

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL



**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICAS**

PROYECTO DE TITULACIÓN

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

“MAGÍSTER EN SEGUROS Y RIESGOS FINANCIEROS”

TEMA:

CONSTRUCCIÓN DE TABLAS DE MORTALIDAD PARA LA
REGIÓN SIERRA DEL ECUADOR 2010. UN ANÁLISIS DE
SUPERVIVENCIA DE LA POBLACIÓN.

AUTOR:

MARIO DAVID SOLÓRZANO CARVAJAL

Guayaquil - Ecuador

2016

DEDICATORIA

A mis familiares, en especial a mis padres y abuelos, por su apoyo incondicional en todas las etapas de mi vida.

AGRADECIMIENTO

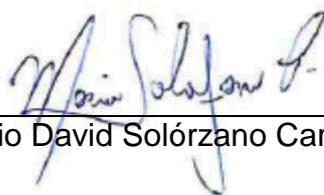
A Dios, quien me dio la fortaleza y perseverancia para culminar este ciclo de mi vida.

A las personas que formaron parte de mi formación en esta maestría: profesores, compañeros de clases y al personal administrativo.

A mi director de este proyecto por ser la guía para finalizar este trabajo de graduación.

DECLARACIÓN EXPRESA

La responsabilidad por los hechos y doctrinas expuestas en este Proyecto de Graduación, me corresponde exclusivamente; el patrimonio intelectual del mismo, corresponde exclusivamente a la **Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas, Departamento de Matemáticas** de la Escuela Superior Politécnica del Litoral.



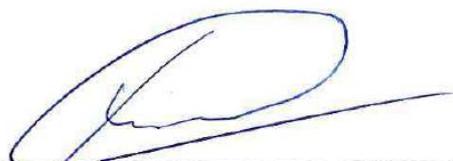
Mario David Solórzano Carvajal

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



Máster Dalton Noboa Macías

Presidente



Francisco Vera Alcivar, Ph.D.

Director



Máster Marion Manyá Orellana

Vocal

AUTOR DEL PROYECTO



Mario David Solórzano Carvajal

ÍNDICE GENERAL

PRESENTACIÓN.....	xii
CAPÍTULO 1	1
GENERALIDADES DE LA INVESTIGACIÓN	1
1.1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.3. OBJETIVO GENERAL.....	2
1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	2
1.5. ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN	2
1.6. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
1.7. HIPÓTESIS	4
CAPÍTULO 2	5
MARCO TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN	5
2.1. REGRESIÓN LOGÍSTICA	5
2.1.1. DEFINICIÓN DEL MODELO LOGÍSTICO	6
2.1.2. TRANSFORMACIÓN LOGIT DEL MODELO.....	7
2.1.3. ESTIMACIÓN DEL MODELO LOGÍSTICO	8
2.1.4. ODDS RATIO.....	10
2.1.5. INFERENCIAS SOBRE LOS PARÁMETROS	12
2.2. TABLAS DE MORTALIDAD	15
2.2.1. FUNCIÓN DE SUPERVIVENCIA.....	16
2.2.2. SUPUESTOS EN UNA TABLA DE MORTALIDAD.....	17
2.2.3. TIPOS DE TABLAS DE MORTALIDAD	18
2.2.4. CONSTRUCCIÓN DE UNA TABLA DE MORTALIDAD.....	19
CAPÍTULO 3	23
RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	23
3.1. FUENTES DE DATOS.....	23
3.2. ANÁLISIS DESCRIPTIVO	24
3.3. FACTORES QUE INCIDEN EN LA SUPERVIVENCIA	27
3.3.1 MODELO LOGÍSTICO: EDAD Y SEXO.....	34
3.3.2 MODELO LOGÍSTICO: EDAD Y AREA	36
3.3.3 MODELO LOGÍSTICO ADITIVO: SEXO + ÁREA	40
3.3.4 MODELO CON INTERACCIÓN: SEXO + ÁREA	42

3.4. TABLAS DE MORTALIDAD	46
3.4.3 PROBABILIDAD DE FALLECER	56
3.4.4 ESPERANZA DE VIDA	58
3.5. COMPARACIÓN CON OTRAS REGIONES DEL ECUADOR.....	59
CAPÍTULO 4	61
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	61
4.1. CONCLUSIONES	61
4.2. RECOMENDACIONES.....	62
BIBLIOGRAFÍA	63
ANEXOS	66

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO 1. PROPORCIÓN DE HABITANTES REGIÓN SIERRA POR SEXO Y ÁREA DE RESIDENCIA	24
CUADRO 2. TASA ESPECIFICA DE FALLECIMIENTOS POR CADA MIL HABITANTES POR SEXO Y ÁREA.....	25
CUADRO 3. ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS PARA LA EDAD.....	25
CUADRO 4. TASA ESPECIFICA DE FALLECIMIENTOS POR CADA MIL HABITANTES POR EDAD	26
CUADRO 5. PIRÁMIDE POBLACIONAL SEGÚN EDAD, SEXO Y ÁREA DE RESIDENCIA	27
CUADRO 6. GRÁFICO PROBABILIDAD SUPERVIVENCIA POR EDAD	28
CUADRO 7. TRANSFORMACIÓN LOGIT PROBABILIDAD DE SUPERVIVENCIA	28
CUADRO 8. MODELO: PROBABILIDAD SUPERVIVENCIA ~ EDAD (2 COMPONENTES LINEALES).....	29
CUADRO 9. MODELO: PROBABILIDAD SUPERVIVENCIA ~ EDAD (2 COMPONENTES CUADRÁTICAS)	30
CUADRO 10. MODELO: PROBABILIDAD SUPERVIVENCIA ~ EDAD (5 COMPONENTES LINEALES).....	30
CUADRO 11. GRÁFICOS ESCALA LOGIT: ESTADO DE SUPERVIVENCIA ~ EDAD	31
CUADRO 12 GRÁFICOS ESCALA PROBABILIDAD: ESTADO DE SUPERVIVENCIA ~ EDAD	32
CUADRO 13. SELECCIÓN DE MODELO MEDIANTE CRITERIOS AIC, BIC Y DEVIANZA	33
CUADRO 14. MODELO LOGÍSTICO: ESTADO DE SUPERVIVENCIA~ EDAD + SEXO	34
CUADRO 15. GRÁFICOS: ESTADO DE SUPERVIVENCIA ~ EDAD + SEXO	35

CUADRO 16. ODDS RATIO: ESTADO DE SUPERVIVENCIA ~ EDAD + SEXO	36
CUADRO 17. MODELO LOGÍSTICO: ESTADO DE SOBREVIVENCIA ~ EDAD + ÁREA	37
CUADRO 18. GRÁFICOS: ESTADO DE SUPERVIVENCIA ~ EDAD + ÁREA	38
CUADRO 19. ODDS RATIO: ESTADO DE SUPERVIVENCIA ~ EDAD + ÁREA	39
CUADRO 20. MODELO LOGÍSTICO: ESTADO DE SUPERVIVENCIA ~ EDAD+ PROVINCIA+ ÁREA.....	40
CUADRO 21. GRÁFICOS: ESTADO DE SUPERVIVENCIA ~ EDAD + SEXO + ÁREA	41
CUADRO 22. ODDS RATIO: ESTADO SUPERVIVENCIA ~ EDAD + SEXO + ÁREA	42
CUADRO 23. MODELO LOGÍSTICO: ESTADO DE SUPERVIVENCIA ~ EDAD+ SEXO + ÁREA	43
CUADRO 24. GRÁFICOS: ESTADO DE SUPERVIVENCIA ~ EDAD + SEXO + ÁREA + SEXO*ÁREA	44
CUADRO 25. ODDS RATIO: ESTADO SUPERVIVENCIA ~ EDAD + SEXO + ÁREA + SEXO*ÁREA	45
CUADRO 26. GRÁFICO DE INTERACCIÓN ENTRE SEXO Y ÁREA DE RESIDENCIA	46
CUADRO 27. TABLA DE MORTALIDAD GENERAL PARA LA REGIÓN SIERRA - ECUADOR 2010.....	47
CUADRO 28. TABLA DE MORTALIDAD PARA LA REGIÓN SIERRA - ECUADOR 2010 (SEXO = HOMBRE)	48
CUADRO 29. TABLA DE MORTALIDAD PARA LA REGIÓN SIERRA - ECUADOR 2010 (SEXO = MUJER)	49
CUADRO 30. TABLA DE MORTALIDAD PARA LA REGIÓN SIERRA - ECUADOR 2010 (ÁREA= URBANA)	50
CUADRO 31. TABLA DE MORTALIDAD PARA LA REGIÓN SIERRA - ECUADOR 2010 (ÁREA= RURAL)	51
CUADRO 32. TABLA DE MORTALIDAD PARA LA REGIÓN SIERRA - ECUADOR 2010 (HOMBRE URBANA)	52
CUADRO 33. TABLA DE MORTALIDAD PARA LA REGIÓN SIERRA - ECUADOR 2010 (HOMBRE RURAL)	53

CUADRO 34. TABLA DE MORTALIDAD PARA LA REGIÓN SIERRA - ECUADOR 2010 (MUJER URBANA).....	54
CUADRO 35. TABLA DE MORTALIDAD PARA LA REGIÓN SIERRA - ECUADOR 2010 (MUJER RURAL)	55
CUADRO 36. PROBABILIDAD DE FALLECER SEGÚN SEXO, ÁREA E INTERACCIÓN	57
CUADRO 37. ESPERANZA DE VIDA SEGÚN SEXO, ÁREA E INTERACCIÓN	58

ABREVIATURAS O SIGLAS

INEC	Instituto Nacional de Estadística y Censos
SC	Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros
CELADE	Centro Latinoamericano y Caribeño de Demografía
OR	Odds Ratio
LRT	Prueba de la razón de verosimilitud
ET	Error Estándar

PRESENTACIÓN

El presente estudio fue realizado como trabajo final de graduación previo a la obtención del título de Magíster en Seguros y Riesgos Financieros, segunda promoción de la maestría en Seguros y Riesgos Financieros perteneciente a la Facultad de Ciencias Naturales Y Matemáticas de la ESPOL. Esta investigación se centra en la construcción de tablas de mortalidad por cada año de vida (no agrupado), para la población de la región Sierra del Ecuador. Se toman en cuenta varias subpoblaciones generadas a partir de las variables sexo y área de residencia del informante; a las cuales se les realiza un análisis comparativo para determinar si existe alguna diferencia significativa en cuanto a la probabilidad de supervivencia entre subpoblaciones.

Los datos a utilizar fueron proporcionados por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos y corresponden a los registros del VII Censo de Población realizado en el año 2010 en el Ecuador, las defunciones y nacimientos del año 2010.

El análisis comparativo de la supervivencia se lo realiza a través de modelos de regresión logística siendo la probabilidad de supervivencia la variable a explicar en los modelos, en función de la edad y el resto de variables categóricas de segmentación. Las tablas de mortalidad son construidas utilizando el método actuarial clásico para edades individuales.

Este documento se divide en cuatro capítulos, el primero corresponde a las generalidades del estudio, en el segundo capítulo se define la base teórica con la que se realizaron los cálculos, el tercer capítulo recoge los resultados obtenidos para la población de la región Sierra, y el último capítulo presenta las conclusiones a la investigación realizada.

CAPÍTULO 1

GENERALIDADES DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. INTRODUCCIÓN

La mortalidad es una de las variables básicas a ser tomadas en cuenta en cualquier análisis demográfico que se pretende realizar a alguna cohorte poblacional. Comúnmente, el estudio de la mortalidad se lo realiza a través del cálculo de tablas de mortalidad, la cual es una tabla donde se registra por edad o grupo de edades, las probabilidades de fallecimiento de cada grupo, y a partir de estas probabilidades, la esperanza de vida como medida del promedio de años que le resta por vivir a un individuo de acuerdo a su edad. De aquí que, estas tablas son de gran utilidad en el mercado de los seguros como sustento para el cálculo de primas de sus asegurados, así también para el análisis de diversos estudios de población en el ámbito social y económico.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En Ecuador, a partir de Septiembre de 2015 el ente que regula las actividades del sector asegurador es la Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros (SC), y actualmente las tablas de mortalidad que se encuentran autorizadas para el ramo de seguros de vida y para las rentas son tablas de origen norteamericano, factor por el cual el uso de las mismas pierde validez en Ecuador, adicionalmente la Superintendencia también permite a cada aseguradora trabajar con su propia tabla de vida, siempre y cuando esta sea aprobada por el ente regulador. En virtud de estos hechos, en el presente proyecto se plantea la creación de tablas de mortalidad a partir de datos de la población ecuatoriana tomados del

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. Adicionalmente, previo a la construcción de las tablas se realizará un análisis de la influencia de ciertas características demográficas en la mortalidad de las personas, para luego en base a las evidencias encontradas determinar las tablas de mortalidad segmentadas por aquellas características de mayor influencia en los datos.

Cabe destacar que el presente trabajo forma parte de una investigación en grupo donde se plantea la misma problemática a diferentes regiones del Ecuador, a saber, la región Costa, Sierra y Oriente. Cada una de estas regiones fue analizada en un trabajo de graduación en particular.

1.3. OBJETIVO GENERAL

Construir tablas de mortalidad segmentadas por las características más influyentes en la supervivencia de la población perteneciente a la región Sierra del Ecuador.

1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Determinar si el sexo y el área de residencia de los habitantes incrementan o disminuyen la probabilidad de supervivencia de la población;
- b) Estimar la función de supervivencia para cada una de las categorías de las variables sexo y área de residencia;
- c) Calcular la probabilidad de supervivencia por características demográficas; y,
- d) Calcular la esperanza de vida por edad para cada subpoblación.

1.5. ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN

En esta investigación se ha tomado en cuenta para el análisis, las características de los habitantes de la región Sierra del Ecuador que fueron entrevistados durante el VII censo de población realizado en el año 2010 por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), además de los habitantes de esta región que fallecieron durante Diciembre de

2010 a Noviembre de 2011, de acuerdo a los datos de defunciones provistas por el INEC y los nacimientos.

1.6. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Para la realización de este proyecto se ha revisado material bibliográfico de estudios relacionados con la construcción de tablas de mortalidad en el país, así como el uso de técnicas para determinar la influencia de ciertos factores en la mortalidad. De entre el material revisado destaca el trabajo de Capa y Lara quienes en el 2004, construyeron tablas de mortalidad para el Ecuador utilizando los datos del censo 2001, estadísticas del número de nacidos vivos y de las defunciones para los años 2000, 2001 y 2002. De manera similar en el año 2011 Idrovo y Zavala en un estudio para implementar las tablas de mortalidad para uso de las empresas de seguros de vida en el Ecuador, construyeron una tabla de mortalidad utilizando datos del censo del año 2001 y estadísticas vitales luego de la cual se realizaron estimaciones de primas para seguros de vida, entre los hallazgos más relevantes encontraron que la esperanza de vida para la mujer ecuatoriana es mayor que la del hombre ecuatoriano.

Respecto al uso de modelos para la estimación de supervivencia para determinar si un factor incide en la mortalidad de un individuo, existen varios métodos de estimación, entre los que están el uso de la regresión Cox y la regresión logística. Para regresión Cox, en 2008 los autores Palme y Sandgren publicaron un artículo en el Journal of the European Economic Association, donde se modela la relación que existe entre la mortalidad de una cohorte de individuos nacidos en Suecia en el año 1928 y el ingreso de sus padres durante los primeros cinco años de vida, su nivel de instrucción, entre otros. Para la estimación se utilizó el modelo de regresión Cox y el análisis de Kaplan Meier encontrándose que existe una relación entre el ingreso de los padres y la mortalidad de la cohorte analizada.

En cuanto al uso de la regresión logística, existen varios artículos relacionados a verificar los factores que inciden en la mortalidad, de manera especial la mortalidad neonatal. En el año 2015 la revista nutrición hospitalaria publicó un artículo acerca de los factores sociodemográficos y seguimiento prenatal asociados a la mortalidad perinatal en gestantes de Colombia. Para el estudio se tomaron en cuenta factores como el sexo del recién nacido, la región geográfica, el nivel socioeconómico de la madre, el seguimiento prenatal, entre otros. Llegando a la conclusión general mediante la aplicación de modelos logísticos simples y múltiples que las variables sociodemográficas influyen en la mortalidad.

El análisis comparativo de la supervivencia se lo realizará a través de modelos de regresión logística siendo la probabilidad de supervivencia la variable a explicar en los modelos, en función de la edad y el resto de variables categóricas de segmentación. Las tablas de mortalidad serán construidas utilizando el método actuarial clásico para edades individuales.

1.7. HIPÓTESIS

Del análisis a realizar se plantean las siguientes hipótesis:

- a) La esperanza de vida al nacer de la mujer es mayor que la del hombre.
- b) Ser mujer aumentará la probabilidad de supervivencia en relación a ser hombre.
- c) Vivir en el área urbana de la ciudad, incrementará la esperanza de vida de las personas.
- d) La esperanza de vida de un habitante del área urbana no se ve influenciada por el sexo.

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. REGRESIÓN LOGÍSTICA

Para realizar el análisis de la función de supervivencia de los datos correspondientes a la región Sierra del Ecuador, se pretende modelar esta función en términos de la variable Edad y las variables categóricas: sexo, área y provincia de residencia, es decir, un modelo cuya estructura general viene dada por la siguiente expresión:

$$Y = E[Y] + \varepsilon \quad (2.1)$$

Donde Y , la variable a ser explicada en esta investigación es la función de supervivencia, y $E[Y]$ es el valor esperado calculado a partir de la combinación de las variables de explicación, en este caso los factores que se consideran influyentes a la probabilidad de supervivencia.

Dado que la función de supervivencia, es una función cuyo rango está definido en el intervalo comprendido de 0 a 1, el uso de un modelo de regresión logística lineal, no sería aplicable en este tipo de modelo debido, entre otras cosas al supuesto que $\varepsilon \sim N(0, \sigma^2)$ ya que esto permitiría al modelo estimar valores que no se encuentren dentro del intervalo $[0,1]$, además, no se cumple el supuesto de homocedasticidad o varianza constante (Fahrmeir et al., 2013) [7].

Bajo estas circunstancias se plantea como método de modelación de la función de supervivencia, la utilización de un modelo de regresión no

lineal, cuya variable a ser explicada tome valores entre [0,1], siendo este, el modelo de regresión logística.

En esta sección se definirá y se dará a conocer el marco teórico con el que se estima un modelo de regresión logística, además se definirá los términos odd y odd ratio, como medidas de comparación entre categorías de variables.

