estar clasificados según un criterio de ordenación ascendente; en caso contrario, es posible que BUSCARV no devuelva el valor correcto.

- Si es FALSO, BUSCARV sólo buscará una coincidencia exacta. En este caso, no es necesario ordenar los valores de la primera columna de *matriz\_buscar\_en*. Si hay dos o más valores en la primera columna de *matriz\_buscar\_en*, se utilizará el primer valor encontrado. Si no se encuentra una coincidencia exacta, se devolverá el valor de error #N/A.

#### Observaciones

- Al buscar valores de texto en la primera columna de *matriz\_buscar\_en*, asegúrese de que los datos de ésta no tienen espacios al principio ni al final, de que no hay un uso incoherente de las comillas rectas ( ' o " ) ni tipográficas ( ‘ o “ ), y de que no haya caracteres no imprimibles. En estos casos, BUSCARV puede devolver un valor inesperado o incorrecto.
- Al buscar valores de fechas o números, asegúrese de que los datos de la primera columna de *matriz\_buscar\_en* no se almacenen como valores de texto, ya que, en ese caso, BUSCARV puede devolver un valor incorrecto o inesperado.
- Si Ordenado es FALSO y *valor\_buscado* es un valor de texto, se pueden utilizar los caracteres comodín de signo de interrogación (?) y asterisco (\*) en el argumento *valor\_buscado*. El signo de interrogación corresponde a un solo carácter cualquiera y el asterisco equivale a cualquier secuencia de caracteres. Si lo que desea buscar es un signo de interrogación o un asterisco, escriba una tilde (~) antes del carácter.

#### **SI:**

Devuelve un valor si la condición especificada es VERDADERO y otro valor si dicho argumento es FALSO.

Utilice SI para realizar pruebas condicionales en valores y formulas su sintaxis es la siguiente:

*Sintaxis.*

*SI(prueba\_logico;valor\_si\_verdadero;valor\_si\_falso)*

*Prueba\_logico*: es cualquier valor o expresión que puede evaluarse como VERDADERO o FALSO. Por ejemplo: A10 =100 es una expresión lógica; si el valor de la celda A10 es igual a 100, la expresión se evalúa como VERDDERO. De lo contrario la expresión se evalúa como FALSO.

*Valor\_si\_verdadero*: es el valor que se devuelve si el argumento *prueba\_logica* es VERDADERO. Por ejemplo si este argumento es la cadena de texto “Dentro de presupuesto” y el argumento *prueba\_logica* se evalúa como VERDADERO, la función *SI* muestra el texto “Dentro de presupuesto”. si el argumento *prueba\_logica* es verdadero y el argumento *valor\_si\_verdadero* esta en blanco, este argumento devuelve 0 (cero). Para mostrar la palabra VERDADERO, utiliza el valor lógico VERDADERO para este argumento. *Valor\_si\_verdadero* puede ser otra formula.

*Valor\_si\_falso*: es el valor que se devuelve si el argumento *prueba \_ lógica* es FALSO.

Por ejemplo, si este argumento es la cadena de texto “presupuesto excedido” en el argumento *prueba \_ lógica* se evalúa como FALSO, la función *SI* muestra el texto “presupuesto excedido”. Si el argumento prueba \_ lógica es FALSO y se omite *valor\_si\_falso*, (es decir, después de *valor\_si\_verdadero* no hay ninguna coma) se devuelve el valor lógico FALSO. Si *prueba\_logica* es FALSO y el *valor\_si\_falso* esta en blanco (es decir, después de *valor\_si\_verdadero* hay una como seguida por el paréntesis de cierre), se devuelve el valor 0(cero).

## **CONCATENAR**

Concatena o une varios elementos de textos en uno solo.

*Sintaxis*

*CONCATENAR(texto1;texto2; ...)*

Texto1, texto2... son de 2 a 255 elementos de texto que se unirán en un elemento de texto único. Los elementos de texto pueden ser cadenas de texto, números o referencias a celdas únicas.

## Observaciones

También puede utilizar el operador de cálculo símbolo de "y" comercial (&) en lugar de la función CONCATENAR para unir elementos de texto. Por ejemplo =A1&B1 devuelve el mismo valor que =CONCATENAR(A1;B1).

## **SUMA**

Suma todos los números de un rango.

### *Sintaxis*

SUMA(número1;número2; ...)

Número1;número2;... son de 1 a 255 argumentos cuyo valor total o suma desea obtener. Cuando se suma una matriz la forma es SUMA(A1:A125), esta función sumara todos los valores que se encuentra en este rango.

## Observaciones

Se tienen en cuenta los números, valores lógicos y representaciones textuales de números que se escriban directamente en la lista de argumentos.

Si un argumento es una matriz o una referencia, sólo se considerarán los números de esa matriz o referencia. Se pasarán por alto las celdas vacías, los valores lógicos o el texto contenidos en la matriz o en la referencia.

Los argumentos que sean valores de error o texto que no se pueda traducir a números provocan errores.

## VI. PROGRAMA DISEÑADO

### 6.1 DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA

#### Definición de Funciones.

El programa opera con una serie de comandos o funciones predefinidas que ejecutan cálculos utilizando valores, denominados argumentos, en un orden determinado.

SUMA		=1/(1+(S2))			
	F	P	Q	R	S
1	v	Edad del Hombre	Edad de la Mujer	Edad Mujer -3	Tasa
2	=1/(1+(S2))	35	30	27	3.0%

Como se podrá apreciar los cálculos que se procederán a ejecutar están guiados en un principio por la tasa en la celda "S2 que dependen del valor de la celda F2, en nuestro caso 3%" a la que es sometida la Tabla de Mortalidad de dos Vidas recordemos que el calculo de los  $I_x$  depende de la tasa; esta misma puede ser modificada a la conveniencia de la empresa las tasas mas usuales son de 3%, 4.5% y hasta 5% pero nosotros hemos decidido tomar el 3%.

SUMA		=+CONCATENAR("Dx:y","P2,":",Q2)		
	H	P	Q	
1	=+CONCATENAR("Dx:y","P2,":",Q2)	Edad del Hombre	Edad de la Mujer	
2	369,437,716,827.94	35	30	

La función concatenar en la celda "H1" mostrara las dos edades involucradas a la hora de que se ejecute el programa, copiara automáticamente los valores de P2 y Q2 en este caso 35 y 30 que son las edades del hombre y la mujer.