2.1.1. DEFINICIÓN DEL MODELO LOGÍSTICO

Sea Y_1, Y_2, \dots, Y_n una muestra tomada de una población Bernoulli con parámetro p , es decir $Y_i \sim Be(p)$. Además, sean los vectores de variables de explicación $X_{i \times k}$ la matriz que contenga la muestra tomada de las k variables de explicación del modelo tal que:

$$X_{k \times 1} = \begin{bmatrix} 1 \\ X_1 \\ X_2 \\ \vdots \\ X_{k-1} \end{bmatrix} \Rightarrow X_{i \times k} = \begin{bmatrix} 1 \\ X_{i1} \\ X_{i2} \\ \vdots \\ X_{i,k-1} \end{bmatrix}; i = 1, 2, \dots, n \quad (2.2)$$

Donde en la expresión 2.2 se asume que las observaciones son constantes conocidas. Adicionalmente se define el vector de parámetros $\beta_{k \times 1}$:

$$\beta_{k \times 1} = \begin{bmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \\ \beta_2 \\ \vdots \\ \beta_{k-1} \end{bmatrix} \quad (2.3)$$

De tal manera que tendríamos:

$$X_i \cdot \beta = \beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \dots + \beta_{k-1} X_{i,k-1} \quad (2.4)$$

Con esta notación definimos el modelo de regresión logística múltiple según (Kutner et al., 2005) [21]:

$$E[Y_i] = p_i = \frac{e^{(X_i'\beta)}}{1 + e^{(X_i'\beta)}} \quad (2.5)$$

Cabe destacar que la expresión 2.4 proviene de la definición de la función logística lo que permite que el valor estimado de Y sea un valor acotado dentro del intervalo $[0,1]$. El modelo de regresión (2.4) descrito pertenece a una clase de modelos conocidos como Modelos Lineales Generalizados, mismos que fueron formulados por John Nelder y Robert Wedderburn en el artículo “*Generalized Linear Models*” publicado en el año 1972. Estos modelos están definidos por tres componentes:

1. Una componente aleatoria que define la distribución de probabilidad de la variable a ser explicada.
2. Un componente sistemático, que especifica la función lineal de la combinación de variables de explicación.
3. La función de enlace, la cual relaciona la combinación lineal de las variables de explicación y el valor esperado de la variable a ser explicada.

Para el caso de regresión logística la componente uno es la distribución binomial con media np y varianza $np(1-p)$. El segundo componente es la parte lineal del modelo es decir $X'\beta$, y finalmente la función de enlace conocida como logit, (Wilson y Lorenz, 2015)[4].

2.1.2. TRANSFORMACIÓN LOGIT DEL MODELO

La transformación logit del modelo de regresión logística está definida como **logit p**, es igual a

$$\log_e \left(\frac{np}{n-np} \right) = \log_e \left(\frac{p}{1-p} \right) \quad (2.6)$$

Aplicando esta transformación al valor esperado del modelo definido en la expresión (2.5), el resultado es:

$$\log_e \left(\frac{p}{1-p} \right) = \log_e \left(\frac{\frac{e^{(\mathbf{X}'\boldsymbol{\beta})}}{1+e^{(\mathbf{X}'\boldsymbol{\beta})}}}{1-\frac{e^{(\mathbf{X}'\boldsymbol{\beta})}}{1+e^{(\mathbf{X}'\boldsymbol{\beta})}}} \right) \quad (2.6)$$

Realizando las simplificaciones algebraicas correspondientes a la expresión (2.6), el logit p o predictor lineal queda definido como:

$$\log_e \left(\frac{p}{1-p} \right) = \mathbf{X}'\boldsymbol{\beta} \quad (2.7)$$

2.1.3. ESTIMACIÓN DEL MODELO LOGÍSTICO

Entre los métodos mayormente utilizados para la estimación de los parámetros de un modelo matemático en particular, según Kutner et al. (2005) [21], destacan dos, la estimación por máxima verosimilitud y la estimación por mínimos cuadrados. De los dos, el mayormente conocido es el método de mínimos cuadrados, ya que este es el que comúnmente se utiliza en la estimación de los parámetros para los modelos de regresión lineales simples o múltiples. Tanto la estimación por máxima verosimilitud y la estimación por mínimos cuadrados generan los mismos resultados para el análisis de regresión lineal cuando se asume que la variable a ser explicada sigue una distribución normal.

Para el caso de la estimación de modelos no lineales, en particular el modelo de regresión logística, el método de máxima verosimilitud se aplica tan bien como en la estimación para modelos lineales, a diferencia del método de mínimos cuadrados el cual no se aplica a este tipo de modelos. Cabe destacar además, que el método de estimación de máxima verosimilitud se popularizó gracias a los avances tecnológicos en el ámbito computacional, los cuales hicieron posibles los cálculos necesarios para la estimación por este método.

Anteriormente el método utilizado para la estimación del modelo logístico era mediante el uso de la función de análisis discriminante, con la restricción de que para realizar esta estimación, las variables de explicación no podían ser categóricas. De aquí que en líneas posteriores se explicará la estimación del modelo logístico por medio del método de máxima verosimilitud.

Para definir la función de verosimilitud, partimos de la definición de la distribución conjunta de n observaciones independientes Y_1, Y_2, \dots, Y_n , donde cada una sigue una distribución de probabilidad aleatoria Bernoulli con parámetro p . Dado que las observaciones son independientes, definimos la distribución conjunta como la multiplicación de sus marginales como se muestra a continuación (Kutner et al., 2005) [21]:

$$f(Y_1, \dots, Y_n) = \prod_{i=1}^n f_i(Y_i) = \prod_{i=1}^n p_i^{Y_i} (1-p_i)^{1-Y_i}$$

(2.8)

Dado que lo que se busca es maximizar la función de verosimilitud, resulta más sencillo trabajar con el logaritmo de la distribución conjunta de los datos:

$$\begin{aligned} \log_e f(Y_1, \dots, Y_n) &= \log_e \prod_{i=1}^n p_i^{Y_i} (1-p_i)^{1-Y_i} \\ &= \sum_{i=1}^n [Y_i \log_e p_i + (1-Y_i) \log_e (1-p_i)] \\ &= \sum_{i=1}^n \left[Y_i \log_e \left(\frac{p_i}{1-p_i} \right) \right] + \sum_{i=1}^n \log_e (1-p_i) \end{aligned} \quad \text{(2.9)}$$

Utilizando la transformación logit definida en (2.7), dentro de la expresión (2.9), podemos expresar la función de la siguiente manera:

$$\log_e f(Y_1, \dots, Y_n) = \sum_{i=1}^n [Y_i(\mathbf{X}_i' \boldsymbol{\beta})] - \sum_{i=1}^n \log_e (1 + e^{\mathbf{X}_i' \boldsymbol{\beta}}) \quad (2.10)$$

A partir de esto definimos la función de verosimilitud en términos de los parámetros:

$$\log_e L(\boldsymbol{\beta}) = \sum_{i=1}^n [Y_i(\mathbf{X}_i' \boldsymbol{\beta})] - \sum_{i=1}^n \log_e (1 + e^{\mathbf{X}_i' \boldsymbol{\beta}}) \quad (2.11)$$

Esta ecuación, es la distribución conjunta en términos de los parámetros. Algebraicamente la expresión (2.10) y (2.11) son lo mismo, la diferencia radica en que en la función de verosimilitud los valores de Y_i se fijan, es decir ya fueron observados y en este caso varían los parámetros.

Debido a que la estimación de los parámetros que maximizan la función de verosimilitud para el modelo logístico se encuentra implícita en la ecuación, es decir, no se puede encontrar una expresión para calcular el máximo de manera directa, es necesario la utilización de métodos numéricos para su resolución, de tal manera que la estimación de la función de respuesta logística se puede expresar como:

$$\hat{p}_i = \frac{e^{(\mathbf{X}_i' \mathbf{b})}}{1 + e^{(\mathbf{X}_i' \mathbf{b})}} \quad (2.12)$$

Donde,

$$\mathbf{X}_i' \mathbf{b} = b_0 + b_1 X_{i1} + \dots + b_{k-1} X_{i,k-1} \quad (2.13)$$

2.1.4. ODDS RATIO

Una vez que se ha realizado la estimación de los parámetros del modelo de regresión logística, es necesario realizar la interpretación de los coeficientes b_i estimados, tomando en cuenta que la interpretación de los mismos no es tan sencilla

como la del modelo de regresión lineal. La razón es debido a que el efecto que ocasiona el incremento de una unidad de la variable de explicación X_i varía para el modelo de regresión logística de acuerdo a la ubicación del punto de partida en la escala de X_i . Una forma de interpretar b_i es mediante la estimación de los odds y la propiedad de que estos son multiplicados por e^{b_i} debido a cada incremento de una unidad de X_i , (Kutner et al.,2005) [21].

Para verificar esta interpretación, partimos de la transformación logit del modelo de regresión simple de respuesta:

$$\log_e \left(\frac{\hat{p}(X_i)_i}{1 - \hat{p}(X_i)_i} \right) = b_0 + b_1 X_i \quad (2.14)$$

También consideramos la transformación en el caso que la variable de explicación incrementa en una unidad.

$$\log_e \left(\frac{\hat{p}(X_i + 1)_i}{1 - \hat{p}(X_i + 1)_i} \right) = b_0 + b_1 (X_i + 1) \quad (2.15)$$

Al calcular la diferencia entre estos dos valores:

$$\log_e \left(\frac{\hat{p}(X_i + 1)_i}{1 - \hat{p}(X_i + 1)_i} \right) - \log_e \left(\frac{\hat{p}(X_i)_i}{1 - \hat{p}(X_i)_i} \right) = b_1 \quad (2.16)$$

Ahora dado que $odd = \left(\frac{\hat{p}}{1 - \hat{p}} \right)$ se puede reescribir la ecuación (2.16) de la siguiente manera:

$$\log_e \left(odd_{(X_i+1)} \right) - \log_e \left(odd_{(X_i)} \right) = \log_e \left(\frac{odd_{(X_i+1)}}{odd_{(X_i)}} \right) = b_1 \quad (2.17)$$

Realizando las simplificaciones correspondientes a la expresión (2.17), obtenemos que el valor de la razón estimada para los odds, también denominada odds ratio y que viene definida como:

$$OR = \frac{odd_{(X_i+1)}}{odd_{(X_i)}} = e^{b_i} \quad (2.18)$$

La interpretación de los odds ratio se la realiza como la propensión de que ocurra el evento de interés $Y_i=1$, para la categoría $X_i +1$ en relación a la categoría X_i .

Para el caso en que el modelo sea múltiple, la interpretación de los odds ratio se la realiza de manera similar. La única diferencia de esta interpretación es que el odd ratio estimado para la variable X_i asume que los valores del resto de variables de explicación son constantes.

2.1.5. INFERENCIAS SOBRE LOS PARÁMETROS

Para verificar la significancia de los parámetros estimados en un modelo de regresión logística, se utilizarán dos pruebas estadísticas: La prueba del estadístico de Wald, y, la prueba de la razón de verosimilitud o LRT por sus siglas en inglés, (Kutner et al., 2005)[21]. El primer test se lo realiza para contrastar hipótesis de un parámetro de manera singular, mientras que la prueba LRT se la puede realizar además para contrastar un grupo de parámetros. Adicional a esto el estadístico de Wald permite realizar pruebas de una sola cola.

Dado que la estimación de los parámetros de regresión se la realiza a través del método de máxima verosimilitud, estos estimadores se aproximan a una distribución normal para el caso en que el tamaño de la muestra utilizada es grande. En base a esta premisa, es posible construir la prueba del estadístico de Wald partiendo del contraste de hipótesis para un parámetro:

$$H_0 : \beta_i = 0$$

vs

$$H_1 : \beta_i \neq 0$$

(2.19)

Para determinar si existe evidencia estadística para rechazar o no rechazar la hipótesis nula del contraste planteado en la expresión (2.19) se utiliza el estadístico de prueba Z que viene definido de la siguiente manera:

$$Z = \frac{b_i}{S_{b_i}} \quad (2.20)$$

Donde b_i es el valor estimado del parámetro, S_{b_i} es la aproximación estimada de la desviación estándar de b_i , y Z es el estadístico de prueba el cual se aproxima a una distribución normal cuando el tamaño de muestra es grande. Bajo este supuesto se define el siguiente criterio de rechazo de la hipótesis nula:

$$|Z| > Z_{(\alpha/2)} \quad (2.21)$$

Donde $Z_{(\alpha/2)}$ es el percentil $(1-\alpha/2)100$ de una variable aleatoria normal estándar. Por lo tanto con $(1-\alpha)\%$ de confianza rechazamos la hipótesis nula en favor de la hipótesis alterna. Cabe destacar, que en muchos casos se utiliza el cuadrado del estadístico Z , el mismo que sigue una distribución ji-cuadrado con un grado de libertad, (Kutner et al., 2005) [21].

Frecuentemente al realizar el análisis de la significancia de los coeficientes del modelo de regresión logística múltiple, existe interés en verificar el aporte que realizan un grupo de variables de explicación al modelo. Para ese caso, e incluso para evaluar la significancia de una variable en particular, según Kutner et al. (2005) se puede emplear la prueba de la razón de verosimilitud (LRT). Esta prueba está basada en la evaluación de la función de

verosimilitud una vez estimados los parámetros. Para esta prueba se postula el siguiente contraste de hipótesis:

$$\begin{aligned}
 H_0 : \beta_q = \beta_{q+1} = \dots = \beta_{k-1} = 0 \\
 \text{vs} \\
 H_1 : \text{al menos un } \beta_k \text{ en } H_0 \neq 0
 \end{aligned}
 \tag{2.22}$$

El contraste (2.22) se lo utiliza para evaluar $k - q$ coeficientes, nótese que en el caso que $q = k - 1$ se realizaría el contraste para un coeficiente en particular. Esta prueba cuenta con dos modelos: el modelo completo que contiene todas las variables de explicación del modelo, es decir, k ; y un modelo reducido el cual se estima quitando las $k - q$ variables que se desean evaluar. Con los dos modelos se evalúan los parámetros estimados en sus respectivas funciones de verosimilitud, dándole la notación de $L(C)$ para el modelo completo, y $L(R)$ para el modelo reducido. Se puede demostrar que el valor de $L(R)$, no puede exceder el valor de $L(C)$ ya que el primero es un subconjunto del segundo.

Con estos valores es posible definir la expresión para el estadístico de la prueba LRT denotado como G^2 y que es igual a:

$$G^2 = -2 \log_e \left[\frac{L(R)}{L(C)} \right] = -2 [\log_e L(R) - \log_e L(C)] \tag{2.23}$$

Para muestras grandes el estadístico G^2 , sigue aproximadamente una distribución ji-cuadrado con $k - q$ grados de libertad. Bajo este supuesto se define el siguiente criterio de rechazo de la hipótesis nula:

$$G^2 > \chi^2_{(1-\alpha; k-q)} \tag{2.24}$$

Por lo tanto con $(1-\alpha)\%$ de confianza rechazamos la hipótesis nula en favor de la hipótesis alterna, es decir existe significancia para ese grupo de variables.

De manera general, la prueba del estadístico de Wald al cuadrado y la prueba de razón de verosimilitud, nos llevan a conclusiones similares para el caso en que existen muestras grandes. Sin embargo para muestras pequeñas o de un tamaño no tan grande, los resultados pueden diferir entre una prueba y otra.

2.2. TABLAS DE MORTALIDAD

De acuerdo a los objetivos planteados en esta investigación, se busca construir tablas de mortalidad respecto a la influencia que pueden llegar a tener ciertas características como: la edad, el sexo y el área, en la mortalidad de los individuos de la población de la región Sierra.

Las tablas de mortalidad tienen como objetivo estimar el tiempo de vida promedio mediante el uso de tasas de supervivencia para una edad específica o para un rango de edad de una población dada. (Yusuf, Martins y Swanson, 2014) [6].

Una medida para determinar el tiempo que se espera que una persona viva en promedio, es realizando el seguimiento de una cohorte poblacional, es decir desde los nacimientos en un instante de tiempo determinado realizar el seguimiento del tiempo de supervivencia que tengan los miembros de la cohorte en las diferentes etapas de su vida hasta que todos ellos fallezcan. Considerando la complejidad de realizar este tipo de estudio debido principalmente al tiempo que tomaría realizar el seguimiento, se utilizan las tablas de vida o tablas de mortalidad, las cuales se les atribuye su creación al estadístico inglés John Graunt quien en el año 1662 publicó el libro “Natural and Political Observations Made upon the Bills of Mortality” en el cual se presenta la primera tabla de mortalidad de la historia. Luego de casi dos décadas este método fue

actualizado por el matemático Edmund Halley en el año 1693. (Bacaër N., 2011) [11].

Una tabla de mortalidad de manera usual, contiene las siguientes funciones q_x, p_x, d_x, l_x , las cuales están ligadas con una función de probabilidad denominada función de supervivencia.

2.2.1. FUNCIÓN DE SUPERVIVENCIA

Considerando X una variable aleatoria continua que representa la edad de muerte de un recién nacido. Podemos denotar $F_X(x)$ como la función de distribución acumulada de X expresada de la siguiente manera:

$$F_X(x) = P(X \leq x), \quad x \geq 0 \quad (2.25)$$

La expresión (2.25) determina la probabilidad de que un recién nacido fallezca antes de alcanzar la edad x , y es creciente en x , es decir, la probabilidad aumenta a medida que incrementa la edad x del recién nacido, y está definida durante del periodo de vida hasta el fallecimiento de la persona. Si tomamos el complemento de la función $F_X(x)$, es decir $1 - F_X(x)$, obtenemos la función de supervivencia de la variable X la misma que viene denotada por:

$$S(x) = 1 - F_X(x) = P(X > x), \quad x \geq 0 \quad (2.26)$$

Esta expresión determina la probabilidad de que la edad X del fallecimiento del recién nacido sobrepase la edad x , es decir que el tiempo de vida sobrepase esta edad, (Bowers N. et al., 1997) [26].

Dado que $s(x)$ se calcula a partir de una función de probabilidad acumulada, utilizando las leyes de probabilidad es posible realizar

cálculos como la probabilidad que un recién nacido fallezca entre la edad x y $x+t$

$$P(x < X < x+t) = F_x(x+t) - F_x(x) = S(x) - S(x+t) \quad (2.27)$$

2.2.2. SUPUESTOS EN UNA TABLA DE MORTALIDAD

Las tablas de mortalidad que se calculan en el presente estudio son construidas para una población sintética, y que busca sea aplicable a la población real de habitantes en la región Sierra del Ecuador. Según Yusuf, Martins y Swanson (2014) [6], existen tres supuestos a tomar en cuenta en la construcción de una tabla de mortalidad para una población sintética:

1. No se considera la migración poblacional.
2. La tasa de mortalidad anual por edades específicas no varía en el tiempo.
3. El número de nacimientos anuales permanece constante, además este número de nacimientos es igual al número de fallecimientos que existen en ese año, por este motivo esta población es estática.