SUMA		=+SI(O((\$P\$2+A2-0)>99,(\$R\$2+A2-0)>99),"",POTENCIA(\$F\$2,(((\$P\$2+A2-1)+(\$R\$2+A2-1))/2)*(BUSCARV(\$P\$2+A2-1,\$A\$2:\$B\$101,2,FALSO))))						
A	B BUSCARV(\$R\$2+A2-1,\$A\$2:\$B\$101,2,FALSO))))							
1	Edad x	lx	v	Dx;y,35:30	Edad del Hombre	Edad de la Mujer	Edad Mujer -3	Tasa
2	0	1,000,000	0.9708738	357,115,248,754.94	35	30	27	3.0%
3	1	992,200		345,155,353,291.75	Vida Entera	Total Puro a 10 años.	Temporal a 10 años	DOTAL A 10 AÑO
4	2	990,454		333,539,152,959.65	0.395931	0.7045415	0.044803	1.100473
5	3	988,948		322,246,043,131.30	Vencida	Temporal Vencida	Vencida Diferida	Anticipada
6	4	987,504		311,254,140,277.34	19.739565	8.310376	11.429189	20.739565
7	5	986,122						

La función a la que hace referencia la celda **G2** donde se representan el numero de sobrevivientes descontados a una determinada tasa de interés anual por un tiempo equivalente

a sus edades  $D_{x,y} = v^{\frac{x+y}{2}} l_x l_y$ , estos datos serán primordial para el calculo de las primas y rentas en nuestro trabajo en esta formula se involucra las edades de los dos individuos pero como se podrá apreciar la edad de la mujer se ha visto disminuida en tres unidades se utiliza la tasa de mortalidad **F2** (que antes se explico su origen) y la matriz **A2:B101** en la que se encuentran las edad de 0-100 años y los respectivos sobrevivientes  $l_x$ .

Los cálculos de  $N_{x,y}$  en la celda 1 es la sumatoria de los  $D_{x,y}$ , en la celda 2 es la resta entre la sumatoria de la celda 1  $N_{x,y}$  menos los sobrevivientes en la celda 1  $D_{x,y}$ , en la celda 3 los valores correspondientes a  $N_{x,y}$ , es la resta de los  $N_{x,y}$  de la celda 2 menos los sobrevivientes en la celda 2  $D_{x,y}$ ; y así sucesivamente.

Los cálculos de  $S_{x,y}$  en la celda 1 es la sumatoria de los  $N_{x,y}$ , en la celda 2 es la resta entre la sumatoria  $S_{x,y}$  ubicada en la de la celda 1 menos los  $N_{x,y}$  en la celda 1; y así sucesivamente.

SUMA		=SI(O((\$P\$2+A2-0)>99,(\$R\$2+A2-0)>99),"",POTENCIA(\$F\$2,(((\$P\$2+A2-1)+(\$R\$2+A2-1))/2+1)*((BUSCARV(\$P\$2+A2-1,\$A\$2:\$B\$101,2,2)-BUSCARV(\$R\$2+A2-1,\$A\$2:\$B\$101,2,FALSO))-(BUSCARV(\$P\$2+A2,\$A\$2:\$B\$101,2,FALSO)*BUSCARV(\$R\$2+A2,\$A\$2:\$B\$101,2,FALSO)))		
A	B	C	D	E
1	Edad x	lx	v	Cx;y,35:30
2	0	1,000,000	0.9708738	=SI(O((\$P\$2+A2-0)>99,(\$R\$2+A2-0)>99),"",POTENCIA(\$F\$2,(((\$P\$2+A2-1)+(\$R\$2+A2-1))/2+1)*((BUSCARV(\$P\$2+A2-1,\$A\$2:\$B\$101,2,2)-BUSCARV(\$R\$2+A2-1,\$A\$2:\$B\$101,2,FALSO))-(BUSCARV(\$P\$2+A2,\$A\$2:\$B\$101,2,FALSO)*BUSCARV(\$R\$2+A2,\$A\$2:\$B\$101,2,FALSO)))
3	1	992,200		1,558,480,450.91
4	2	990,454		1,563,131,789.61
5	3	988,948		1,578,377,217.88
6	4	987,504		1,606,095,772.46
7	5	986,122		1,641,754,535.69

En esta celda **J2** se calculan el número de fallecidos a la edad  $x$ , descontados por un plazo equivalente a su edad más un año  $C_{xy} = v^{\frac{x+y}{2}+1} (l_x l_y - l_{x+1} l_{y+1})$ .

Los valores de  $M_{xy}$  en la primera celda es la sumatoria de los  $C_{xy}$ , en la segunda celda es la resta entre la primera celda de  $M_{xy}$  menos la primera celda de  $C_{xy}$ , en la tercer celda será la resta de  $M_{xy}$  de la segunda celda menos  $C_{xy}$  de la segunda celda y así sucesivamente.

Los valores de  $R_{xy}$  en la primera celda es la sumatoria de los  $M_{xy}$ , en la segunda celda es la resta entre la primera celda de  $R_{xy}$  menos la primera celda de  $M_{xy}$ , en la tercer celda será la resta de  $R_{xy}$  de la segunda celda menos  $M_{xy}$  de la segunda celda y así sucesivamente.

## 6.2 APLICACIONES

A continuación presentamos dos aplicaciones que muestran la versatilidad del programa en los distintos de planes de seguros, los resultados obtenidos son de un capital unitario pagadero al fallecimiento del grupo:

### Ejemplo 1:

Un matrimonio de edades de 35 años para el caballero y 30 para la dama han decidido asegurarse y desean optar a un plan que le brinde beneficios recíprocos.

Los valores conmutados utilizados para cada plan son los calculados en la **Tabla de Conmutados 1958 CSO 3%, dos Vidas en Conjunto**, con un tipo de interés técnico del 3%.

### Solución:

**Dotal Puro** factor de actualización actuarial a 10 años.

$${}_{10}E_{35:30} = \frac{D_{35+10:30+10}}{D_{35:30}} = \frac{D_{45:40}}{D_{35:30}} = \frac{269,990,392,741.59}{369,437,716,827.94} = 0.704541$$

### Seguro de Vida Entera

$$A_{35:30} = \frac{M_{35:30}}{D_{35:30}} = \frac{146,271,920,828.19}{369,437,716,827.94} = 0.39593121$$

### Seguro Temporal a 10 años.

$$A_{1|35:30:\overline{10}|} = \frac{M_{35:30} - M_{45:40}}{D_{35:30}} = \frac{146,271,920,828.19 - 129,719,958,493.64}{369,437,716,827.94} = 0.0448031$$

**Seguro DOTAL a 10 años:** es la suma de un dotal puro más un temporal.

$$A_{35:30:\overline{10}|} = A_{1|35:30:\overline{10}|} + {}_{10}E_{35:30} = 0.704542 + 0.044803 = 1.100473$$

### Renta Anticipada.

$$\ddot{a}_{35:30} = \frac{N_{35:30}}{D_{35:30}} = \frac{7,661,977,713,511.83}{369,437,716,827.94} = 20.739565$$

### Temporal Anticipada.

$$\ddot{a}_{35:30|\overline{10}|} = \frac{N_{35:30} - N_{35+10:30+10}}{D_{35:30}} = \frac{N_{35:30} - N_{45:40}}{D_{35:30}} = \frac{7,661,977,713,511.83 - 4,482,657,817,520.37}{369,437,716,827.94} = 8.605835$$

### Diferida Anticipada.

$${}_{10}/\ddot{a}_{35:30} = \frac{N_{35+10:30+10}}{D_{35:30}} = \frac{N_{45:40}}{D_{35:30}} = \frac{4,482,657,817,520.37}{369,437,716,827.94} = 12.13373084$$

### Seguro de Vida Ordinaria.

$$P_{35:30} = \frac{A_{35:30}}{\ddot{a}_{35:30}} = \frac{M_{35:30}}{N_{35:30}} = \frac{146,271,920,828.19}{7,661,977,713,511.83} = 0.0191$$

### Seguro de Vida pagos limitados 10 años.

$${}_{10}P_{35:30} = \frac{A_{35:30}}{\ddot{a}_{35:30|\overline{10}|}} = \frac{M_{35:30}}{N_{35:30} - N_{45:40}} = \frac{146,271,920,828.19}{7,661,977,713,511.83 - 4,482,657,817,520.37} = 0.0503$$

### Seguro de Vida Temporal 10 años.

$$P_{35:30|\overline{10}|} = \frac{M_{35:30} - M_{45:40}}{N_{35:30} - N_{45:40}} = \frac{146,271,920,828.19 - 129,719,958,493.64}{7,661,977,713,511.83 - 4,482,657,817,520.37} = 0.0051$$

### Seguro Dotal 10 años para dos cabezas de edades (x y).

$$P_{35:30|\overline{10}|} = \frac{M_{35:30} - M_{45:40} + D_{45:40}}{N_{35:30} - N_{45:40}} = \frac{146,271,920,828.19 - 129,719,958,493.64 + 269,990,392,741.59}{7,661,977,713,511.83 - 4,482,657,817,520.37} = 0.1431$$

### Ejemplo 2:

Un matrimonio más joven de edades de 22 años para el caballero y 20 para la dama han decidido asegurarse y desean optar por el plan que se adecue a sus necesidades.

Los valores conmutados utilizados para cada plan son los calculados en la **Tabla de Conmutados 1958 CSO 3%, dos Vidas en Conjunto**, con un tipo de interés técnico del 4%, el cambio de la tasa es con el fin de ver lo automático de la tabla antes mencionada.

### Solución:

**Dotal Puro** factor de actualización actuarial a 10 años.

$${}_{10}E_{22\ 20} = \frac{D_{22+10\ 20+10}}{D_{22\ 20}} = \frac{D_{32\ 30}}{D_{22\ 20}} = \frac{388,808,914,607.36}{542,463,746,330.38} = 0.716746$$

**Seguro de vida entera**

$$A_{22\ 20} = \frac{M_{22\ 20}}{D_{22\ 20}} = \frac{164,035,575,470.57}{542,463,746,330.38} = 0.302390$$

**Seguro Temporal a 10 años.**

$$A_{\overline{22\ 20}|10} = \frac{M_{22\ 20} - M_{32\ 30}}{D_{22\ 20}} = \frac{164,035,575,470.57 - 148,678,618,296.72}{542,463,746,330.38} = 0.031229$$

**Seguro DOTAL a 10 años** es la suma de un dotal puro mas un temporal.

$$A_{\overline{22\ 20}|10} = A_{\overline{22\ 20}|10} + {}_{10}E_{22\ 20} = 0.031229 + 0.7167464 = 1.019136$$

### Renta Anticipada.

$$\ddot{a}_{22:20} = \frac{N_{22:20}}{D_{22:20}} = \frac{12,992,682,483,874.80}{542,463,746,330.38} = 23.951246$$

### Temporal Anticipada.

$$\ddot{a}_{22:20|\overline{10}|} = \frac{N_{22:20} - N_{22+10:20+10}}{D_{22:20}} = \frac{N_{22:20} - N_{32:30}}{D_{22:20}} = \frac{12,992,682,483,874.80 - 8,700,922,513,284.05}{542,463,746,330.38} = 8.652862$$

### Diferida Anticipada.

$${}_{10}/\ddot{a}_{22:20} = \frac{N_{22+10:20+10}}{D_{22:20}} = \frac{N_{32:30}}{D_{22:20}} = \frac{8,700,922,513,284.05}{542,463,746,330.38} = 15.29838353$$

### Seguro de Vida Ordinaria.

$$P_{22:20} = \frac{A_{22:20}}{\ddot{a}_{22:20}} = \frac{M_{22:20}}{N_{22:20}} = \frac{164,035,575,470.57}{12,992,682,483,874.80} = 0.0126$$

### Seguro de Vida pagos limitados 10 años.

$${}_{10}P_{22:20} = \frac{A_{22:20}}{\ddot{a}_{22:20|\overline{10}|}} = \frac{M_{22:20}}{N_{22:20} - N_{32:30}} = \frac{164,035,575,470.57}{12,992,682,483,874.80 - 8,700,922,513,284.05} = 0.0382$$

### Seguro de Vida Temporal 10 años.

$$P_{\overline{22:20|\overline{10}|}} = \frac{M_{22:20} - M_{32:30}}{N_{22:20} - N_{32:30}} = \frac{164,035,575,470.57 - 148,678,618,296.72}{12,992,682,483,874.80 - 8,700,922,513,284.05} = 0.0036$$

### Seguro Dotal $n$ años para dos cabezas de edades $(x, y)$ .

$$P_{\overline{22:20|\overline{10}|}} = \frac{M_{22:20} - M_{32:30} + D_{32:30}}{N_{22:20} - N_{32:30}} = \frac{164,035,575,470.57 - 148,678,618,296.72 + 402,104,071,566.52}{12,992,682,483,874.80 - 8,700,922,513,284.05} = 0.1319$$

### 6.3 COMPARACIÓN ENTRE LOS SOBREVIVIENTES DE UNA VIDA $D_x$ Y DOS VIDAS $D_{xy}$

Las Tablas de Mortalidad por defecto obedecen la ley de extinción del grupo, que explica el desvanecimiento de la población en estudio al pasar del tiempo o alcanzar la edad máxima 100, conocida como omega ( $\omega$ ).

En nuestro trabajo monográfico se creó una Tabla de Mortalidad de Dos Vidas la cual se asemeja a las Tablas de Mortalidad de una Vida, con la diferencia que las Tablas de Mortalidad de una Vida se crean a partir de la edad inicial (0), la Tabla de Mortalidad de dos Vidas ( $x$  y  $y$ ) inician combinando las dos edades que toman el seguro.