Los supuestos descritos anteriormente pueden ser adaptados para permitir la utilización de una tabla de mortalidad construida para una población sintética, en una población real, y en la práctica serían:

1. La población real a la cual es aplicada la tabla de mortalidad, puede tener migración, pero los migrantes tendrán el mismo régimen de mortalidad especificado en la tabla de vida.
2. La población real a la cual es aplicada la tabla de mortalidad, tienen las mismas tasas de muerte anual específica para ciertas características demográficas (Edad, Sexo, Área de residencia, Provincia de Residencia)

utilizadas en la construcción de la tabla de mortalidad, y su régimen de mortalidad permanece constante para el tiempo en el cual se aplica la tabla.

3. El número anual de nacimientos ocurridos para la población real puede diferir un poco al número de nacimientos utilizados en la tabla de mortalidad. Sin embargo, los nacimientos están sujetos al mismo régimen de mortalidad de los nacimientos de la tabla de mortalidad para la población sintética.

Cabe destacar que si las tasas de mortalidad de la población real varían rápidamente, entonces, el período de tiempo para el cual la tabla de mortalidad puede ser aplicada es limitado.

2.2.3. TIPOS DE TABLAS DE MORTALIDAD

Las tablas de mortalidad pueden ser de varios tipos dependiendo por ejemplo del período o años de referencia que se toma para su construcción, o también, del detalle de la edad en la tabla de mortalidad. (Siegel y Swanson, 2004) [23].

Para el primer caso, existen dos tipos, las tablas de mortalidad actuales o por período y las tablas de mortalidad generacionales o por cohorte. Las tablas de mortalidad actuales, están basadas en los datos tomados para un período corto de tiempo, por lo general entre uno y cinco años en el cual la mortalidad es la misma. Por lo tanto, las tablas de mortalidad actuales pueden ser vistas como una fotografía de la mortalidad para una población en un período determinado. Por otro lado, las tablas de mortalidad generacionales están basadas en las tasas de mortalidad de una cohorte en particular, a la cual se le hace el seguimiento desde el nacimiento hasta el fallecimiento del último ente de la cohorte.

Haciendo referencia al intervalo de edades en las tablas de mortalidad, estas se pueden clasificar en dos tipos, tablas de mortalidad completas o tablas de mortalidad abreviadas. Las tablas de mortalidad completas contienen los valores para cada una de las edades de la población desde el nacimiento hasta la edad máxima fijada. En cambio, las tablas de vida abreviadas, presentan los valores para grupos de edades usualmente en intervalos de cinco o diez años de edad.

En el presente estudio el tipo de tabla de mortalidad a utilizar es la tabla de mortalidad actual y completa, es decir por edades individuales.

2.2.4. CONSTRUCCIÓN DE UNA TABLA DE MORTALIDAD

Para la construcción de una tabla de mortalidad actual y completa es recomendable, en primer lugar revisar los datos que se van a utilizar (datos de Censos, defunciones, etc), haciendo un análisis de consistencia de los mismos para evitar errores. Posterior a esto se determinan las tasas de mortalidad las cuales servirán de base para la determinación del resto de funciones que conforman la tabla de mortalidad.

Utilizando el método convencional, (Yusuf, Martins y Swanson, 2014) [6]. Denotaremos a m_x como la tasa de mortalidad de una persona a la edad x . Esta tasa se deriva de la razón entre el número de personas fallecidas a la edad x , o d_x , usualmente las ocurridas durante un periodo de un año; y el número de personas de edad x , o P_x , es decir:

$$m_x = \frac{d_x}{P_x} \quad (2.28)$$

Una vez calculada la tasa de mortalidad, se procede a calcular la probabilidad de morir entre la edad x y $x+1$, q_x , se la define como el número de muertos d_x en un año dado, dividido para la población expuesta al riesgo de morir a la misma edad dentro del mismo año. En nuestro caso en particular dado que la población que se utiliza es la población a inicio de año, la población expuesta al riesgo es igual a P_x , es decir el valor estimado de q_x va a ser igual a la tasa m_x , es decir,

$$m_x = q_x = \frac{d_x}{P_x} \quad (2.29)$$

La ecuación (2.29), es utilizada unicamente para edades de un año o más. Para la edad de 0 años, es decir los recién nacidos, se utiliza:

$$q_0 = \frac{d_0}{B} \quad (2.30)$$

La variable d_0 , representa el número de muertes ocurridas entre la edad cero y uno de un año definido, y B , representa el total de nacimientos en ese mismo año. Por otro lado, se hace también un ajuste para el cálculo de la probabilidad de muerte en la mayor edad considerada o w , en este caso se considera que a esa edad todos los entes que conforman la población deben fallecer, es decir:

$$q_w = 1 \quad (2.31)$$

Dado que hemos definido la probabilidad de fallecer q_x , es posible por la propiedad de complemento de una probabilidad, obtener la probabilidad de que una persona de edad x sobreviva hasta la edad $x+1$, denotada como p_x , la expresión para esta probabilidad viene dada por:

$$p_x = 1 - q_x \quad (2.32)$$

Una vez que tenemos los valores de q_x para cada una de las edades, consideramos una población inicial como punto de partida para el resto de cálculos, de manera convencional el valor utilizado es de 100000 nacimientos, siendo este valor el número de supervivientes a la edad 0 de la tabla; es decir, definiendo l_x como el número de sobrevivientes a la edad x , entonces $l_0 = 100000$. Además determinamos el número de muertes d_x que ocurren entre la edad x y $x+1$ utilizando la siguiente ecuación:

$$d_x = q_x * l_x \quad (2.33)$$

La ecuación anterior se puede reescribir en términos únicamente de la función de sobrevivientes, quedando:

$$d_x = l_x - l_{x+1} \quad (2.34)$$

Con estos valores se calcula el número de personas-año vividos por las personas que han sobrevivido al inicio de ese año, denotado como L_x y puede ser estimado como la suma entre el número de sobrevivientes a la edad $x+1$, más el promedio de periodo de vida de aquellas personas que fallecen a la edad x , es decir:

$$L_x = l_{x+1} + \frac{1}{2} d_x \quad (2.35)$$

Substituyendo d_x por el de la expresión (2.34), la expresión de L_x queda definido como:

$$L_x = 0.5l_x + 0.5l_{x+1} \quad (2.36)$$

La expresión anterior se denota así debido al supuesto de que las muertes se distribuyen uniformemente en todos los años. Cabe destacar según Hinde (2014) [5] que este supuesto no siempre se cumple, de manera particular en los primeros años de vida, en

especial el año cero, por lo que L_0 se puede determinar de la siguiente manera:

$$L_0 = a_0 l_0 + (1 - a_0) l_1 \quad (2.37)$$

Donde a_0 es la edad promedio de muerte de aquellos que mueren en el primer año de vida. Por lo general, valores de a_0 entre 0.1 y 0.3 son usados en la práctica, dependiendo de la población a la cual se está investigando.

Para la edad máxima el cálculo utilizado en la expresión (2.36) no es válido, para tal caso se utiliza la expresión:

$$L_{x+} = \frac{d_{x+}}{m_{x+}} \quad (2.38)$$

Utilizando los valores de las personas-año vividos más allá de la edad x se facilita el cálculo del total de personas-años vividos T_x , siendo este igual a:

$$T_x = L_x + L_{x+1} + L_{x+2} + \dots + L_w \quad (2.39)$$

Dado que T_x es el total de personas-años vividos más allá de la edad x , y l_x es el número de sobrevivientes a esa edad, el número promedio de personas-años vividos más allá de la edad x , también conocido como esperanza de vida a la edad x , e_x , se calcula:

$$e_x = \frac{T_x}{l_x} \quad (2.40)$$

CAPÍTULO 3

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. FUENTES DE DATOS

Los resultados que se presentan en este capítulo fueron determinados a partir de datos proporcionados por el INEC, Instituto Nacional de Estadística y Censos del Ecuador. Se utilizan tres bases de datos, siendo la primera, la base de datos que contiene los resultados del VII Censo de Población, cuyo empadronamiento se realizó el 28 de noviembre del 2010 y se extendió hasta el 5 de diciembre del 2010. De esta base se obtuvieron los datos de los habitantes de la región Sierra del Ecuador para cada una de las preguntas que formaron parte del cuestionario censal. De este cuestionario se seleccionaron tres variables de interés para esta investigación, siendo estas, la edad del entrevistado, el sexo, y el área de residencia.

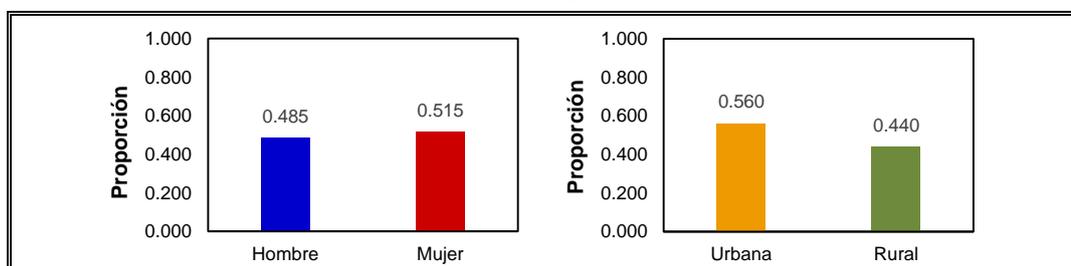
Como se dio a notar en el capítulo anterior es necesario también contar con datos de las defunciones ocurridas en la región Sierra del Ecuador, además de los nacimientos ocurridos. Los datos de estas estadísticas vitales se ofrecen de manera sistemática y continua mediante publicaciones anuales en el sitio web del INEC. Dado que el censo fue realizado a finales de noviembre de 2010, se consideran los registros administrativos de las defunciones ocurridas durante Diciembre de 2010 a Noviembre de 2011.

3.2. ANÁLISIS DESCRIPTIVO

Según los resultados del censo de población, en el año 2010 el número de habitantes en Ecuador era de 14'483.499. De las cuatro regiones que conforman el país, la Costa y la Sierra son las que tienen la mayor cantidad de habitantes representando cerca del 90% de la población total del Ecuador. La región Sierra tiene un total de 6'444.534 habitantes, repartidos en once provincias.

Respecto del sexo y área de residencia de los habitantes de la región Sierra, en el *Cuadro 1* se presentan las proporciones para estas dos variables según el censo del año 2010. Para el sexo podemos indicar que la mayoría de los habitantes de esta región es de sexo femenino con un 51.5% del total de la población, mientras que el 48.5% se define como hombre. El 56% de los habitantes manifiesta vivir en el área urbana de la región y un 44% lo hace en el área rural.

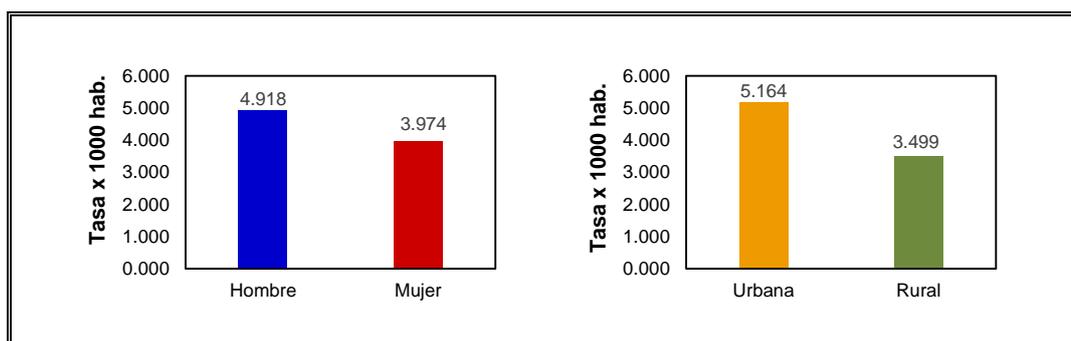
Cuadro 1. Proporción de habitantes Región Sierra por Sexo y Área de Residencia



Fuente: INEC, Censo de Población y Vivienda 2010, Defunciones Generales 2010 y 2011
Elaborado por: Mario Solórzano Carvajal

Para el caso del sexo y área de residencia del fallecido, en el *Cuadro 2* se puede observar que la tasa de fallecimientos específica para hombres es mayor que la tasa de fallecimientos para mujeres. En lo referente al área de residencia 5 de cada mil habitantes del área urbana fallecen en el período de un año, mientras que en el área rural la tasa de fallecimientos es de aproximadamente 3 por cada mil habitantes que residen en esta área.

Cuadro 2. Tasa específica de fallecimientos por cada mil habitantes por Sexo y Área



Fuente: INEC, Censo de Población y Vivienda 2010, Defunciones Generales 2010 y 2011
Elaborado por: Mario Solórzano Carvajal

El promedio de edad de la población de habitantes de la Sierra es de 29 años mientras que el promedio de edad de las personas fallecidas es de 62.73. En las defunciones se puede observar que la mayor frecuencia de muertes ocurre antes de cumplir el primer año de vida debido a que la moda es 0. Además el 50% de los fallecidos tienen una edad menor o igual a 72 años; en la población, el 50% de los habitantes tiene una edad menor o igual a 25 años.

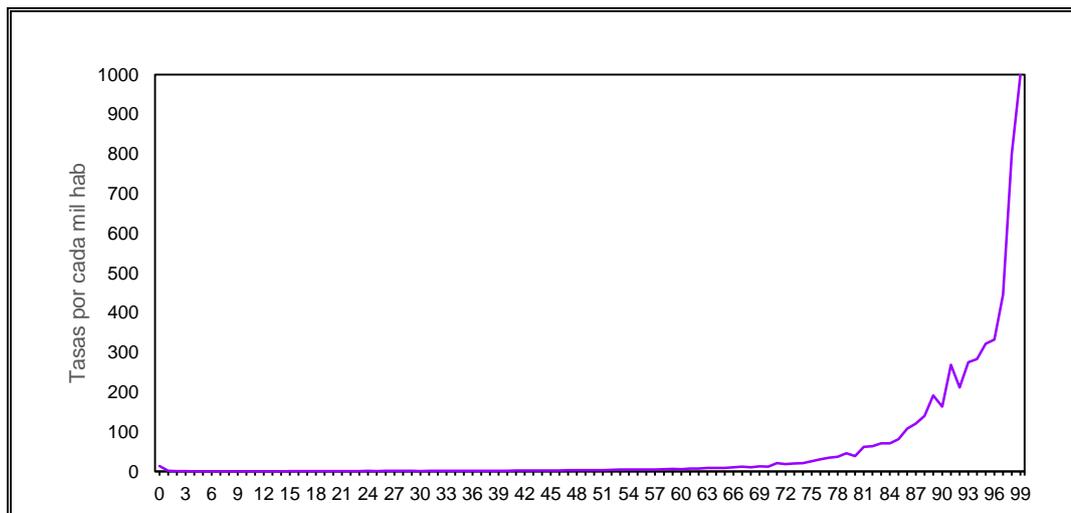
Cuadro 3. Estadísticas Descriptivas para la Edad

	Población	Fallecimientos
Media	29.00	62.73
Moda	10	0
Primer Cuartil	12.00	46.00
Segundo Cuartil	25.00	72.00
Tercer Cuartil	43.00	83.00

Fuente: INEC, Censo de Población y Vivienda 2010, Defunciones Generales 2010 y 2011
Elaborado por: Mario Solórzano Carvajal

De manera similar que en cuadros anteriores se presenta en el Cuadro 4 la tasa específica de fallecimientos por edad, se puede observar en el cuadro que la tasa por cada edad aumenta a partir de los 55 años de manera casi exponencial hasta alcanzar el máximo de edad que es 99 con una tasa. Nótese además que existe un salto en la tasa correspondiente a los recién nacidos.

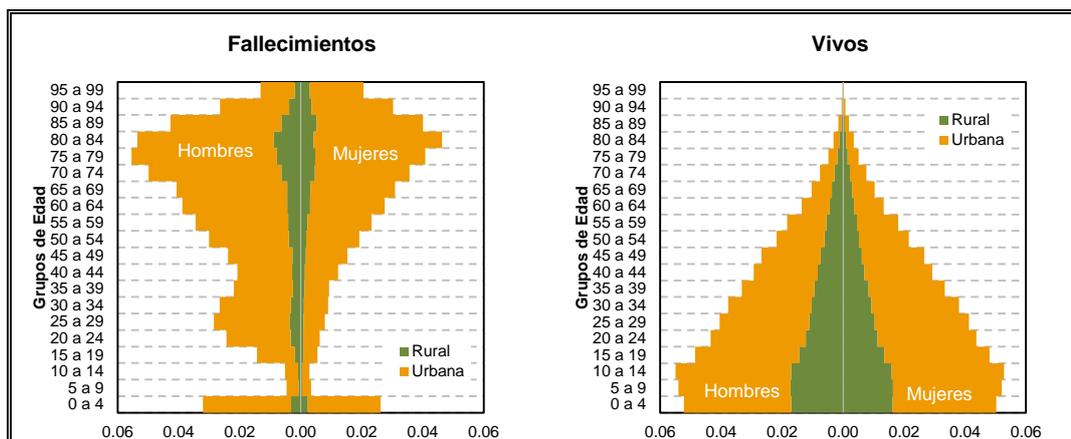
Cuadro 4. Tasa específica de fallecimientos por cada mil habitantes por Edad



Fuente: INEC, Censo de Población y Vivienda 2010, Defunciones Generales 2010 y 2011
Elaborado por: Mario Solórzano Carvajal

De manera conjunta, en el Cuadro 5, podemos observar el comportamiento simultáneo de las variables sexo, edad, áreas de residencia y estado de vivo o muerto de la persona, presentadas en forma de gráfico piramidal. En la parte izquierda del cuadro se presenta la pirámide para la población de muertos, se observa en esta pirámide como el gráfico es más ancho en la parte de arriba, es decir, para las edades más grandes y, además que al comparar los hombres con las mujeres, se puede ver zona izquierda del gráfico perteneciente a los hombres tiene más altas proporciones de fallecidos que la zona derecha perteneciente para las mujeres, notando incluso que para edades entre 15 y 40 años se hace más evidente la diferencia de fallecimientos con respecto al mismo grupo de edad en la población de mujeres. Para el caso de la pirámide de la población de vivos ubicada en el lado derecho del cuadro, se nota un comportamiento de forma decreciente en cuanto a la proporción de habitantes a medida que aumenta el grupo de edad en la población, siendo el grupo de edad con mayor proporción de habitantes, el grupo de 10 a 14 años. De igual manera se puede ver el comportamiento casi simétrico entre la población masculina y femenina de personas vivas en la región sierra, así como el comportamiento del área de residencia donde fácilmente se ve un mayor porcentaje para las personas que viven en el área urbana (color naranja).