La variable  $D_{xy}$  que calcula el número de sobrevivientes a la edad  $x, y$ ; presenta una extinción del grupo con el paso del tiempo esta característica es visible en las defunciones de una vida  $D_x$ .

Si sometemos las variables antes mencionadas a gráficos observaremos la peculiaridad de que los sobrevivientes disminuyen en el avance del tiempo o que el grupo se extingue, (Ver Gráfico 1 y 2).

## VII. CONCLUSIONES

- Al obtener las primas y rentas para seguros de dos cabezas utilizando probabilidades los resultados se obtienen con más tiempo y esfuerzo, no así los cálculos a través de la **Tabla de Conmutados 1958 CSO 3%, dos Vidas en Conjunto**, que permite un mejor manejo de los datos.
- La creación de tablas de mortalidad automatizadas para seguros de dos cabezas en hojas de cálculo en Excel, como la **Tabla de Conmutados 1958 CSO 3%, dos Vidas en Conjunto**, es un diseño novedoso que permite manipular con más rapidez los valores conmutados en la que se involucra una pareja en busca de un seguro.
- Los valores obtenidos en la variable  $D_{x,y}$  y  $D_x$ , que calcula el número de sobrevivientes a la edad  $(x, y)$  y  $(x)$  respectivamente, las curvas muestra una similitud en la forma en que descienden en el avance del tiempo.

## VIII. RECOMENDACIONES

- El presente trabajo puede ampliarse para que calcule las reservas en los seguros de dos cabezas.
- El programa diseñado puede ser adaptado para diferentes planes donde se involucre una pareja, como saldos deudores y gravamen hipotecario.
- Que se construyan tablas de mortalidad unisexo o sin discriminación de sexo; que permita la igualdad en el trato de hombres y mujeres las cuales presenten opciones al público de los diferentes planes, que éstos se puedan manipular al gusto del cliente siempre y cuando siga las políticas de la empresa. “Según el artículo 119 del tratado de Roma prohíbe un trato discriminatorio entre hombres y mujeres en materia de remuneración ”

## IX. BIBLIOGRAFÍA

- Gil Fana, José Antonio; Heras Martínez, Antonio y Vilar Zanón, José Luís Matemática de los Seguros de Vida. Editorial MAPFRE, S.A. Madrid, 1999.
- Joseph Adam; Elementos de la Teoría Matemática de los Seguros. Editorial MAPFRE, S.A. Madrid, 1976.
- Mercedes Ayuso, Mercede; Pérez, Ana María; Guillen, Marín Montserrat; Rojo, José Luís; Corrales, Helena. Estadística Actuarial. Edicions de la Universitat de Barcelona, 2001.
- Gallegos Díaz de Villegas, José Elías; Modalidad Clásica y Modernas del Seguro de Vida entera. Los seguros Unit Link. Editorial MAPFRE, S.A. en el mes de noviembre 1997. Society of Actuaries` Texbook on Life Contingencias. Chester Wallace Jordan, Jr, Segunda Edición. Publicada The Society of Actuaries, Chicago Illinois, 1967.
- Páginas Web consultadas

[www.ssn.gou.ar/storage/orientacion/Gias/gu\\_indice.htm](http://www.ssn.gou.ar/storage/orientacion/Gias/gu_indice.htm) 109k Cached similar.  
15 de Abril 2007

[www.eco.uva.es/dermer/asigna/potencial/clase\\_de\\_seguro\\_de\\_vida.doc](http://www.eco.uva.es/dermer/asigna/potencial/clase_de_seguro_de_vida.doc).  
21 de Julio 2007

[www.seguros\\_asegurar.es/diccionario\\_Seguro\\_S/2\\_104\\_28\\_104.htm](http://www.seguros_asegurar.es/diccionario_Seguro_S/2_104_28_104.htm) 94k.  
15 de Agosto 2007

## **X. ANEXOS**

## ANEXO No. 1

### GLOSARIO

$d(x, y)$  Función de fallecimiento conjunta.

$l(x, y)$  Función cohorte conjunta.

$p_{xy}$  Probabilidad de supervivencia conjunta de  $x$  y de  $y$ .

$p_{xy}^-$  Probabilidad de no extinción del grupo  $(x, y)$ .

$q_{xy}$  Probabilidad de disolución del grupo  $(x, y)$ .

$q_{xy}^-$  Probabilidad de extinción del grupo  $(x, y)$ .

$T_{xy}$  Vida residual conjunta o hasta la disolución del grupo  $(x, y)$ .

$T_{xy}^-$  Vida residual conjunta o hasta la extinción del grupo  $(x, y)$ .

$\mu_{xy}$  Tanto instantáneo de mortalidad conjunta.

$G_{xy}(n)$  Función de distribución de la vida residual.

$X$  Edad de fallecimiento.

$x$  Edad actual del individuo.

$D_{xy} = v^{\frac{x+y}{2}} l_x l_y$  que se denomina como el número de sobrevivientes descontados a una determinada tasa de interés anual por un tiempo equivalente a sus edades.

$C_{xy} = v^{\frac{x+y}{2}+1} (l_x l_y - l_{x+1} l_{y+1})$  número de fallecidos a la edad  $x$ , descontados por un plazo equivalente a su edad más un año.

**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 asegurador** por lo general es una compañía de seguros organizada bajo la forma de sociedad anónima; pero también existen cooperativas y mutualidades de seguros, realiza operaciones de este tipo.

**El contrato de seguro** es consensual, bilateral y aleatorio. Es consensual porque se perfecciona por el mero consentimiento de las partes y produce sus efectos desde que se ha realizado la convención; es bilateral puesto que origina derecho y obligaciones recíprocas entre asegurador y asegurado, y es aleatorio porque se refiere a la indemnización de una pérdida o

de un daño producido por un acontecimiento o un hecho incierto, pues no se sabe si se va a producir y en el caso contrario – como ocurre con la muerte no se sabe cuándo ello ha de acontecer.

**Seguridad Social** con esta expresión se alude a un sistema que, arbitrado por el Estado, está dirigido al bienestar y protección de los ciudadanos. Comprende un conjunto de medidas de previsión ejercidas por determinados organismos e instituciones oficiales, dirigidas a cubrir las contingencias que pudieren afectar a los trabajadores por cuenta ajena y autónoma y a sus familiares o asimilados. Sobre esta base, se garantiza, por ejemplo, la asistencia sanitaria en caso de enfermedad o accidente, la prestación económica en caso de incapacidad laboral, vejez, fallecimiento, etc. La prima o cuota que el Estado percibe por estas coberturas es aportada conjuntamente por los empresarios y los trabajadores.

**Seguro de dos o varias cabezas** modalidad de seguro de vida caracterizado porque existen, simultáneamente, dos o varias personas aseguradas que son a la vez beneficiarios recíprocos y, en su virtud, cuando el fallecimiento de cualquiera de ellas se produzca dentro del límite estipulado en el contrato, el asegurador satisfará la indemnización prevista a los supervivientes.

**Seguro prorrogado** seguro renovado por otro período de cobertura. En el seguro de vida, es la transformación por reducción de la póliza en la que, si bien se reduce o incluso anula el capital asegurado para caso de vida, continúa en cambio en vigor el capital para caso de muerte durante un cierto tiempo.

**Seguro Temporal Vida.** Modalidad del seguro de vida caracterizada porque el capital es pagadero inmediatamente después de la muerte del asegurado, si ocurre antes de terminar el plazo convenido como duración del seguro. Si el asegurado vive al final de dicho plazo, queda cancelado el seguro y permanecen a favor del asegurador la prima o primas satisfechas. Dentro del seguro temporal existen las principales variedades siguientes.

**Temporal constante:** El capital asegurado y la prima no varían durante el plazo en que el seguro está en vigor.

**Temporal regularmente decreciente.** El capital asegurado disminuye anualmente en la cuantía previamente estipulada; el pago de la prima puede efectuarse durante el período inferior a la duración del seguro, o ser regularmente decreciente.

**Temporal regularmente creciente.** El capital asegurado aumenta progresivamente cada año en la cuantía previamente estipulada; estos aumentos pueden ser anualmente iguales o acumulativos en progresión geométrica. En ambos casos, las primas prevén satisfacerse según un importe anual constante o creciente, en la misma o distinta proporción en que aumente el capital asegurado.

**Temporal a prima natural.** El capital asegurado puede ser constante o tener variaciones pactadas -crecientes o decrecientes- durante la vigencia del seguro. En este caso, a diferencia de los anteriores, la prima varía cada año en función de la edad del asegurado.

**Temporal con reembolso de primas.** Si el asegurado vive al final del contrato, percibe un capital igual a la suma de las primas satisfechas durante la vigencia que haya tenido el seguro.

### **Seguro temporal a plazo fijo.**

Modalidad de seguro de vida en la que la cobertura del riesgo de fallecimiento del asegurado se estipula para una duración determinada superior a un año. Es también una característica de esta modalidad de seguro que, por contratarse para una duración concreta, la prima anual se mantiene constante durante toda la vigencia del contrato.

### **Seguro temporal renovable.**

Modalidad de seguro de vida consistente en que la póliza se suscribe inicialmente por un año, pero el contratante podrá renovarla anualmente mediante el pago de la correspondiente prima. El asegurador está obligado a pagar a los beneficiarios el capital estipulado, siempre que el asegurado fallezca durante la vigencia del contrato.

### **Seguro de personas.**

Aquel que se caracteriza porque el objeto asegurado es la persona humana, haciéndose depender de su existencia, salud e integridad al pago de la prestación.

Salvo en casos muy concretos, como pueden ser la prestación de asistencia sanitaria por lesiones o por enfermedad, por ejemplo, el pago de la indemnización no guarda relación con el valor del daño producido por la ocurrencia del siniestro.

### **Seguro de enfermedad.**

Aquel en cuya virtud, en caso de enfermedad del asegurado, se le entrega la indemnización prevista en la póliza. Si se presta la asistencia clínico-médico-farmacéutica estipulada en el contrato, se denomina en España seguro de asistencia sanitaria.

Hay que distinguir aquí el denominado seguro obligatorio de enfermedad, regulado por el Estado para atender a todos los trabajadores por cuenta ajena, cuya remuneración no sobrepasa unos determinados límites.

### **Seguro acumulativo.**

Aquel en el que dos o más entidades de seguros cubren independientemente y simultáneamente el mismo riesgo.

### **Seguro adicional.**

Aquel que se incorpora a otro preexistente para aumentar las garantías previstas con anterioridad.

### **Seguro a plazo fijo.**

Modalidad de seguro de vida por la que se garantiza el pago de la suma asegurada al vencimiento de la póliza, sin que influya para ello el hecho de que viva o haya muerto el asegurado.

### **Seguro colectivo.**

Modalidad del seguro sobre personas (seguro de vida o seguro de accidentes individuales) que se caracteriza por cubrir mediante un solo contrato múltiples asegurados que integran una colectividad homogénea, como pueden ser, por ejemplo, los empleados de una misma empresa. (Se le denomina también seguro de grupo.)

### **Seguro de amortización de préstamos.**

Modalidad específica del seguro de vida por el cual, al producirse el fallecimiento del asegurado, la entidad aseguradora se hace cargo automáticamente de la liquidación de los créditos prevista en la póliza, no vencidos y debidos por el asegurado en el momento de su muerte.

### **Seguro de capital.**

Modalidad de seguro de vida en que la prestación asegurada es una suma que la entidad aseguradora abonará en caso de producirse el evento objeto de su cobertura. Se diferencia así del seguro de renta, en el que la prestación asegurada es una serie de pagos periódicos.

### **Seguro de capital de supervivencia.**

Modalidad de seguro de vida en que el capital es pagadero inmediatamente después del fallecimiento del asegurado, si ocurre antes que el de otra persona designada al contratar el seguro, denominada beneficiario o sobreviviente, si ésta fallece antes que el asegurado, queda rescindido el seguro y a favor del asegurador las primas satisfechas. La prima anual deja de pagarse al morir el asegurado o el sobreviviente.

### **Seguro de capital diferido.**

Modalidad de seguro de vida por la que el asegurador se compromete a entregar el capital asegurado a la expiración del plazo convenido como duración del contrato si el asegurado vive en esa fecha. Puede ser sin reembolso (si el asegurado fallece antes de finalizar el seguro, las primas satisfechas quedan en poder del asegurador), o con reembolso (dichas primas son devueltas si el asegurado fallece antes de finalizar el seguro).

### **Seguro de capitalización.**

Modalidad del ahorro del seguro de vida por la que el contratante o asegurado se obliga al pago periódico de una prima y la entidad aseguradora se compromete a la satisfacción de un capital al vencimiento del contrato.

### **Seguro de caución.**

Es aquel por el que el asegurador se obliga, en caso de incumplimiento por el tomador del seguro de sus obligaciones legales o contractuales, a indemnizar al asegurado a título de resarcimiento o penalidad los daños patrimoniales sufridos dentro de los límites establecidos en la ley o en el contrato.

Todo pago hecho por el asegurador deberá serle reembolsado por el tomador del seguro.

Mediante este contrato el tomador garantiza al asegurado el cumplimiento de determinadas obligaciones contraídas con este último.