Cuadro 5. Pirámide poblacional según edad, sexo y área de residencia

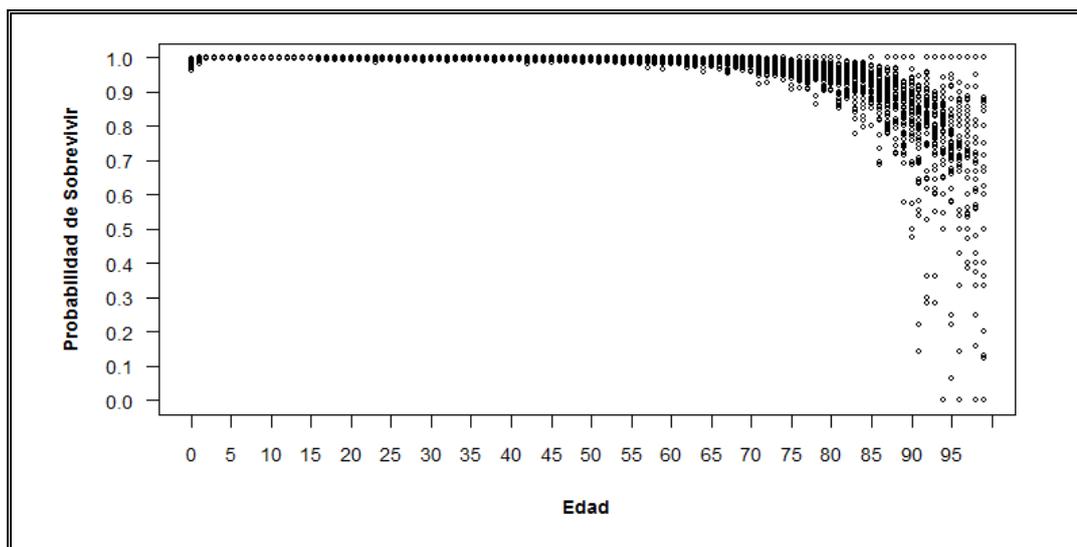


Fuente: INEC, Censo de Población y Vivienda 2010, Defunciones Generales 2010 y 2011
Elaborado por: Mario Solórzano Carvajal

3.3. FACTORES QUE INCIDEN EN LA SUPERVIVENCIA

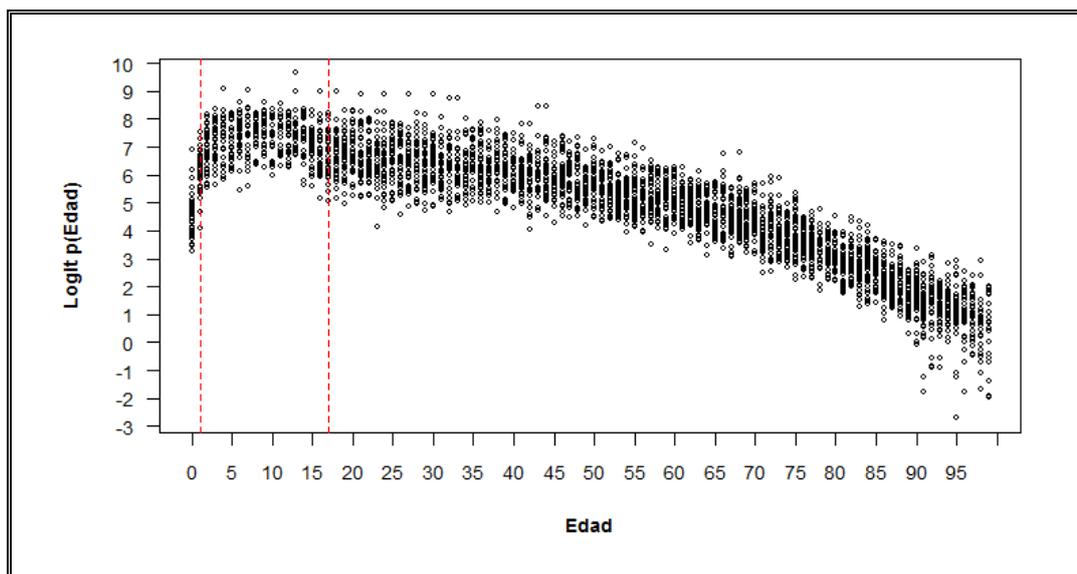
Para determinar si las variables, sexo y área de residencia influyen en la supervivencia de las personas de la región Sierra, se construyen modelos de regresión logística, donde la variable a ser explicada es si ocurrió o no el fallecimiento de la persona al año siguiente del empadronamiento censal. El primer modelo a evaluar toma en consideración únicamente la edad de la persona ya que como se puede observar en el Cuadro 6 está influye fuertemente en la probabilidad de sobrevivir. Observando el gráfico se muestra al parecer una probabilidad constante y cercana a uno hasta más o menos los 50 años de edad. Ahora bien, para tener una mejor apreciación de la tendencia que sigue la probabilidad de supervivencia por edad, se realiza la transformación logit de la probabilidad cuyo gráfico se presenta en el Cuadro 7. A diferencia del gráfico anterior, la transformación logit nos permite ver que la tendencia del logit de p en las primeras edades es creciente para luego empezar a decrecer, notándose tres grupos de edades con tendencias diferentes, el primero grupo corresponde a las personas que aún no han cumplido el primer año de edad, el segundo corresponde a las personas con edad entre 1 y 16 años y el último grupo con una edad de 17 años en adelante.

Cuadro 6. Gráfico Probabilidad supervivencia por Edad



Fuente: INEC, Censo de Población y Vivienda 2010, Defunciones Generales 2010 y 2011
Elaborado por: Mario Solórzano Carvajal

Cuadro 7. Transformación logit probabilidad de supervivencia



Fuente: INEC, Censo de Población y Vivienda 2010, Defunciones Generales 2010 y 2011
Elaborado por: Mario Solórzano Carvajal

A partir de lo observado en el Cuadro 7, en primera instancia creamos modelos de regresión logística tomando como variable de explicación únicamente la edad particionada en los tres intervalos definidos según la transformación logit de p . Se consideran tres modelos, el primero se plantea con dos componentes lineales y uno cuadrático para los tres intervalos de edad, el segundo modelo se define con un componente lineal y uno cuadrático; y, un tercer modelo donde se particiona la edad en

cinco intervalos en lugar de los tres ya definidos con lo que se pretende determinar si la inclusión de otro intervalo de edad influye en la estimación de la probabilidad de supervivencia. Los resultados para la estimación de los modelos se presentan en el Cuadro 8, 9 y 10. En cada uno se puede observar el valor de los coeficientes estimados para las variables, su error estándar y el valor p de la prueba de significancia para cada estimador. El Cuadro 8 contiene las estimaciones para el modelo con dos componentes lineales y uno cuadrático, cabe destacar que el valor p para cada una de las variables es igual a cero utilizando cuatro decimales de precisión, con lo que podemos concluir que la edad es significativa para el modelo.

Cuadro 8. Modelo: Probabilidad Supervivencia ~ Edad (2 Componentes Lineales)

$$P(Y=1 | Edad) = \frac{1}{1 + e^{-\left(I_0\beta_0 + I_{1-16}(\beta_1 + \beta_2*(Edad-10)) + I_{\geq 17}(\beta_3 + \beta_4*(Edad-40) + \beta_5*(Edad-40)^2) \right)}}$$

Coefficientes	Estimador de beta ($\hat{\beta}$)	Error Estándar ($\hat{\beta}$)	Valor P (Wald)
I_0	4.2920	0.0260	0.0000
I_{1-16}	3.2450	0.0419	0.0000
$I_{1-16} * (Edad - 10)$	0.0620	0.0063	0.0000
$I_{\geq 17}$	1.9730	0.0281	0.0000
$I_{\geq 17} * (Edad - 40)$	-0.0409	0.0006	0.0000
$I_{\geq 17} * (Edad - 40)^2$	-0.0009	0.0000	0.0000

Fuente: INEC, Censo de Población y Vivienda 2010, Defunciones Generales 2010 y 2011
Elaborado por: Mario Solórzano Carvajal

El Cuadro 9 contiene las estimaciones para el modelo con una componente lineal y dos cuadráticas, de manera similar al cuadro anterior el valor p para cada una de las variables es igual a cero utilizando cuatro decimales de precisión, con lo que podemos concluir que la edad es significativa para el modelo incluyendo el término cuadrático en el intervalo de 1 a 16 años de edad. Finalmente vamos a realizar el análisis de regresión para la probabilidad de supervivencia en términos de la edad particionada en cinco intervalos, 0 años, 1 a 9 años, 10 a 16 años, 17 a 50 años; y, 51 años o más. En el Cuadro 10 se presentan las estimaciones para este modelo de regresión.

Cuadro 9. Modelo: Probabilidad Supervivencia ~ Edad (2 Componentes Cuadráticas)

$$P(Y = 1 | Edad) = \frac{1}{1 + e^{-\{I_0\beta_0 + I_{1-16}(\beta_1 + \beta_2*(Edad-10) + \beta_3*(Edad-10)^2) + I_{\geq 17}(\beta_4 + \beta_5*(Edad-40) + \beta_6*(Edad-40)^2)\}}}$$

Coefficientes	Estimador de beta ($\hat{\beta}$)	Error Estándar ($\hat{\beta}$)	Valor P (Wald)
I_0	4.2920	0.0260	0.0000
I_{1-16}	3.7980	0.0562	0.0000
$I_{1-16} * (Edad - 10)$	-0.0336	0.0072	0.0000
$I_{1-16} * (Edad - 10)^2$	-0.0253	0.0014	0.0000
$I_{\geq 17}$	1.9730	0.0281	0.0000
$I_{\geq 17} * (Edad - 40)$	-0.0409	0.0006	0.0000
$I_{\geq 17} * (Edad - 40)^2$	-0.0009	0.0000	0.0000

Fuente: INEC, Censo de Población y Vivienda 2010, Defunciones Generales 2010 y 2011
Elaborado por: Mario Solórzano Carvajal

Cuadro 10. Modelo: Probabilidad Supervivencia ~ Edad (5 Componentes Lineales)

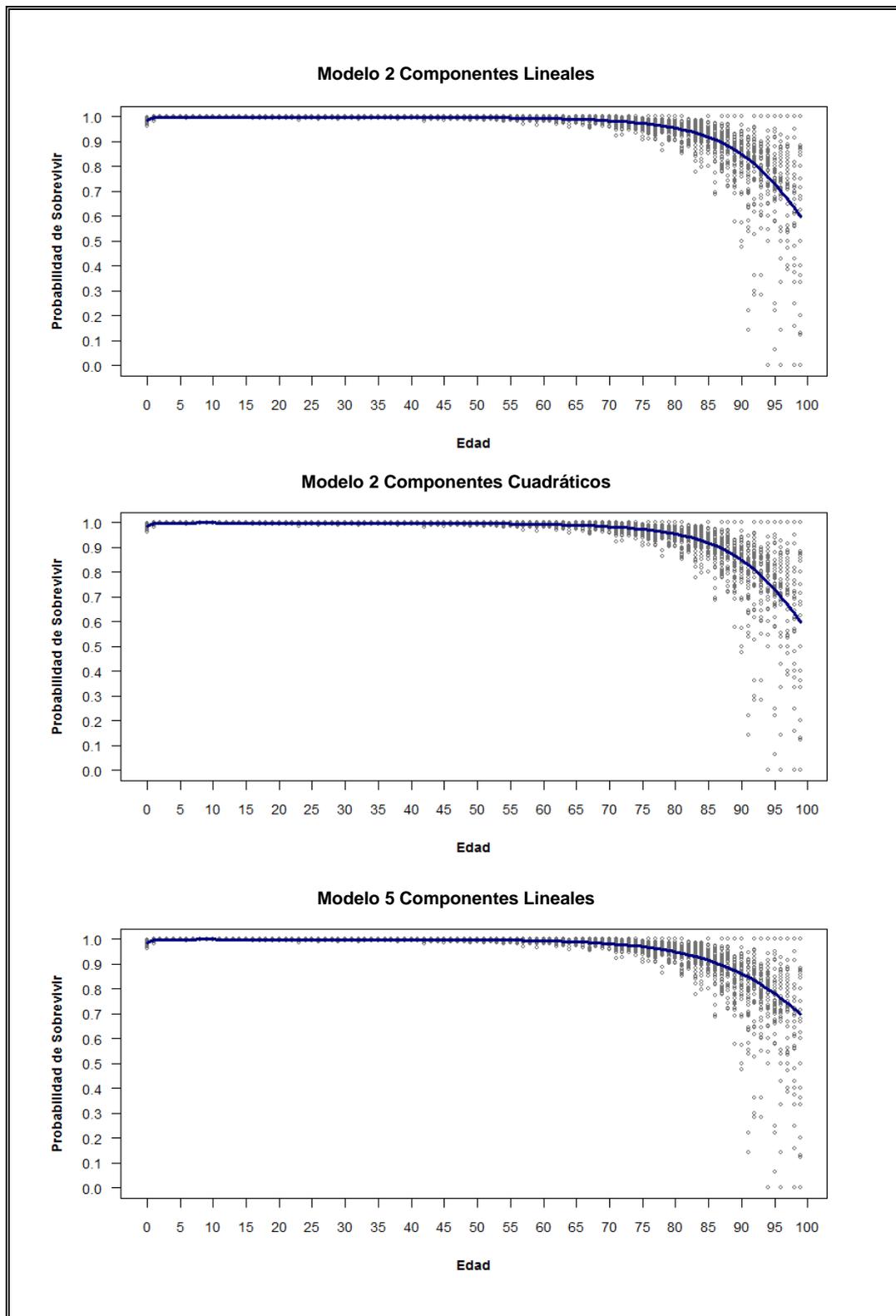
$$P(Y = 1 | Edad) = \frac{1}{1 + e^{-\{I_0\beta_0 + I_{1-9}(\beta_1 + \beta_2*(Edad-5)) + I_{10-16}(\beta_3 + \beta_4*(Edad-15)) + I_{17-50}(\beta_5 + \beta_6*(Edad-35)) + I_{\geq 51}(\beta_7 + \beta_8*(Edad-75))\}}}$$

Coefficientes	Estimador de beta ($\hat{\beta}$)	Error Estándar ($\hat{\beta}$)	Valor P (Wald)
I_0	4.2919	0.0260	0.0000
I_{1-9}	3.1743	0.0493	0.0000
$I_{1-9} * (Edad - 5)$	0.2450	0.0153	0.0000
I_{10-16}	3.0063	0.0625	0.0000
$I_{10-16} * (Edad - 15)$	-0.1639	0.0237	0.0000
I_{17-50}	2.0487	0.0295	0.0000
$I_{17-50} * (Edad - 35)$	-0.0320	0.0014	0.0000
$I_{\geq 51}$	-0.8076	0.0270	0.0000
$I_{\geq 51} * (Edad - 75)$	-0.1103	0.0007	0.0000

De manera similar que los modelos anteriores todos los betas estimados son significativos para el modelo, en el Cuadro 11 se encuentran los gráficos con los valores observados y el modelo estimado, en la escala de probabilidad de los tres modelos planteados, mientras en el Cuadro 12 se grafican la transformación logit de los tres modelos. Analizando los dos cuadros es fácil determinar que existe una diferencia entre los modelos visualizando los gráficos para la transformación logit, donde al parecer el gráfico que mejor se ajusta a los datos es el que tiene dos componentes

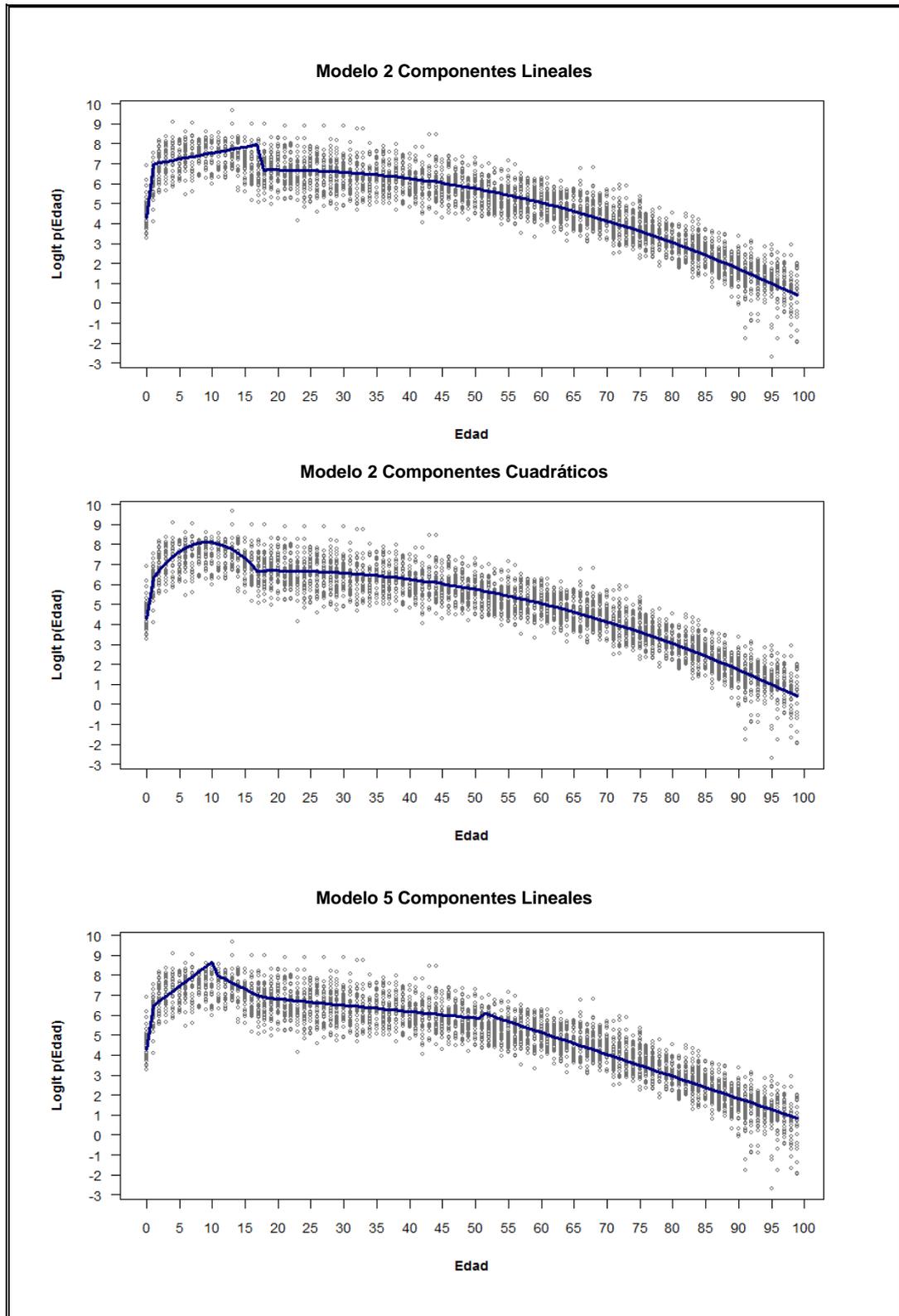
cuadráticos, tomando en consideración que los tres modelos tienen variables significativas.