Dos aplicaciones muy frecuentes de este tipo de seguro lo son la garantía de las fianzas que deben constituirse a favor de los Organismos Públicos para licitar y ejecutar obras públicas, y el afianzamiento de las cantidades anticipadas por los particulares para la construcción de viviendas, mediante el cual la aseguradora devolverá tales cantidades si la obra no se inicia o la vivienda no se entrega en los plazos convenidos.

### **Seguro de jubilación.**

Modalidad de seguro de vida que consiste en el pago de un capital o renta, diferidos en su pago hasta que el asegurado alcance una edad de jubilación predeterminada. Si se tratase de un seguro de capital diferido, existe la opción de transformar éste en una renta vitalicia a partir del momento de la jubilación. Generalmente se contrata con prima anual creciente, acorde con las posibilidades económicas del asegurado

### **Seguro de prima única.**

Modalidad de seguro de vida caracterizado porque la prima se paga íntegramente de una vez y por adelantado.

Se diferencia así del seguro de prima temporal, en que el pago de la prima se efectúa de forma anual o fraccionadamente.

De diversos modos pueden clasificarse los seguros. En primer lugar, 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 tienen por objeto amparar a la clase trabajadora contra ciertos riesgos, como la muerte, los accidentes, la invalidez, las enfermedades, la maternidad. Son obligatorios sus primas están a cargo de los asegurados y empleadores, y 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.

**Primas:** Es el precio del seguro que paga el asegurado al asegurador como contraprestación del riesgo que asume éste y del compromiso que es su consecuencia.

Existen distintos tipos de primas:

- Prima natural
- Prima pura
- Prima comercial
- Prima nivelada
- Prima única
- Prima periódica

**Prima natural:** En los seguros de vida es la prima que depende del cómputo matemático del riesgo. Por esta razón, a mayor riesgo, mayor será la prima natural, y viceversa.

**Prima pura:** Es la prima de riesgo de los otros ramos de seguros.

**Prima comercial:** esta es la prima que paga efectivamente el asegurado y se compone de dos partes: la prima natural o pura por un lado y los gastos de explotación y la ganancia del asegurador por el otro. De esos gastos los más importantes son:

- Comisión a favor de los productores que colocan los seguros.
- Comisión de cobranza que se paga a los colaboradores por la percepción de las primas.
- Gastos de administración y propaganda.
- Recargo por fraccionamiento de la prima. La prima puede fraccionarse mediante cuotas periódicas, y ello da origen a un recargo, como suele ocurrir con las ventas a plazo.
- Margen de seguridad. Se trata de un recargo para prever cualquier aumento de gastos y en particular la posibilidad de un riesgo mayor.

**Prima nivelada:** La aplicación simple de la prima natural para el cálculo de la prima comercial haría prohibitivo el seguro de vida, a partir de una determinada edad. En este caso la prima comercial aumentaría de continuo y llegaría un momento en que el asegurado desistiría del contrato dado el alto precio que debería abonar por su seguro. Por ello ha sido necesario nivelar las primas a fin de que la prima comercial sea la misma, en los seguros de vida, durante toda la vigencia del contrato.

**Prima única:** es lo que debe abonar el asegurado cuando ello se hace en una sola oportunidad.

**Primas periódicas:** la prima única se abona con pagos parciales, con lo cual se ofrece al asegurado una posibilidad que puede decidir la concentración de estas operaciones.

**ANEXO No. 2 TABLA I**  
**Los Comisionados 1958 Estándar Ordinario (CSO 1958) Tabla de Mortalidad**

<b>Edad</b>	<b>1000*qx</b>	<b>lx</b>	<b>dx</b>	<b>Dx</b>	<b>Nx</b>	<b>Cx</b>	<b>Mx</b>
0	7.08	10,000,000.00	70,800.00	10,000,000.00	288,962,983.28	68,737.86	1,583,602.43
1	1.76	9,929,200.00	17,475.39	9,640,000.00	278,962,983.28	16,472.23	1,514,864.56
2	1.52	9,911,724.61	15,065.82	9,342,751.07	269,322,983.28	13,787.36	1,498,392.33
3	1.46	9,896,658.79	14,449.12	9,056,844.74	259,980,232.21	12,837.86	1,484,604.97
4	1.40	9,882,209.66	13,835.09	8,780,215.29	250,923,387.47	11,934.27	1,471,767.11
5	1.35	9,868,374.57	13,322.31	8,512,546.59	242,143,172.18	11,157.22	1,459,832.84
6	1.30	9,855,052.27	12,811.57	8,253,451.12	233,630,625.59	10,416.98	1,448,675.62
7	1.26	9,842,240.70	12,401.22	8,002,642.36	225,377,174.46	9,789.64	1,438,258.64
8	1.23	9,829,839.47	12,090.70	7,759,766.05	217,374,532.10	9,266.52	1,428,469.00
9	1.21	9,817,748.77	11,879.48	7,524,486.93	209,614,766.05	8,839.45	1,419,202.48
10	1.21	9,805,869.30	11,865.10	7,296,487.67	202,090,279.12	8,571.60	1,410,363.04
11	1.23	9,794,004.19	12,046.63	7,075,397.01	194,793,791.44	8,449.26	1,401,791.44
12	1.26	9,781,957.57	12,325.27	6,860,868.23	187,718,394.43	8,392.91	1,393,342.18
13	1.32	9,769,632.30	12,895.91	6,652,644.21	180,857,526.20	8,525.72	1,384,949.27
14	1.39	9,756,736.39	13,561.86	6,450,352.15	174,204,881.99	8,704.84	1,376,423.55
15	1.46	9,743,174.52	14,225.03	6,253,772.97	167,754,529.84	8,864.57	1,367,718.71
16	1.54	9,728,949.49	14,982.58	6,062,759.68	161,500,756.87	9,064.71	1,358,854.14
17	1.62	9,713,966.91	15,736.63	5,877,109.73	155,437,997.19	9,243.61	1,349,789.43
18	1.69	9,698,230.28	16,390.01	5,696,688.17	149,560,887.46	9,346.99	1,340,545.82
19	1.74	9,681,840.27	16,846.40	5,521,418.22	143,864,199.29	9,327.44	1,331,198.82
20	1.79	9,664,993.87	17,300.34	5,351,272.77	138,342,781.07	9,299.78	1,321,871.38
21	1.83	9,647,693.53	17,655.28	5,186,110.67	132,991,508.30	9,214.16	1,312,571.59
22	1.86	9,630,038.25	17,911.87	5,025,844.75	127,805,397.63	9,075.80	1,303,357.44
23	1.89	9,612,126.38	18,166.92	4,870,385.12	122,779,552.88	8,936.92	1,294,281.64
24	1.91	9,593,959.46	18,324.46	4,719,592.32	117,909,167.76	8,751.87	1,285,344.72
25	1.93	9,575,635.00	18,480.98	4,573,376.60	113,189,575.44	8,569.53	1,276,592.85
26	1.96	9,557,154.02	18,732.02	4,431,601.93	108,616,198.83	8,432.95	1,268,023.32
27	1.99	9,538,422.00	18,981.46	4,294,093.19	104,184,596.90	8,296.35	1,259,590.37
28	2.03	9,519,440.54	19,324.46	4,160,726.16	99,890,503.71	8,200.27	1,251,294.02
29	2.08	9,500,116.08	19,760.24	4,031,339.70	95,729,777.54	8,140.96	1,243,093.75
30	2.13	9,480,355.84	20,193.16	3,905,781.08	91,698,437.84	8,077.00	1,234,952.79
31	2.19	9,460,162.68	20,717.76	3,783,943.46	87,792,656.76	8,045.47	1,226,875.79
32	2.25	9,439,444.92	21,238.75	3,665,686.04	84,008,713.30	8,007.57	1,218,830.32
33	2.32	9,418,206.17	21,850.24	3,550,910.92	80,343,027.26	7,998.17	1,210,822.75
34	2.40	9,396,355.93	22,551.25	3,439,488.17	76,792,116.33	8,014.34	1,202,824.58
35	2.51	9,373,804.68	23,528.25	3,331,294.56	73,352,628.17	8,118.01	1,194,810.24
36	2.64	9,350,276.43	24,684.73	3,226,148.55	70,021,333.61	8,268.96	1,186,692.23
37	2.80	9,325,591.70	26,111.66	3,123,914.10	66,795,185.06	8,492.19	1,178,423.27
38	3.01	9,299,480.04	27,991.43	3,024,434.11	63,671,270.97	8,838.39	1,169,931.08
39	3.25	9,271,488.61	30,132.34	2,927,505.40	60,646,836.85	9,237.27	1,161,092.68
40	3.53	9,241,356.27	32,621.99	2,833,000.98	57,719,331.45	9,709.22	1,151,855.41
41	3.84	9,208,734.28	35,361.54	2,740,777.17	54,886,330.47	10,218.04	1,142,146.19
42	4.17	9,173,372.74	38,252.96	2,650,730.67	52,145,553.29	10,731.60	1,131,928.15
43	4.53	9,135,119.78	41,382.09	2,562,793.32	49,494,822.62	11,271.31	1,121,196.55
44	4.92	9,093,737.68	44,741.19	2,476,877.54	46,932,029.30	11,831.30	1,109,925.23