Cuadro 11. Gráficos Escala Logit: Estado de Supervivencia ~ Edad



Fuente: INEC, Censo de Población y Vivienda 2010, Defunciones Generales 2010 y 2011
Elaborado por: Mario Solórzano Carvajal

Cuadro 12 Gráficos Escala Probabilidad: Estado de Supervivencia ~ Edad



Fuente: INEC, Censo de Población y Vivienda 2010, Defunciones Generales 2010 y 2011

Elaborado por: Mario Solórzano Carvajal

Gráficamente podemos concluir que de los tres modelos planteados el mejor es el que plantea una estimación cuadrática para el intervalo de 1 a 16 años de edad. Para poder concluir de manera estadística cual modelo es el de mejor ajuste utilizamos tres criterios de selección de modelos, el criterio de información Akaike (AIC), el criterio de información bayesiano (BIC), y el criterio de devianza. En el *Cuadro 13* se presentan los resultados de estos criterios de selección para los tres modelos planteados. Cabe mencionar que el modelo con el menor valor es el que mejor se ajusta a los datos. En nuestro caso el modelo con menor valor tanto de AIC como de BIC y devianza es el modelo con estimación cuadrática para el intervalo de 1 a 16 años de edad, con lo que tenemos evidencia estadística para concluir que es el modelo que mejor se ajusta a los datos corroborando lo observado de manera gráfico con la transformación logit de los modelos. De ahora en adelante, se partirá de este modelo como la base para la inclusión de nuevas variables de explicación en términos de la probabilidad de supervivencia.

Cuadro 13. Selección de modelo mediante criterios AIC, BIC y Devianza

<i>Modelo</i>	<i>AIC</i>	<i>BIC</i>	<i>Devianza</i>
2 Componentes Lineales	23137.25	23175.59	10716.30
2 Componentes Cuadráticos	22823.93	22868.65	10400.97
5 Componentes Lineales	23509.94	23567.44	11082.98

3.3.1 MODELO LOGÍSTICO: EDAD Y SEXO

Una vez que hemos realizado el modelo logístico simple para la variable edad, y habiendo concluido que es estadísticamente significativa, procedemos a añadir la variable sexo al modelo descrito en la sección anterior. Para esta variable tomamos como categoría de referencia el ser hombre, por lo tanto los resultados que se presentan corresponden a la categoría de mujer.

Cuadro 14. Modelo logístico: Estado de Supervivencia~ Edad + Sexo

$$P(Y=1 | Edad, Sexo) = \frac{1}{1 + e^{-\left(I_0\beta_0 + I_{1-16}(\beta_1 + \beta_2*(Edad-10) + \beta_3*(Edad-10)^2) + I_{\geq 17}(\beta_4 + \beta_5*(Edad-40) + \beta_6*(Edad-40)^2) + \beta_7*Sexo \right)}}$$

Coefficientes	Estimador de beta ($\hat{\beta}$)	Error Estándar ($\hat{\beta}$)	Valor P (Wald)
I_0	4.1320	0.0265	0.0000
I_{1-16}	3.7980	0.0562	0.0000
$I_{1-16} * (Edad - 10)$	-0.0336	0.0072	0.0000
$I_{1-16} * (Edad - 10)^2$	-0.0253	0.0014	0.0000
$I_{\geq 17}$	1.9660	0.0282	0.0000
$I_{\geq 17} * (Edad - 40)$	-0.0410	0.0006	0.0000
$I_{\geq 17} * (Edad - 40)^2$	-0.0010	0.0000	0.0000
Sexo = Mujer	0.3548	0.0123	0.0000

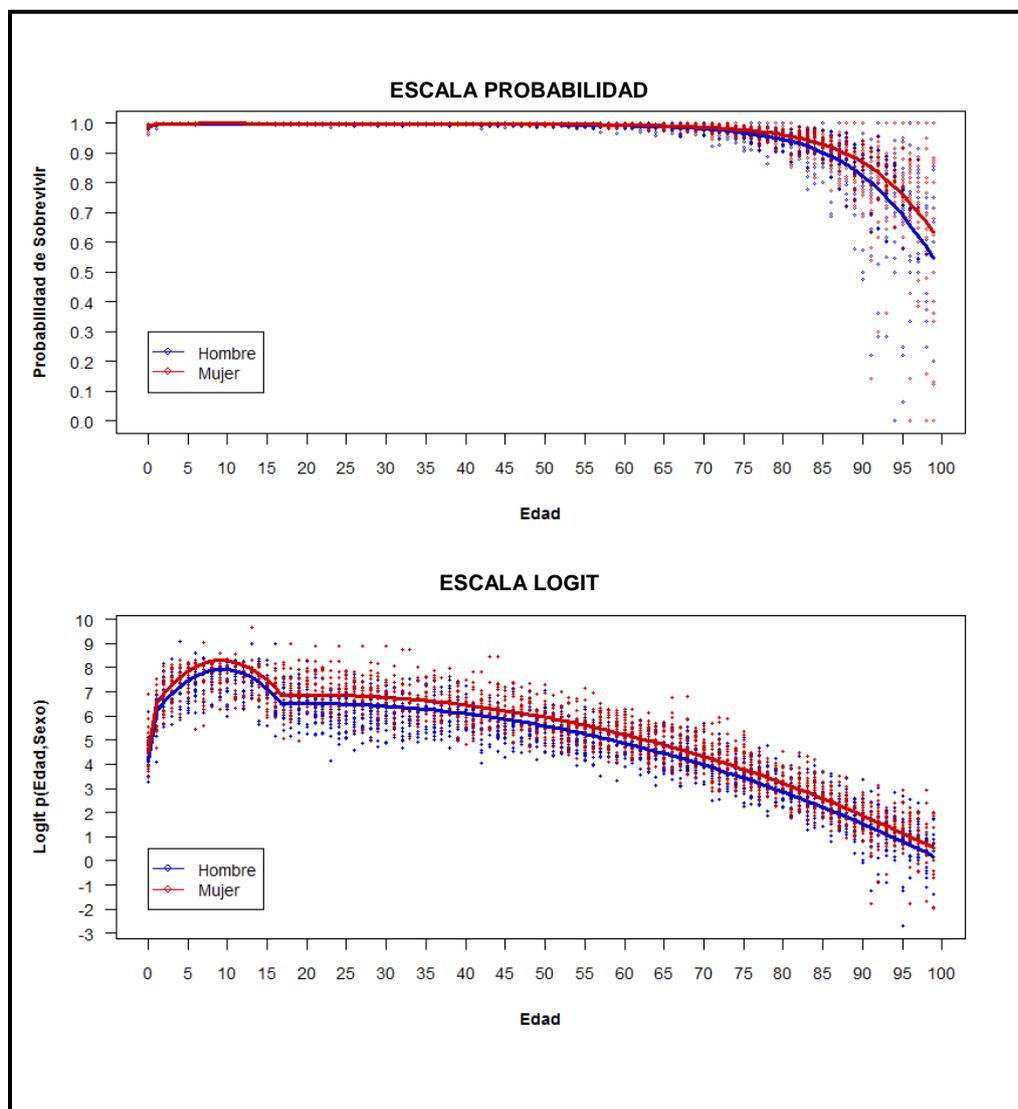
Fuente: INEC, Censo de Población y Vivienda 2010, Defunciones Generales 2010 y 2011
 Elaborado por: Mario Solórzano Carvajal

Analizando los resultados que se presentan en el Cuadro 14, se puede observar en la columna correspondiente al valor de significancia (valor p), que todas las variables tienen un valor de 0 utilizando cuatro decimales de precisión, es decir, se puede concluir que existe evidencia estadística que indique que el sexo y la edad son significativas para el modelo de regresión. En cuanto a los valores de los estimadores de los coeficientes que acompañan a las variables, en la segunda columna se observa que el signo del beta estimado para el sexo cuando es mujer es positivo, esto nos indica

que ser mujer aumenta la probabilidad de sobrevivir en relación a ser hombre.

Adicional a la tabla de valores estimados, en el Cuadro 15, se presenta los gráficos para la escala logit del modelo y la escala probabilidad, en ambos gráficos se representan con una línea color roja a la estimación del modelo de regresión para mujeres, y con color azul la estimación para los hombres. El gráfico de escala logit permite observar más claramente el comportamiento de los datos y el ajuste del modelo respecto a ellos.

Cuadro 15. Gráficos: Estado de Supervivencia ~ Edad + Sexo



Fuente: INEC, Censo de Población y Vivienda 2010, Defunciones Generales 2010 y 2011
Elaborado por: Mario Solórzano Carvajal

Con los valores estimados de los coeficientes se calcula los odds ratio para cada variable de explicación. En el *Cuadro 16* se presentan los odds para la edad y el sexo, en referencia a la edad el valor de los odds ratio se subdividen en dos intervalos de edad. El intervalo de 1 a 16 años tiene un odd ratio constante de 1.06 mientras que para edades mayores a 16 el odd ratio varía según la ecuación que se observa en el *Cuadro 12*. Respecto al sexo, el odd ratio de las mujeres es mayor a uno en comparación con el de hombres.

Cuadro 16. Odds Ratio: Estado de Supervivencia ~ Edad + Sexo

Variables	Odd Ratio	Interpretación
Edad = 1 a 16	$e^{-0.0337-0.0253*(2*Edad_{1-16} - 19)}$	Una persona de 5 años tiene 1.215 veces de propensión a sobrevivir que una persona de 6 años; una persona de 8 años tiene casi igual propensión (1.043) a sobrevivir que una persona de 9 años.
Edad = mayor o igual a 17	$e^{-0.0410-0.0010*(2*Edad_{\geq 17} - 79)}$	Una persona de 17 años tiene casi igual propensión (1.004) a sobrevivir que una persona de 18 años; una persona de 65 años tiene casi igual propensión (0.911) a sobrevivir que una persona de 66 años; y, así con cada valor de edad en el intervalo de 17 años o más.
Sexo = mujer	1.4260	Una mujer es 1.42 veces más propensa a sobrevivir que un hombre.

Fuente: INEC, Censo de Población y Vivienda 2010, Defunciones Generales 2010 y 2011
 Elaborado por: Mario Solórzano Carvajal

3.3.2 MODELO LOGÍSTICO: EDAD Y AREA

La siguiente característica demográfica a incluir en el modelo es el área de residencia de los habitantes de la región Sierra. Revisando los resultados que se presentan en el *Cuadro 17* las variables edad y área de residencia son significativas para el modelo ya que su valor p es 0 con cuatro decimales de precisión, además, el valor estimado del coeficiente para el área urbana es positivo, lo que nos indica que vivir en el área urbana aumenta la probabilidad de sobrevivir.

Cuadro 17. Modelo logístico: Estado de Supervivencia ~ Edad + Área

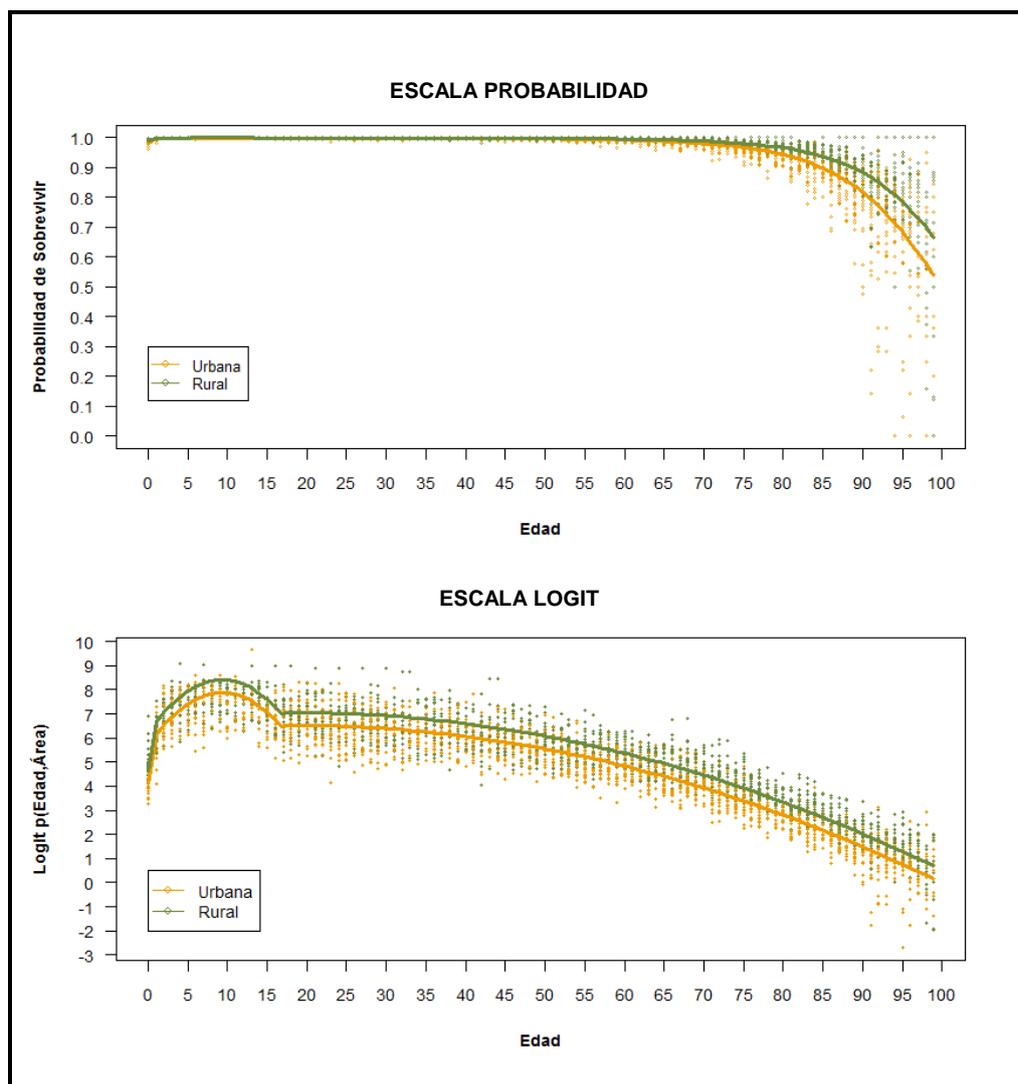
$$P(Y = 1 | Edad, Sexo) = \frac{1}{1 + e^{-\left(I_0\beta_0 + I_{1-16}(\beta_1 + \beta_2*(Edad-10) + \beta_3*(Edad-10)^2) + I_{\geq 17}(\beta_4 + \beta_5*(Edad-40) + \beta_6*(Edad-40)^2) + \beta_7*Area \right)}}$$

Coefficientes	Estimador de beta ($\hat{\beta}$)	Error Estándar ($\hat{\beta}$)	Valor P (Wald)
I_0	4.0800	0.0264	0.0000
I_{1-16}	3.7900	0.0562	0.0000
$I_{1-16} * (Edad - 10)^2$	-0.0335	0.0072	0.0000
$I_{1-16} * (Edad - 10)$	-0.0252	0.0014	0.0000
$I_{\geq 17}$	1.9900	0.0282	0.0000
$I_{\geq 17} * (Edad - 40)$	-0.0420	0.0006	0.0000
$I_{\geq 17} * (Edad - 40)^2$	-0.0010	0.0000	0.0000
Area = Rural	0.5300	0.0128	0.0000

Fuente: INEC, Censo de Población y Vivienda 2010, Defunciones Generales 2010 y 2011
 Elaborado por: Mario Solórzano Carvajal

De manera similar al modelo anterior se observa como las gráficas para el modelo estimado que se presentan en el Cuadro 18 tienen una tendencia creciente lineal hasta aproximadamente los 16 años, para luego decrecer de forma cuadrática en la escala logit del modelo. Cabe destacar que la línea de color verde corresponde al modelo estimado para el área rural, y la misma siempre se encuentra por encima de la línea color naranja correspondiente al modelo estimado para el área urbana.

Cuadro 18. Gráficos: Estado de Supervivencia ~ Edad + Área



Fuente: INEC, Censo de Población y Vivienda 2010, Defunciones Generales 2010 y 2011
 Elaborado por: Mario Solórzano Carvajal

Una vez que se estimaron los coeficientes para el modelo que incluye el área de residencia de las personas, ahora se procede a calcular los odds ratio para cada una de las variables. En el Cuadro 19 se presenta la tabla con los odd ratio para cada una. Aquí se puede observar que para la edad los valores de los odd ratio son similares a los calculados para los modelos anteriores, mientras que para la variable área de residencia se observa que existe un odd ratio mayor a uno con respecto a las personas que viven en el área rural.

Cuadro 19. Odds Ratio: Estado de Supervivencia ~ Edad + Área

Variables	Odd Ratio	Interpretación
Edad = 1 a 16	$e^{-0.0335 - 0.0252 * (2 * Edad_{1-16} - 19)}$	Una persona de 5 años tiene 1.213 veces de propensión a sobrevivir que una persona de 6 años; una persona de 8 años tiene casi igual propensión (1.043) a sobrevivir que una persona de 9 años.
Edad = mayor o igual a 17	$e^{-0.0420 - 0.0010 * (2 * Edad_{\geq 17} - 79)}$	Una persona de 17 años tiene casi igual propensión (1.002) a sobrevivir que una persona de 18 años; una persona de 65 años tiene casi igual propensión (0.911) a sobrevivir que una persona de 66 años; y, así con cada valor de edad en el intervalo de 17 años o más.
Area = Rural	1.7000	Una persona que viva en el área rural es 1.7 veces más propensa a sobrevivir que una persona que viva en el área urbana.

Fuente: INEC, Censo de Población y Vivienda 2010, Defunciones Generales 2010 y 2011

Elaborado por: Mario Solórzano Carvajal

3.3.3 MODELO LOGÍSTICO ADITIVO: SEXO + ÁREA

En las secciones anteriores se determinó que tanto el sexo como el área de residencia de los habitantes de la región Sierra del Ecuador influyen de manera significativa en la probabilidad de supervivencia por edad de los mismos. Ahora se va a plantear un modelo de regresión logística aditivo donde se incluyen la variable Edad, Sexo y Área de residencia de los habitantes de manera aditiva para determinar si mejora la estimación de la probabilidad de supervivencia. En el Cuadro 20 se presenta los resultados para la estimación de los coeficientes de este modelo con sus respectivos valores p para determinar la significancia de los mismos.

Cuadro 20. Modelo logístico: Estado de Supervivencia ~ Edad+ Provincia+ Área

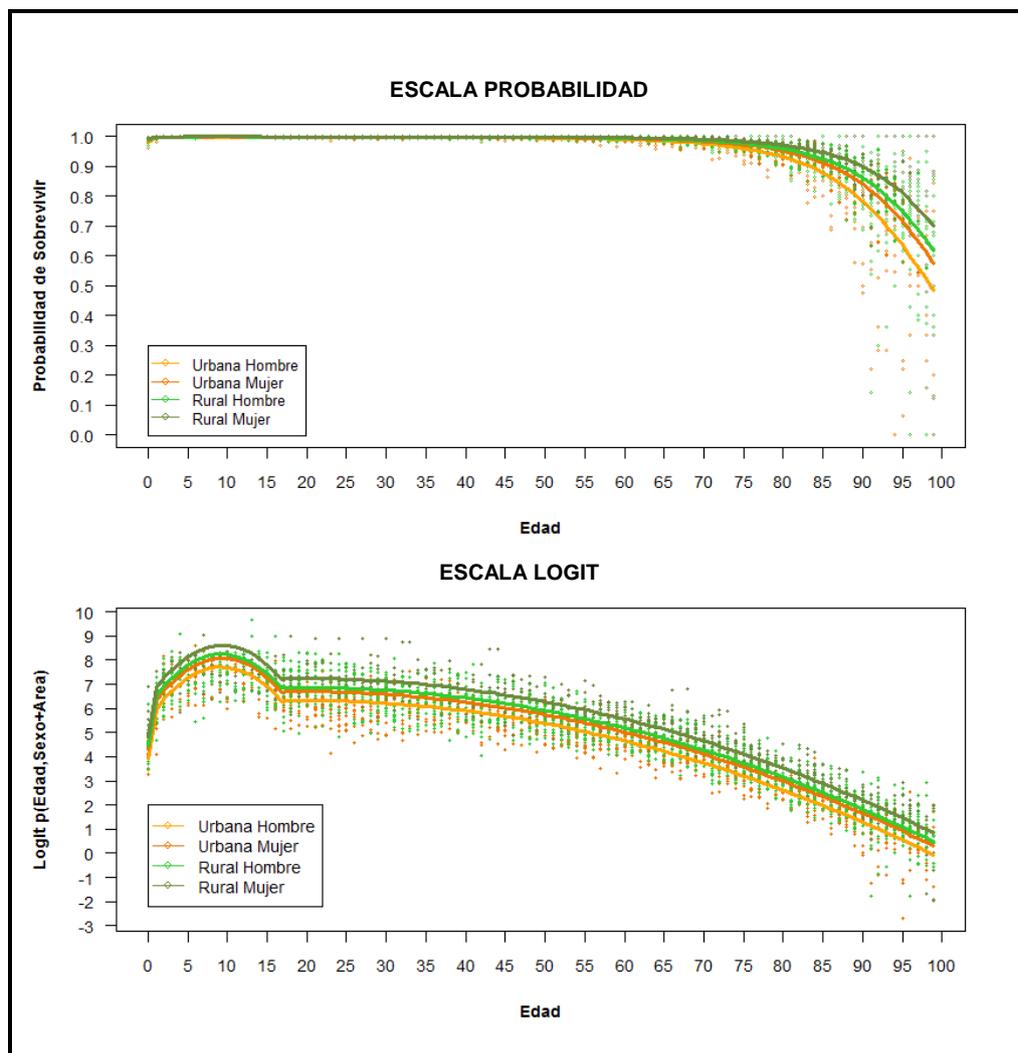
$$P(Y=1 | Edad, Sexo, Área) = \frac{1}{1 + e^{-\left(I_0\beta_0 + I_{1-16}(\beta_1 + \beta_2*(Edad-10) + \beta_3*(Edad-10)^2) + I_{\geq 17}(\beta_4 + \beta_5*(Edad-40) + \beta_6*(Edad-40)^2) - \beta_7*Sexo + \beta_8*Área \right)}}$$

Coefficientes	Estimador de beta ($\hat{\beta}$)	Error Estándar ($\hat{\beta}$)	Valor P (Wald)
I_0	3.9100	0.0269	0.0000
I_{1-16}	3.7900	0.0562	0.0000
$I_{1-16} * (Edad - 10)^2$	-0.0336	0.0072	0.0000
$I_{1-16} * (Edad - 10)$	-0.0252	0.0014	0.0000
$I_{\geq 17}$	1.9900	0.0282	0.0000
$I_{\geq 17} * (Edad - 40)$	-0.0420	0.0006	0.0000
$I_{\geq 17} * (Edad - 40)^2$	-0.0010	0.0000	0.0000
Sexo = Mujer	0.3670	0.0123	0.0000
Área = Rural	0.5380	0.0128	0.0000

Fuente: INEC, Censo de Población y Vivienda 2010, Defunciones Generales 2010 y 2011
Elaborado por: Mario Solórzano Carvajal

De acuerdo al valor p se puede determinar que existe evidencia estadística para decir que todas las variables son significativas para el modelo de regresión. En el Cuadro 21 se presentan los gráficos para el modelo planteado, la línea color verde oscuro corresponde a la estimación para las mujeres que viven en el área rural, fácilmente se puede observar que es la que presenta mayor probabilidad de supervivencia.

Cuadro 21. Gráficos: Estado de Supervivencia ~ Edad + Sexo + Área



Fuente: INEC, Censo de Población y Vivienda 2010, Defunciones Generales 2010 y 2011
 Elaborado por: Mario Solórzano Carvajal

Revisando los odds ratio para estas variables presentados en el Cuadro 22 tenemos que, fijando el resto de variables, para el sexo ser mujer aumenta en un 45% la probabilidad de sobrevivir respecto a un hombre. De manera similar para el área de residencia, si fijamos el resto de variables tenemos que vivir en el área rural aumenta en un 71% la probabilidad de sobrevivir que vivir en el área urbana.

Cuadro 22. Odds Ratio: Estado Supervivencia ~ Edad + Sexo + Área

Variables	Odd Ratio	Interpretación
Edad = 1 a 16	$e^{-0.0335 - 0.0252 \cdot (2 \cdot \text{Edad}_{1-16} - 19)}$	Una persona de 5 años tiene 1.213 veces de propensión a sobrevivir que una persona de 6 años; una persona de 8 años tiene casi igual propensión (1.043) a sobrevivir que una persona de 9 años.
Edad = mayor o igual a 17	$e^{-0.0420 - 0.0010 \cdot (2 \cdot \text{Edad}_{\geq 17} - 79)}$	Una persona de 17 años tiene casi igual propensión (1.004) a sobrevivir que una persona de 18 años; una persona de 65 años tiene casi igual propensión (0.911) a sobrevivir que una persona de 66 años; y, así con cada valor de edad en el intervalo de 17 años o más.
Sexo = Mujer	1.4427	Una mujer es 1.4 veces más propensa a sobrevivir que una persona que viva en el área urbana.
Área = Rural	1.7130	Una persona que viva en el área rural es 1.7 veces más propensa a sobrevivir que una persona que viva en el área urbana.

Fuente: INEC, Censo de Población y Vivienda 2010, Defunciones Generales 2010 y 2011
 Elaborado por: Mario Solórzano Carvajal

3.3.4 MODELO CON INTERACCIÓN: SEXO + ÁREA

El área y el sexo son variables que tienen significancia en el modelo que explica la probabilidad de supervivencia de la población, en esta sección incluiremos al modelo anterior un término de interacción entre estas dos variables para determinar qué tan afectada se ve el efecto que produce en la probabilidad de supervivencia el ser hombre ante un cambio en el área de residencia, el ser mujer ante un cambio en el área de residencia, y viceversa.

En el Cuadro 23 se presenta la tabla con los coeficientes estimados para este modelo. Respecto a la edad particionada en los tres grupos, todos son significativos puesto que su valor p es 0 con cuatro decimales de precisión y con valores estimados para los coeficientes similares al de los modelos anteriormente planteados; revisando el valor p del contraste respecto a la variable sexo cuya categoría de referencia es ser mujer, se concluye que es significativa puesto que también es de 0 su valor p, similar es la conclusión a la que llegamos con el coeficiente que acompaña a la variable área de residencia, nótese que para este modelo la interacción de sexo con área de residencia tiene un valor p que se

encuentra entre 0.05 y 0.10 lo cual no nos permite decidir con certeza si se rechaza o no la hipótesis nula de significancia de este coeficiente para el modelo, para efectos de ilustrar la interacción entre estas variables se ha decidido mantener este coeficiente en el modelo planteado.

Cuadro 23. Modelo logístico: Estado de Supervivencia ~ Edad+ Sexo + Área

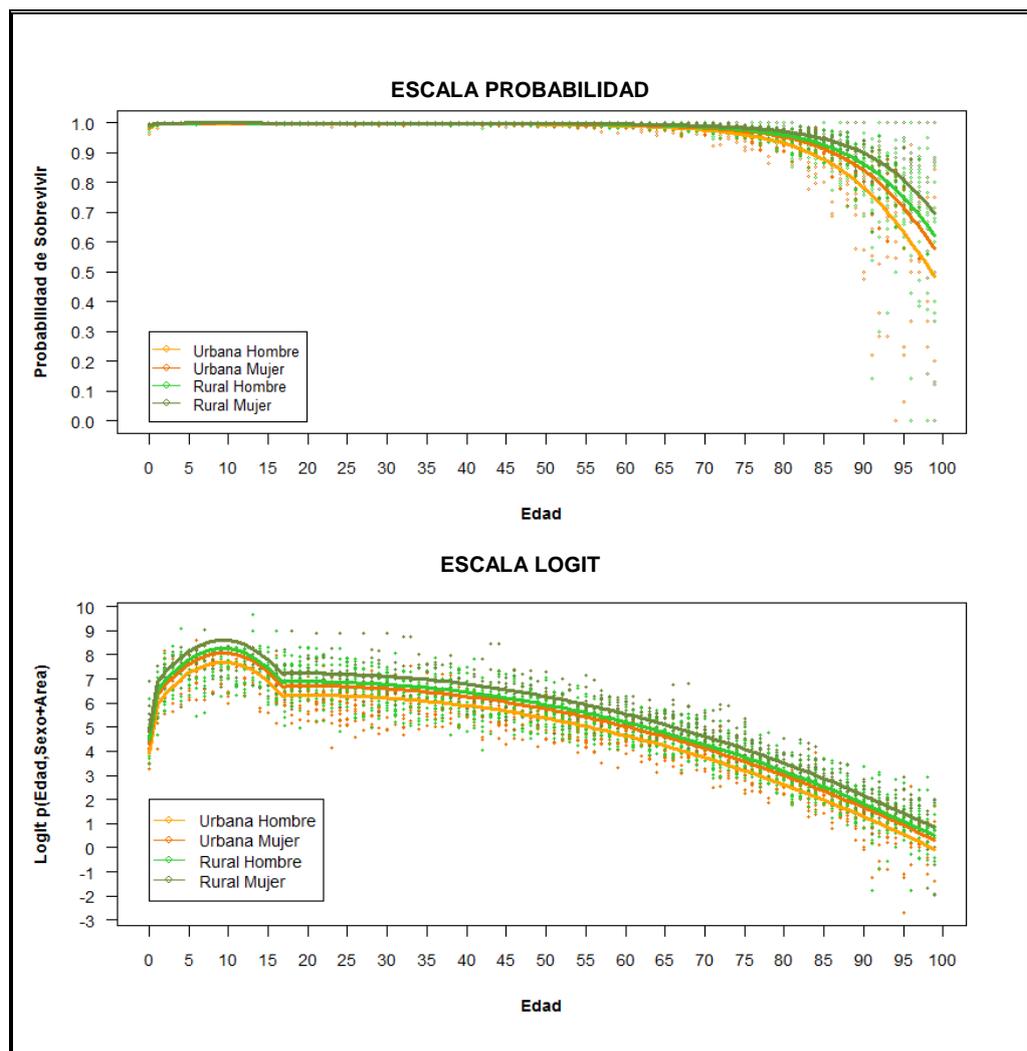
$$P(Y=1 | Edad, Sexo, Área) = \frac{1}{1 + e^{-\left(I_0\beta_0 + I_{1-16}(\beta_1 + \beta_2*(Edad-10) + \beta_3*(Edad-10)^2) + I_{\geq 17}(\beta_4 + \beta_5*(Edad-40) + \beta_6*(Edad-40)^2) + \beta_7*Sexo + \beta_8*Área + \beta_9*Sexo*Área \right)}}$$

Coeficientes	Estimador de beta ($\hat{\beta}$)	Error Estándar ($\hat{\beta}$)	Valor P (Wald)
I_0	3.9000	0.0272	0.0000
I_{1-16}	3.7900	0.0562	0.0000
$I_{1-16} * (Edad - 10)^2$	-0.0336	0.0072	0.0000
$I_{1-16} * (Edad - 10)$	-0.0252	0.0014	0.0000
$I_{\geq 17}$	1.9900	0.0282	0.0000
$I_{\geq 17} * (Edad - 40)$	-0.0421	0.0006	0.0000
$I_{\geq 17} * (Edad - 40)^2$	-0.0010	0.0000	0.0000
Sexo = Mujer	0.3820	0.0152	0.0000
Área = Rural	0.5580	0.0174	0.0000
Sexo * Área	0.0427	0.0256	0.0960

Fuente: INEC, Censo de Población y Vivienda 2010, Defunciones Generales 2010 y 2011
Elaborado por: Mario Solórzano Carvajal

Gráficamente en el Cuadro 24 se puede observar los valores estimados para este modelo por edad tanto en la escala de probabilidad como en su transformación logit. Cabe destacar que dado que existen 2 variables categóricas con 2 niveles cada una, el número de curvas estimada es de 4. Siendo las combinaciones de niveles: Hombre que vive en el área urbana, hombre que vive en el área rural, mujer que vive en el área urbana y mujer que vive en el área rural. De las cuatro combinaciones se puede notar que ser mujer y al mismo tiempo vivir en el área rural se encuentra por encima del resto de curvas en cuanto a su transformación logit.

Cuadro 24. Gráficos: Estado de Supervivencia ~ Edad + Sexo + Área + Sexo*Área



Fuente: INEC, Censo de Población y Vivienda 2010, Defunciones Generales 2010 y 2011
 Elaborado por: Mario Solórzano Carvajal

Para el cálculo de los odd ratio de un modelo con interacciones es necesario tomar en cuenta el efecto que ocasiona el cambio de nivel de una variable categórica en términos de la otra variable. En el caso de esta investigación tendríamos el odd ratio para el cambio de área de rural a urbana tanto para hombres como para mujeres; y el odd ratio para el cambio de mujer a hombre tanto para alguien que vive en el área urbana o rural.

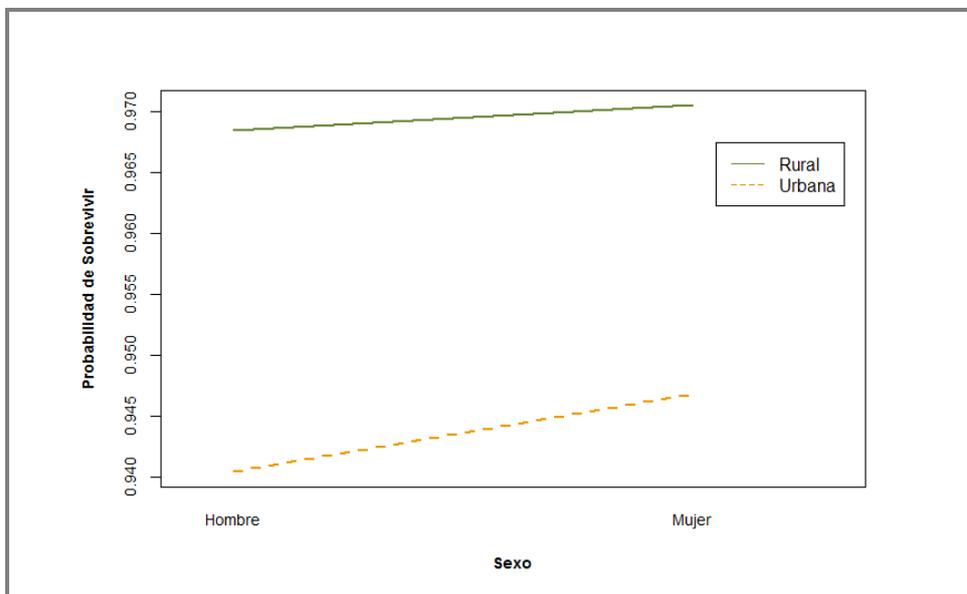
Cuadro 25. Odds Ratio: Estado Supervivencia ~ Edad + Sexo + Área + Sexo*Área

Variables	Odd Ratio	Interpretación
Edad = 1 a 16	$e^{-0.0335 - 0.0252 * (2 * Edad_{1-16} - 19)}$	Una persona de 5 años tiene 1.213 veces de propensión a sobrevivir que una persona de 6 años; una persona de 8 años tiene casi igual propensión (1.043) a sobrevivir que una persona de 9 años.
Edad = mayor o igual a 17	$e^{-0.0420 - 0.0010 * (2 * Edad_{\geq 17} - 79)}$	Una persona de 17 años tiene casi igual propensión (1.004) a sobrevivir que una persona de 18 años; una persona de 65 años tiene casi igual propensión (0.911) a sobrevivir que una persona de 66 años; y, así con cada valor de edad en el intervalo de 17 años o más.
Área = Rural (Hombre)	1.7470	Un hombre que vive en el área rural es 1.747 veces más propenso a sobrevivir que un hombre que viva en el área rural.
Área = Rural (Mujer)	1.6740	Una mujer que viva en el área rural es 1.674 veces más propensa a sobrevivir que una mujer que viva en el área urbana.
Sexo = Mujer (Urbana)	1.4650	Una persona que viva en el área urbana y es mujer es 1.465 veces más propensa a sobrevivir que una persona que viva en el área urbana y es hombre.
Sexo = Mujer (Rural)	1.403	Una persona que viva en el área rural y es mujer es 1.403 veces más propensa a sobrevivir que una persona que viva en el área rural y es hombre.