**CSO 1958 Tabla de Mortalidad-Continuación**

<b>Edad</b>	<b>1000*qx</b>	<b>lx</b>	<b>dx</b>	<b>Dx</b>	<b>Nx</b>	<b>Cx</b>	<b>Mx</b>
45	5.35	9,048,996.50	48,412.13	2,392,904.18	44,455,151.76	12,429.16	1,098,093.93
46	5.83	9,000,584.36	52,473.41	2,310,778.78	42,062,247.58	13,079.46	1,085,664.77
47	6.36	8,948,110.96	56,909.99	2,230,395.09	39,751,468.80	13,772.15	1,072,585.32
48	6.95	8,891,200.97	61,793.85	2,151,659.97	37,521,073.71	14,518.48	1,058,813.17
49	7.60	8,829,407.12	67,103.49	2,074,471.78	35,369,413.74	15,306.78	1,044,294.68
50	8.32	8,762,303.63	72,902.37	1,998,743.49	33,294,941.96	16,145.19	1,028,987.90
51	9.11	8,689,401.26	79,160.45	1,924,382.47	31,296,198.46	17,020.51	1,012,842.71
52	9.96	8,610,240.82	85,758.00	1,851,311.99	29,371,815.99	17,902.01	995,822.20
53	10.89	8,524,482.82	92,831.62	1,779,488.27	27,520,504.00	18,814.20	977,920.20
54	11.90	8,431,651.20	100,336.65	1,708,844.32	25,741,015.73	19,742.96	959,105.99
55	13.00	8,331,314.55	108,307.09	1,639,329.19	24,032,171.41	20,690.56	939,363.04
56	14.21	8,223,007.46	116,848.94	1,570,891.18	22,392,842.22	21,672.20	918,672.47
57	15.54	8,106,158.53	125,969.70	1,503,464.87	20,821,951.04	22,683.34	897,000.28
58	17.00	7,980,188.82	135,663.21	1,436,991.29	19,318,486.17	23,717.33	874,316.93
59	18.59	7,844,525.61	145,829.73	1,371,419.84	17,881,494.88	24,752.13	850,599.60
60	20.34	7,698,695.88	156,591.47	1,306,723.44	16,510,075.04	25,804.62	825,847.47
61	22.24	7,542,104.41	167,736.40	1,242,858.92	15,203,351.60	26,836.10	800,042.85
62	24.31	7,374,368.01	179,270.89	1,179,823.05	13,960,492.68	27,846.11	773,206.75
63	26.57	7,195,097.12	191,173.73	1,117,613.15	12,780,669.64	28,830.08	745,360.64
64	29.04	7,003,923.39	203,393.94	1,056,231.23	11,663,056.48	29,779.57	716,530.56
65	31.75	6,800,529.45	215,916.81	995,687.65	10,606,825.25	30,692.31	686,750.99
66	34.74	6,584,612.64	228,749.44	935,994.72	9,611,137.60	31,569.38	656,058.68
67	38.04	6,355,863.20	241,777.04	877,163.37	8,675,142.88	32,395.43	624,489.30
68	41.68	6,114,086.17	254,835.11	819,219.49	7,797,979.51	33,150.55	592,093.87
69	45.61	5,859,251.05	267,240.44	762,208.17	6,978,760.02	33,751.76	558,943.32
70	49.79	5,592,010.61	278,426.21	706,256.17	6,216,551.85	34,140.29	525,191.56
71	54.15	5,313,584.40	287,730.60	651,545.32	5,510,295.67	34,253.57	491,051.27
72	58.65	5,025,853.81	294,766.33	598,314.70	4,858,750.35	34,069.08	456,797.70
73	63.26	4,731,087.48	299,288.59	546,818.97	4,260,435.65	33,584.24	422,728.61
74	68.12	4,431,798.89	301,894.14	497,307.97	3,713,616.68	32,889.92	389,144.37
75	73.37	4,129,904.75	303,011.11	449,933.35	3,216,308.71	32,050.11	356,254.45
76	79.18	3,826,893.64	303,013.44	404,778.39	2,766,375.37	31,116.85	324,204.35
77	85.70	3,523,880.20	301,996.53	361,871.88	2,361,596.98	30,109.15	293,087.50
78	93.06	3,221,883.67	299,828.49	321,222.77	1,999,725.10	29,022.32	262,978.35
79	101.19	2,922,055.17	295,682.76	282,844.45	1,678,502.33	27,787.41	233,956.03
80	109.98	2,626,372.41	288,848.44	246,818.85	1,395,657.88	26,354.50	206,168.62
81	119.35	2,337,523.97	278,983.49	213,275.45	1,148,839.03	24,713.03	179,814.12
82	129.17	2,058,540.49	265,901.67	182,350.51	935,563.57	22,868.17	155,101.09
83	139.38	1,792,638.81	249,858.00	154,171.16	753,213.06	20,862.50	132,232.92
84	150.01	1,542,780.81	231,432.55	128,818.24	599,041.90	18,761.19	111,370.42
85	161.14	1,311,348.26	211,310.66	106,305.06	470,223.66	16,631.07	92,609.23
86	172.82	1,100,037.60	190,108.50	86,577.73	363,918.60	14,526.57	75,978.16
87	185.13	909,929.11	168,455.18	69,529.48	277,340.87	12,497.08	61,451.59
88	198.25	741,473.93	146,997.21	55,007.27	207,811.38	10,587.56	48,954.51
89	212.46	594,476.72	126,302.52	42,817.55	152,804.11	8,832.06	38,366.95
90	228.14	468,174.20	106,809.26	32,738.39	109,986.56	7,251.39	29,534.89