Fuente: INEC, Censo de Población y Vivienda 2010, Defunciones Generales 2010 y 2011
Elaborado por: Mario Solórzano Carvajal

Para tener una mejor apreciación de la influencia de la interacción entre el sexo y área, en el Cuadro 26 se realiza un gráfico a partir de la probabilidad de supervivencia con los datos observados interactuando entre un hombre que vive en el área urbana con uno que vive en el área rural y de manera similar para una mujer. En el eje x se define el sexo de la persona y en el eje y la probabilidad. Cada línea representa un área de residencia, siendo el área rural la de mayor probabilidad en ambos sexos, nótese que para el área urbana existe una mayor diferencia entre un hombre y una mujer ya que la pendiente de esta recta es mayor al de la pendiente que se puede observar para la recta del área rural.

Cuadro 26. Gráfico de Interacción entre Sexo y Área de Residencia



Fuente: INEC, Censo de Población y Vivienda 2010, Defunciones Generales 2010 y 2011
Elaborado por: Mario David Solórzano Carvajal

3.4. TABLAS DE MORTALIDAD

Con los resultados obtenidos de las estimaciones de los modelos de regresión logística para determinar si existe influencia del sexo, el área de residencia y la provincia de residencia, respecto a la probabilidad de supervivencia de los ciudadanos de la región sierra del Ecuador, se pudo concluir que son variables significativas y por lo tanto influyen en el aumento o disminución de la probabilidad de supervivencia. A continuación se presentan las tablas de mortalidad para cada categoría de las variables de explicación.

Cuadro 27. Tabla de Mortalidad General para la Región Sierra - Ecuador 2010

Edad	q _x	l _x	d _x	L _x	T _x	e _x
0	0.0111	100000	1112	99448	7693255	76.93
1	0.0015	98888	146	98815	7593807	76.79
2	0.0008	98742	79	98702	7494992	75.90
3	0.0006	98663	63	98632	7396290	74.97
4	0.0004	98600	42	98579	7297658	74.01
5	0.0005	98558	48	98534	7199079	73.04
6	0.0003	98510	33	98494	7100545	72.08
7	0.0003	98477	32	98461	7002051	71.10
8	0.0003	98445	33	98428	6903590	70.13
9	0.0004	98412	41	98392	6805162	69.15
10	0.0004	98371	35	98354	6706770	68.18
11	0.0003	98336	32	98320	6608416	67.20
12	0.0004	98304	40	98284	6510096	66.22
13	0.0004	98264	35	98246	6411812	65.25
14	0.0004	98229	43	98208	6313566	64.27
15	0.0005	98186	52	98160	6215358	63.30
16	0.0009	98134	86	98091	6117198	62.34
17	0.0011	98048	103	97996	6019107	61.39
18	0.0012	97945	114	97888	5921111	60.45
19	0.0012	97831	121	97770	5823223	59.52
20	0.0015	97710	144	97638	5725453	58.60
21	0.0015	97566	151	97490	5627815	57.68
22	0.0015	97415	145	97342	5530325	56.77
23	0.0017	97270	170	97185	5432983	55.85
24	0.0018	97100	175	97012	5335798	54.95
25	0.0018	96925	172	96839	5238786	54.05
26	0.0022	96753	212	96647	5141947	53.15
27	0.0022	96541	208	96437	5045300	52.26
28	0.0020	96333	195	96236	4948863	51.37
29	0.0023	96138	221	96028	4852627	50.48
30	0.0023	95917	222	95806	4756599	49.59
31	0.0021	95695	201	95594	4660793	48.70
32	0.0028	95494	263	95362	4565199	47.81
33	0.0023	95231	219	95122	4469837	46.94
34	0.0024	95012	233	94896	4374715	46.04
35	0.0023	94779	218	94670	4279819	45.16
36	0.0025	94561	233	94444	4185149	44.26
37	0.0025	94328	236	94210	4090705	43.37
38	0.0023	94092	213	93986	3996495	42.47
39	0.0023	93879	219	93770	3902509	41.57
40	0.0027	93660	251	93534	3808739	40.67
41	0.0032	93409	296	93261	3715205	39.77
42	0.0027	93113	251	92988	3621944	38.90
43	0.0029	92862	265	92730	3528956	38.00
44	0.0031	92597	287	92454	3436226	37.11
45	0.0034	92310	317	92152	3343772	36.22
46	0.0036	91993	328	91829	3251620	35.35
47	0.0036	91665	327	91502	3159791	34.47
48	0.0040	91338	367	91154	3068289	33.59
49	0.0040	90971	366	90788	2977135	32.73
50	0.0041	90605	371	90420	2886347	31.86
51	0.0061	90234	547	89960	2795927	30.99
52	0.0057	89687	511	89432	2705967	30.17
53	0.0058	89176	518	88917	2616535	29.34
54	0.0073	88658	648	88334	2527618	28.51
55	0.0065	88010	574	87723	2439284	27.72
56	0.0074	87436	643	87114	2351561	26.89
57	0.0080	86793	693	86446	2264447	26.09
58	0.0085	86100	732	85734	2178001	25.30
59	0.0091	85368	780	84978	2092267	24.51
60	0.0085	84588	718	84229	2007289	23.73
61	0.0114	83870	958	83391	1923060	22.93
62	0.0115	82912	955	82434	1839669	22.19
63	0.0118	81957	964	81475	1757235	21.44
64	0.0123	80993	995	80496	1675760	20.69
65	0.0117	79998	938	79529	1595264	19.94
66	0.0128	79060	1015	78552	1515735	19.17
67	0.0143	78045	1118	77486	1437183	18.41
68	0.0165	76927	1266	76294	1359697	17.68
69	0.0154	75661	1167	75078	1283403	16.96
70	0.0143	74494	1067	73960	1208325	16.22
71	0.0242	73427	1777	72538	1134365	15.45
72	0.0235	71650	1685	70808	1061827	14.82
73	0.0255	69965	1787	69072	991019	14.16
74	0.0296	68178	2015	67170	921947	13.52
75	0.0265	66163	1754	65286	854777	12.92
76	0.0356	64409	2294	63262	789491	12.26
77	0.0327	62115	2034	61098	726229	11.69
78	0.0379	60081	2276	58943	665131	11.07
79	0.0480	57805	2775	56418	606188	10.49
80	0.0368	55030	2024	54018	549770	9.99
81	0.0537	53006	2846	51583	495752	9.35
82	0.0523	50160	2624	48848	444169	8.86
83	0.0643	47536	3055	46008	395321	8.32
84	0.0598	44481	2661	43150	349313	7.85
85	0.0620	41820	2592	40524	306163	7.32
86	0.0733	39228	2876	37790	265639	6.77
87	0.0883	36352	3209	34748	227849	6.27
88	0.0904	33143	2997	31644	193101	5.83
89	0.1065	30146	3211	28540	161457	5.36
90	0.1017	26935	2739	25566	132917	4.93
91	0.1446	24196	3498	22447	107351	4.44
92	0.1405	20698	2908	19244	84904	4.10
93	0.1413	17790	2514	16533	65660	3.69
94	0.1671	15276	2553	14000	49127	3.22
95	0.1722	12723	2191	11628	35127	2.76
96	0.1932	10532	2035	9514	23499	2.23
97	0.2683	8497	2280	7357	13985	1.65
98	0.6226	6217	3871	4282	6628	1.07
99	1.0000	2346	2346	2346	2346	1.00

Fuente: INEC, Censo de Población y Vivienda 2010, Defunciones Generales y Nacimientos 2010 y 2011
Elaborado por: Mario David Solórzano Carvajal

Cuadro 28. Tabla de Mortalidad para la Región Sierra - Ecuador 2010 (Sexo = Hombre)

Edad	q _x	l _x	d _x	L _x	T _x	e _x
0	0.0129	100000	##	99364	7627732	76.28
1	0.0021	98712	205	98610	7528368	76.27
2	0.0012	98507	119	98448	7429758	75.42
3	0.0008	98388	78	98349	7331310	74.51
4	0.0005	98310	49	98286	7232961	73.57
5	0.0005	98261	48	98237	7134675	72.61
6	0.0005	98213	45	98190	7036438	71.64
7	0.0004	98168	36	98150	6938248	70.68
8	0.0004	98132	41	98112	6840098	69.70
9	0.0004	98091	44	98069	6741986	68.73
10	0.0005	98047	49	98022	6643917	67.76
11	0.0003	97998	31	97982	6545895	66.80
12	0.0005	97967	50	97942	6447913	65.82
13	0.0005	97917	49	97892	6349971	64.85
14	0.0006	97868	58	97839	6252079	63.88
15	0.0006	97810	63	97778	6154240	62.92
16	0.0009	97747	88	97703	6056462	61.96
17	0.0013	97659	129	97594	5958759	61.02
18	0.0012	97530	115	97472	5861165	60.10
19	0.0015	97415	150	97340	5763693	59.17
20	0.0015	97265	145	97192	5666353	58.26
21	0.0023	97120	219	97010	5569161	57.34
22	0.0018	96901	174	96814	5472151	56.47
23	0.0019	96727	184	96635	5375337	55.57
24	0.0021	96543	203	96442	5278702	54.68
25	0.0018	96340	177	96252	5182260	53.79
26	0.0024	96163	226	96050	5086008	52.89
27	0.0022	95937	209	95832	4989958	52.01
28	0.0023	95728	223	95616	4894126	51.13
29	0.0024	95505	230	95390	4798510	50.24
30	0.0019	95275	185	95182	4703120	49.36
31	0.0019	95090	178	95001	4607938	48.46
32	0.0025	94912	236	94794	4512937	47.55
33	0.0021	94676	202	94575	4418143	46.67
34	0.0023	94474	214	94367	4323568	45.76
35	0.0020	94260	186	94167	4229201	44.87
36	0.0024	94074	223	93962	4135034	43.96
37	0.0021	93851	194	93754	4041072	43.06
38	0.0023	93657	218	93548	3947318	42.15
39	0.0020	93439	190	93344	3853770	41.24
40	0.0025	93249	232	93133	3760426	40.33
41	0.0031	93017	290	92872	3667293	39.43
42	0.0036	92727	331	92562	3574421	38.55
43	0.0031	92396	282	92255	3481859	37.68
44	0.0033	92114	303	91962	3389604	36.80
45	0.0035	91811	322	91650	3297642	35.92
46	0.0026	91489	234	91372	3205992	35.04
47	0.0042	91255	382	91064	3114620	34.13
48	0.0037	90873	335	90706	3023556	33.27
49	0.0040	90538	365	90356	2932850	32.39
50	0.0036	90173	324	90011	2842494	31.52
51	0.0042	89849	382	89658	2752483	30.63
52	0.0049	89467	439	89248	2662825	29.76
53	0.0058	89028	512	88772	2573577	28.91
54	0.0061	88516	543	88244	2484805	28.07
55	0.0058	87973	514	87716	2396561	27.24
56	0.0059	87459	513	87202	2308845	26.40
57	0.0066	86946	575	86658	2221643	25.55
58	0.0064	86371	553	86094	2134985	24.72
59	0.0081	85818	697	85470	2048891	23.87
60	0.0075	85121	642	84800	1963421	23.07
61	0.0082	84479	689	84134	1878621	22.24
62	0.0098	83790	819	83380	1794487	21.42
63	0.0101	82971	840	82551	1711107	20.62
64	0.0116	82131	952	81655	1628556	19.83
65	0.0105	81179	854	80752	1546901	19.06
66	0.0123	80325	988	79831	1466149	18.25
67	0.0146	79337	1159	78758	1386318	17.47
68	0.0115	78178	902	77727	1307560	16.73
69	0.0158	77276	1219	76666	1229833	15.91
70	0.0134	76057	1016	75549	1153167	15.16
71	0.0236	75041	1773	74154	1077618	14.36
72	0.0216	73268	1585	72476	1003464	13.70
73	0.0229	71683	1643	70862	930988	12.99
74	0.0241	70040	1691	69194	860126	12.28
75	0.0300	68349	2048	67325	790932	11.57
76	0.0351	66301	2329	65136	723607	10.91
77	0.0358	63972	2289	62828	658471	10.29
78	0.0397	61683	2447	60460	595643	9.66
79	0.0502	59236	2976	57748	535183	9.03
80	0.0435	56260	2445	55038	477435	8.49
81	0.0651	53815	3504	52063	422397	7.85
82	0.0683	50311	3436	48593	370334	7.36
83	0.0804	46875	3768	44991	321741	6.86
84	0.0789	43107	3399	41408	276750	6.42
85	0.0815	39708	3237	38090	235342	5.93
86	0.1062	36471	3873	34534	197252	5.41
87	0.1123	32598	3660	30768	162718	4.99
88	0.1386	28938	4010	26933	131950	4.56
89	0.1619	24928	4037	22910	105017	4.21
90	0.1587	20891	3316	19233	82107	3.93
91	0.2087	17575	3668	15741	62874	3.58
92	0.1785	13907	2482	12666	47133	3.39
93	0.2286	11425	2611	10120	34467	3.02
94	0.2144	8814	1890	7869	24347	2.76
95	0.2879	6924	1994	5927	16478	2.38
96	0.2707	4930	1334	4263	10551	2.14
97	0.3284	3596	1181	3006	6288	1.75
98	0.4271	2415	1032	1899	3282	1.36
99	1.0000	1383	1383	1383	1383	1.00

Fuente: INEC, Censo de Población y Vivienda 2010, Defunciones Generales y Nacimientos 2010 y 2011
Elaborado por: Mario David Solórzano Carvajal

Cuadro 29. Tabla de Mortalidad para la Región Sierra - Ecuador 2010 (Sexo = Mujer)

Edad	q _x	l _x	d _x	L _x	T _x	e _x
0	0.0112	100000	1118	99441	8069082	80.69
1	0.0021	98882	204	98780	7969641	80.60
2	0.0009	98678	87	98634	7870861	79.76
3	0.0006	98591	56	98563	7772227	78.83
4	0.0006	98535	57	98506	7673664	77.88
5	0.0003	98478	32	98462	7575158	76.92
6	0.0002	98446	25	98434	7476696	75.95
7	0.0004	98421	40	98401	7378262	74.97
8	0.0003	98381	29	98366	7279861	74.00
9	0.0003	98352	33	98336	7181495	73.02
10	0.0002	98319	24	98307	7083159	72.04
11	0.0003	98295	33	98278	6984852	71.06
12	0.0003	98262	32	98246	6886574	70.08
13	0.0002	98230	21	98220	6788328	69.11
14	0.0005	98209	50	98184	6690108	68.12
15	0.0007	98159	73	98122	6591924	67.16
16	0.0008	98086	81	98046	6493802	66.21
17	0.0008	98005	83	97964	6395756	65.26
18	0.0009	97922	83	97880	6297792	64.31
19	0.0006	97839	57	97810	6199912	63.37
20	0.0005	97782	51	97756	6102102	62.41
21	0.0005	97731	53	97704	6004346	61.44
22	0.0006	97678	59	97648	5906642	60.47
23	0.0007	97619	66	97586	5808994	59.51
24	0.0008	97553	77	97514	5711408	58.55
25	0.0005	97476	49	97452	5613894	57.59
26	0.0006	97427	59	97398	5516442	56.62
27	0.0008	97368	82	97327	5419044	55.66
28	0.0007	97286	67	97252	5321717	54.70
29	0.0008	97219	80	97179	5224465	53.74
30	0.0007	97139	69	97104	5127286	52.78
31	0.0010	97070	96	97022	5030182	51.82
32	0.0008	96974	74	96937	4933160	50.87
33	0.0008	96900	79	96860	4836223	49.91
34	0.0012	96821	114	96764	4739363	48.95
35	0.0009	96707	88	96663	4642599	48.01
36	0.0009	96619	82	96578	4545936	47.05
37	0.0012	96537	121	96476	4449358	46.09
38	0.0010	96416	95	96368	4352882	45.15
39	0.0013	96321	122	96260	4256514	44.19
40	0.0014	96199	132	96133	4160254	43.25
41	0.0016	96067	155	95990	4064121	42.31
42	0.0013	95912	128	95848	3968131	41.37
43	0.0017	95784	167	95700	3872283	40.43
44	0.0013	95617	123	95556	3776583	39.50
45	0.0019	95494	182	95403	3681027	38.55
46	0.0019	95312	185	95220	3585624	37.62
47	0.0020	95127	192	95031	3490404	36.69
48	0.0024	94935	224	94823	3395373	35.77
49	0.0022	94711	205	94608	3300550	34.85
50	0.0026	94506	242	94385	3205942	33.92
51	0.0029	94264	275	94126	3111557	33.01
52	0.0034	93989	324	93827	3017431	32.10
53	0.0041	93665	383	93474	2923604	31.21
54	0.0034	93282	316	93124	2830130	30.34
55	0.0040	92966	371	92780	2737006	29.44
56	0.0043	92595	398	92396	2644226	28.56
57	0.0036	92197	335	92030	2551830	27.68
58	0.0051	91862	471	91626	2459800	26.78
59	0.0051	91391	465	91158	2368174	25.91
60	0.0045	90926	406	90723	2277016	25.04
61	0.0059	90520	535	90252	2186293	24.15
62	0.0060	89985	536	89717	2096041	23.29
63	0.0075	89449	673	89112	2006324	22.43
64	0.0071	88776	635	88458	1917212	21.60
65	0.0081	88141	710	87786	1828754	20.75
66	0.0085	87431	742	87060	1740968	19.91
67	0.0092	86689	800	86289	1653908	19.08
68	0.0097	85889	829	85474	1567619	18.25
69	0.0107	85060	907	84606	1482145	17.42
70	0.0103	84153	871	83718	1397539	16.61
71	0.0173	83282	1443	82560	1313821	15.78
72	0.0151	81839	1234	81222	1231261	15.04
73	0.0169	80605	1362	79924	1150039	14.27
74	0.0181	79243	1438	78524	1070115	13.50
75	0.0213	77805	1656	76977	991591	12.74
76	0.0249	76149	1893	75202	914614	12.01
77	0.0310	74256	2305	73104	839412	11.30
78	0.0320	71951	2301	70800	766308	10.65
79	0.0383	69650	2666	68317	695508	9.99
80	0.0326	66984	2184	65892	627191	9.36
81	0.0531	64800	3439	63080	561299	8.66
82	0.0533	61361	3272	59725	498219	8.12
83	0.0553	58089	3214	56482	438494	7.55
84	0.0564	54875	3096	53327	382012	6.96
85	0.0701	51779	3627	49966	328685	6.35
86	0.0905	48152	4358	45973	278719	5.79
87	0.1047	43794	4586	41501	232746	5.31
88	0.1107	39208	4340	37038	191245	4.88
89	0.1598	34868	5570	32083	154207	4.42
90	0.1282	29298	3756	27420	122124	4.17
91	0.2142	25542	5471	22806	94704	3.71
92	0.1724	20071	3460	18341	71898	3.58
93	0.2077	16611	3450	14886	53557	3.22
94	0.2250	13161	2961	11680	38671	2.94
95	0.2174	10200	2217	9092	26991	2.65
96	0.2358	7983	1883	7042	17899	2.24
97	0.2958	6100	1804	5198	10857	1.78
98	0.4551	4296	1955	3318	5659	1.32
99	1.0000	2341	2341	2341	2341	1.00