**CSO 1958 Tabla de Mortalidad-Continuación**

<b>Edad</b>	<b>1000*qx</b>	<b>lx</b>	<b>dx</b>	<b>Dx</b>	<b>Nx</b>	<b>Cx</b>	<b>Mx</b>
91	245.77	361,364.94	88,812.66	24,533.45	77,248.17	5,853.97	22,283.50
92	265.93	272,552.28	72,479.83	17,964.91	52,714.73	4,638.26	16,429.53
93	289.30	200,072.45	57,880.96	12,803.40	34,749.81	3,596.14	11,791.27
94	316.66	142,191.49	45,026.36	8,834.35	21,946.41	2,716.00	8,195.13
95	351.24	97,165.13	34,128.28	5,861.03	13,112.06	1,998.67	5,479.13
96	400.56	63,036.85	25,250.04	3,691.65	7,251.03	1,435.66	3,480.46
97	488.42	37,786.81	18,455.83	2,148.47	3,559.38	1,018.79	2,044.80
98	668.15	19,330.98	12,915.99	1,067.10	1,410.91	692.22	1,026.01
99	1000.00	6,414.98	6,414.98	343.80	343.80	333.79	333.79

**ANEXO No. 3 Tabla II**  
**Tabla de Conmutados 1958 CSO 3%, dos Vidas en Conjunto (35:30)**

Edad	Dx:y,35:30	Nx:y,35:30	Sx:y,35:30	Cx:y,35:30	Mx:y,35:30	Rx:y,35:30
0	369437716828	7661977713512	118165602839344	1562146,223.641	146271920828	4220170348448
1	357115248755	7292539996684	110503625125832	1558480,450.914	144709774,605	4073898427620
2	345155353292	6935424747929	103211085129148	1563131,789.615	143151294,154	3929188653016
3	333539152960	6590269394637	96275660381219	1578377,217.880	141588162,364	3786037358862
4	322246043131	6256730241678	89685390986582	1606095,772.465	140009785,146	3644449196498
5	311254140277	5934484198546	83428660744905	1641754,535.695	138403689,374	3504439411352
6	300546731170	5623230058269	77494176546358	1684245,644.420	136761934,838	3366035721978
7	290108697240	5322683327098	71870946488089	1732509,761.780	135077689,194	3229273787140
8	279926419597	5032574629859	66548263160991	1782830,168.102	133345179,432	3094196097947
9	269990392742	4752648210262	61515688531132	1842390,770.037	131562349,264	2960850918515
10	260284204125	4482657817520	56763040320870	1907153,207.488	129719958,494	2829288569251

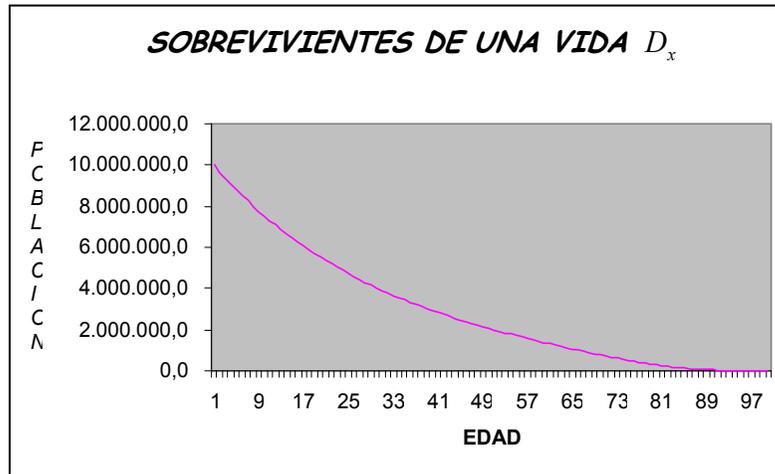
**ANEXO No. 4 Tabla III**  
**Tabla de Conmutados 1958 CSO 3%, dos Vidas en Conjunto (22:20)**

Edad	Dx:y,22:20	Nx:y,22:20	Sx:y,22:20	Cx:y,22:20	Mx:y,22:20	Rx:y,22:20
0	542463746330	12992682483875	239778276357445	1773372,867.770	164035575471	6008808187434
1	524890458521	12450218737545	226785593873570	1771880,772.547	162262202,603	5844772611964
2	507830506141	11925328279024	214335375136025	1763505,971.422	160490321,830	5682510409361
3	491275820379	11417497772883	202410046857002	1739343,726.526	158726815,859	5522020087531
4	475227472175	10926221952503	190992549084119	1714761,580.723	156987472,132	5363293271672
5	459671133735	10450994480328	180066327131616	1689810,532.460	155272710,552	5206305799540
6	444592843579	9991323346593	169615332651288	1660229,933.815	153582900,019	5051033088988
7	429983307522	9546730503013	159624009304695	1634839,658.767	151922670,085	4897450188969
8	415824682207	9116747195491	150077278801682	1609212,129.815	150287830,427	4745527518884
9	402104071567	8700922513284	140960531606191	1583387,884.400	148678618,297	4595239688457
10	388808914607	8298818441718	132259609092907	1564939,875.957	147095230,412	4446561070160

**NOTA:** Las Tablas II y III son variadas dependerá de las edades involucradas en la ejecución del programa.

## ANEXO No. 5

### Gráfico 1



### Gráfico 2