Fuente: INEC, Censo de Población y Vivienda 2010, Defunciones Generales y Nacimientos 2010 y 2011
Elaborado por: Mario David Solórzano Carvajal

Cuadro 30. Tabla de Mortalidad para la Región Sierra - Ecuador 2010 (Área= Urbana)

Edad	q _x	l _x	d _x	L _x	T _x	e _x
0	0.0098	100000	984	99513	7652879	76.53
1	0.0021	99016	205	98914	7553366	76.28
2	0.0010	98811	98	98762	7454452	75.44
3	0.0009	98713	87	98670	7355690	74.52
4	0.0006	98626	56	98598	7257020	73.58
5	0.0005	98570	45	98548	7158422	72.62
6	0.0003	98525	31	98510	7059874	71.66
7	0.0005	98494	48	98470	6961364	70.68
8	0.0004	98446	38	98427	6862894	69.71
9	0.0004	98408	37	98390	6764467	68.74
10	0.0005	98371	52	98345	6666077	67.76
11	0.0004	98319	36	98301	6567732	66.80
12	0.0004	98283	44	98261	6469431	65.82
13	0.0004	98239	35	98222	6371170	64.85
14	0.0006	98204	61	98174	6272948	63.88
15	0.0009	98143	90	98098	6174774	62.92
16	0.0010	98053	101	98002	6076676	61.97
17	0.0012	97952	116	97894	5978674	61.04
18	0.0012	97836	114	97779	5880780	60.11
19	0.0011	97722	112	97666	5783001	59.18
20	0.0012	97610	116	97552	5685335	58.25
21	0.0017	97494	166	97411	5587783	57.31
22	0.0013	97328	128	97264	5490372	56.41
23	0.0015	97200	150	97125	5393108	55.48
24	0.0016	97050	157	96972	5295983	54.57
25	0.0013	96893	127	96830	5199011	53.66
26	0.0016	96766	159	96686	5102181	52.73
27	0.0017	96607	168	96523	5005495	51.81
28	0.0017	96439	168	96355	4908972	50.90
29	0.0019	96271	181	96180	4812617	49.99
30	0.0015	96090	147	96016	4716437	49.08
31	0.0014	95943	138	95874	4620421	48.16
32	0.0018	95805	174	95718	4524547	47.23
33	0.0017	95631	166	95548	4428829	46.31
34	0.0021	95465	196	95367	4333281	45.39
35	0.0016	95269	156	95191	4237914	44.48
36	0.0019	95113	178	95024	4142723	43.56
37	0.0018	94935	168	94851	4047699	42.64
38	0.0019	94767	182	94676	3952848	41.71
39	0.0019	94585	181	94494	3858172	40.79
40	0.0022	94404	209	94300	3763678	39.87
41	0.0025	94195	232	94079	3669378	38.96
42	0.0024	93963	224	93851	3575299	38.05
43	0.0029	93739	270	93604	3481448	37.14
44	0.0026	93469	239	93350	3387844	36.25
45	0.0030	93230	281	93090	3294494	35.34
46	0.0023	92949	216	92841	3201404	34.44
47	0.0035	92733	323	92572	3108563	33.52
48	0.0038	92410	350	92235	3015991	32.64
49	0.0033	92060	302	91909	2923756	31.76
50	0.0036	91758	329	91594	2831847	30.86
51	0.0039	91429	356	91251	2740253	29.97
52	0.0044	91073	396	90875	2649002	29.09
53	0.0059	90677	538	90408	2558127	28.21
54	0.0049	90139	444	89917	2467719	27.38
55	0.0063	89695	564	89413	2377802	26.51
56	0.0053	89131	475	88894	2288389	25.67
57	0.0060	88656	529	88392	2199495	24.81
58	0.0070	88127	616	87819	2111103	23.96
59	0.0081	87511	707	87158	2023284	23.12
60	0.0071	86804	615	86496	1936126	22.30
61	0.0085	86189	730	85824	1849630	21.46
62	0.0092	85459	788	85065	1763806	20.64
63	0.0109	84671	925	84208	1678741	19.83
64	0.0104	83746	868	83312	1594533	19.04
65	0.0120	82878	993	82382	1511221	18.23
66	0.0139	81885	1139	81316	1428839	17.45
67	0.0150	80746	1211	80140	1347523	16.69
68	0.0142	79535	1127	78972	1267383	15.93
69	0.0162	78408	1274	77771	1188411	15.16
70	0.0148	77134	1139	76564	1110640	14.40
71	0.0255	75995	1936	75027	1034076	13.61
72	0.0248	74059	1839	73140	959049	12.95
73	0.0257	72220	1859	71290	885909	12.27
74	0.0269	70361	1891	69416	814619	11.58
75	0.0324	68470	2221	67360	745203	10.88
76	0.0394	66249	2611	64944	677843	10.23
77	0.0443	63638	2821	62228	612899	9.63
78	0.0460	60817	2797	59418	550671	9.05
79	0.0587	58020	3404	56318	491253	8.47
80	0.0483	54616	2638	53297	434935	7.96
81	0.0713	51978	3705	50126	381638	7.34
82	0.0750	48273	3620	46463	331512	6.87
83	0.0832	44653	3713	42796	285049	6.38
84	0.0838	40940	3431	39224	242253	5.92
85	0.0962	37509	3609	35704	203029	5.41
86	0.1198	33900	4060	31870	167325	4.94
87	0.1295	29840	3863	27908	135455	4.54
88	0.1492	25977	3876	24039	107547	4.14
89	0.1936	22101	4279	19962	83508	3.78
90	0.1804	17822	3216	16214	63546	3.57
91	0.2429	14606	3547	12832	47332	3.24
92	0.2045	11059	2261	9928	34500	3.12
93	0.2449	8798	2154	7721	24572	2.79
94	0.2656	6644	1765	5762	16851	2.54
95	0.2880	4879	1405	4176	11089	2.27
96	0.2885	3474	1002	2973	6913	1.99
97	0.3722	2472	920	2012	3940	1.59
98	0.5052	1552	784	1160	1928	1.24
99	1.0000	768	768	768	768	1.00

Fuente: INEC, Censo de Población y Vivienda 2010, Defunciones Generales y Nacimientos 2010 y 2011
Elaborado por: Mario David Solórzano Carvajal

Cuadro 31. Tabla de Mortalidad para la Región Sierra - Ecuador 2010 (Área= Rural)

Edad	q _x	l _x	d _x	L _x	T _x	e _x
0	0.0307	100000	3071	98456	8001157	80.01
1	0.0021	96929	200	96829	7902701	81.53
2	0.0011	96729	108	96675	7805872	80.70
3	0.0005	96621	44	96599	7709197	79.79
4	0.0005	96577	48	96553	7612598	78.82
5	0.0004	96529	34	96512	7516045	77.86
6	0.0004	96495	39	96476	7419533	76.89
7	0.0003	96456	27	96442	7323057	75.92
8	0.0003	96429	32	96413	7226615	74.94
9	0.0004	96397	39	96378	7130202	73.97
10	0.0002	96358	21	96348	7033824	73.00
11	0.0003	96337	27	96324	6937476	72.01
12	0.0004	96310	38	96291	6841152	71.03
13	0.0004	96272	35	96254	6744861	70.06
14	0.0005	96237	46	96214	6648607	69.09
15	0.0005	96191	43	96170	6552393	68.12
16	0.0007	96148	65	96116	6456223	67.15
17	0.0010	96083	93	96036	6360107	66.19
18	0.0008	95990	80	95950	6264071	65.26
19	0.0009	95910	88	95866	6168121	64.31
20	0.0007	95822	71	95786	6072255	63.37
21	0.0009	95751	86	95708	5976469	62.42
22	0.0010	95665	96	95617	5880761	61.47
23	0.0009	95569	85	95526	5785144	60.53
24	0.0011	95484	110	95429	5689618	59.59
25	0.0009	95374	87	95330	5594189	58.66
26	0.0011	95287	109	95232	5498859	57.71
27	0.0011	95178	102	95127	5403627	56.77
28	0.0011	95076	102	95025	5308500	55.83
29	0.0011	94974	106	94921	5213475	54.89
30	0.0010	94868	92	94822	5118554	53.95
31	0.0014	94776	128	94712	5023732	53.01
32	0.0012	94648	115	94590	4929020	52.08
33	0.0010	94533	94	94486	4834430	51.14
34	0.0011	94439	106	94386	4739944	50.19
35	0.0011	94333	101	94282	4645558	49.25
36	0.0011	94232	103	94180	4551276	48.30
37	0.0014	94129	135	94062	4457096	47.35
38	0.0012	93994	109	93940	4363034	46.42
39	0.0012	93885	111	93830	4269094	45.47
40	0.0014	93774	135	93706	4175264	44.52
41	0.0021	93639	196	93541	4081558	43.59
42	0.0024	93443	223	93332	3988017	42.68
43	0.0016	93220	146	93147	3894685	41.78
44	0.0017	93074	158	92995	3801538	40.84
45	0.0021	92916	197	92818	3708543	39.91
46	0.0021	92719	194	92622	3615725	39.00
47	0.0024	92525	219	92416	3523103	38.08
48	0.0018	92306	164	92224	3430687	37.17
49	0.0027	92142	246	92019	3338463	36.23
50	0.0023	91896	210	91791	3246444	35.33
51	0.0030	91686	274	91549	3154653	34.41
52	0.0038	91412	348	91238	3063104	33.51
53	0.0034	91064	306	90911	2971866	32.63
54	0.0043	90758	391	90562	2880955	31.74
55	0.0029	90367	265	90234	2790393	30.88
56	0.0046	90102	416	89894	2700159	29.97
57	0.0038	89686	340	89516	2610265	29.10
58	0.0041	89346	364	89164	2520749	28.21
59	0.0045	88982	399	88782	2431585	27.33
60	0.0045	88583	398	88384	2342803	26.45
61	0.0051	88185	447	87962	2254419	25.56
62	0.0059	87738	521	87478	2166457	24.69
63	0.0063	87217	551	86942	2078979	23.84
64	0.0080	86666	692	86320	1992037	22.99
65	0.0064	85974	549	85700	1905717	22.17
66	0.0064	85425	548	85151	1820017	21.31
67	0.0084	84877	713	84520	1734866	20.44
68	0.0068	84164	575	83876	1650346	19.61
69	0.0099	83589	825	83176	1566470	18.74
70	0.0089	82764	740	82394	1483294	17.92
71	0.0150	82024	1228	81410	1400900	17.08
72	0.0114	80796	918	80337	1319490	16.33
73	0.0139	79878	1107	79324	1239153	15.51
74	0.0154	78771	1210	78166	1159829	14.72
75	0.0186	77561	1442	76840	1081663	13.95
76	0.0198	76119	1507	75366	1004823	13.20
77	0.0228	74612	1701	73762	929457	12.46
78	0.0257	72911	1874	71974	855695	11.74
79	0.0289	71037	2056	70009	783721	11.03
80	0.0272	68981	1875	68044	713712	10.35
81	0.0456	67106	3060	65576	645668	9.62
82	0.0447	64046	2862	62615	580092	9.06
83	0.0496	61184	3035	59666	517477	8.46
84	0.0476	58149	2766	56766	457811	7.87
85	0.0541	55383	2997	53884	401045	7.24
86	0.0729	52386	3816	50478	347161	6.63
87	0.0847	48570	4116	46512	296683	6.11
88	0.0941	44454	4184	42362	250171	5.63
89	0.1237	40270	4981	37780	207809	5.16
90	0.1013	35289	3574	33502	170029	4.82
91	0.1723	31715	5464	28983	136527	4.30
92	0.1375	26251	3610	24446	107544	4.10
93	0.1776	22641	4021	20630	83098	3.67
94	0.1671	18620	3111	17064	62468	3.35
95	0.1922	15509	2982	14018	45404	2.93
96	0.2009	12527	2516	11269	31386	2.51
97	0.2252	10011	2254	8884	20117	2.01
98	0.3680	7757	2854	6330	11233	1.45
99	1.0000	4903	4903	4903	4903	1.00

Fuente: INEC, Censo de Población y Vivienda 2010, Defunciones Generales y Nacimientos 2010 y 2011
Elaborado por: Mario David Solórzano Carvajal

Cuadro 32. Tabla de Mortalidad para la Región Sierra - Ecuador 2010 (Hombre Urbana)

Edad	q _x	l _x	d _x	L _x	T _x	e _x
0	0.0142	100000	1417	99303	7377462	73.77
1	0.0022	98583	216	98475	7278159	73.83
2	0.0012	98367	114	98310	7179684	72.99
3	0.0010	98253	102	98202	7081374	72.07
4	0.0006	98151	55	98124	6983172	71.15
5	0.0005	98096	53	98070	6885048	70.19
6	0.0004	98043	37	98024	6786978	69.22
7	0.0004	98006	42	97985	6688954	68.25
8	0.0005	97964	52	97938	6590969	67.28
9	0.0005	97912	48	97888	6493031	66.31
10	0.0007	97864	69	97830	6395143	65.35
11	0.0004	97795	40	97775	6297313	64.39
12	0.0005	97755	46	97732	6199538	63.42
13	0.0006	97709	55	97682	6101806	62.45
14	0.0007	97654	69	97620	6004124	61.48
15	0.0009	97585	87	97542	5906504	60.53
16	0.0010	97498	100	97448	5808962	59.58
17	0.0015	97398	149	97324	5711514	58.64
18	0.0014	97249	141	97178	5614190	57.73
19	0.0017	97108	165	97026	5517012	56.81
20	0.0018	96943	174	96856	5419986	55.91
21	0.0028	96769	273	96632	5323130	55.01
22	0.0020	96496	196	96398	5226498	54.16
23	0.0023	96300	220	96190	5130100	53.27
24	0.0025	96080	242	95959	5033910	52.39
25	0.0022	95838	214	95731	4937951	51.52
26	0.0027	95624	262	95493	4842220	50.64
27	0.0025	95362	242	95241	4746727	49.78
28	0.0027	95120	258	94991	4651486	48.90
29	0.0028	94862	270	94727	4556495	48.03
30	0.0023	94592	218	94483	4461768	47.17
31	0.0018	94374	173	94288	4367285	46.28
32	0.0029	94201	278	94062	4272997	45.36
33	0.0024	93923	228	93809	4178935	44.49
34	0.0025	93695	238	93576	4085126	43.60
35	0.0023	93457	217	93348	3991550	42.71
36	0.0028	93240	258	93111	3898202	41.81
37	0.0021	92982	198	92883	3805091	40.92
38	0.0027	92784	251	92658	3712208	40.01
39	0.0023	92533	212	92427	3619550	39.12
40	0.0029	92321	264	92189	3527123	38.20
41	0.0030	92057	272	91921	3434934	37.31
42	0.0036	91785	332	91619	3343013	36.42
43	0.0036	91453	326	91290	3251394	35.55
44	0.0036	91127	332	90961	3160104	34.68
45	0.0043	90795	389	90600	3069143	33.80
46	0.0028	90406	258	90277	2978543	32.95
47	0.0049	90148	441	89928	2888266	32.04
48	0.0043	89707	390	89512	2798338	31.19
49	0.0043	89317	385	89124	2708826	30.33
50	0.0040	88932	358	88753	2619702	29.46
51	0.0049	88574	436	88356	2530949	28.57
52	0.0053	88138	467	87904	2442593	27.71
53	0.0070	87671	613	87364	2354689	26.86
54	0.0068	87058	595	86760	2267325	26.04
55	0.0077	86463	663	86132	2180565	25.22
56	0.0059	85800	504	85548	2094433	24.41
57	0.0077	85296	656	84968	2008885	23.55
58	0.0073	84640	617	84332	1923917	22.73
59	0.0101	84023	848	83599	1839585	21.89
60	0.0088	83175	731	82810	1755986	21.11
61	0.0092	82444	758	82065	1673176	20.29
62	0.0123	81686	1005	81184	1591111	19.48
63	0.0130	80681	1052	80155	1509927	18.71
64	0.0131	79629	1040	79109	1429772	17.96
65	0.0135	78589	1061	78058	1350663	17.19
66	0.0159	77528	1229	76914	1272605	16.41
67	0.0199	76299	1516	75541	1195691	15.67
68	0.0155	74783	1158	74204	1120150	14.98
69	0.0194	73625	1431	72910	1045946	14.21
70	0.0173	72194	1250	71569	973036	13.48
71	0.0275	70944	1954	69967	901467	12.71
72	0.0289	68990	1996	67992	831500	12.05
73	0.0300	66994	2007	65990	763508	11.40
74	0.0317	64987	2063	63956	697518	10.73
75	0.0400	62924	2514	61667	633562	10.07
76	0.0485	60410	2932	58944	571895	9.47
77	0.0509	57478	2925	56016	512951	8.92
78	0.0561	54553	3061	53022	456935	8.38
79	0.0722	51492	3717	49634	403913	7.84
80	0.0569	47775	2717	46416	354279	7.42
81	0.0764	45058	3444	43336	307863	6.83
82	0.0861	41614	3585	39822	264527	6.36
83	0.1019	38029	3874	36092	224705	5.91
84	0.0983	34155	3358	32476	188613	5.52
85	0.1115	30797	3433	29080	156137	5.07
86	0.1341	27364	3669	25530	127057	4.64
87	0.1392	23695	3297	22046	101527	4.28
88	0.1631	20398	3327	18734	79481	3.90
89	0.1973	17071	3368	15387	60747	3.56
90	0.2162	13703	2962	12222	45360	3.31
91	0.2456	10741	2638	9422	33138	3.09
92	0.2207	8103	1788	7209	23716	2.93
93	0.2633	6315	1663	5484	16507	2.61
94	0.2715	4652	1263	4020	11023	2.37
95	0.3448	3389	1169	2804	7003	2.07
96	0.3023	2220	671	1884	4199	1.89
97	0.4295	1549	665	1216	2315	1.49
98	0.5047	884	446	661	1099	1.24
99	1.0000	438	438	438	438	1.00

Fuente: INEC, Censo de Población y Vivienda 2010, Defunciones Generales y Nacimientos 2010 y 2011
Elaborado por: Mario David Solórzano Carvajal

Cuadro 33. Tabla de Mortalidad para la Región Sierra - Ecuador 2010 (Hombre Rural)

Edad	q _x	l _x	d _x	L _x	T _x	e _x
0	0.0167	100000	1674	99164	7923311	79.23
1	0.0019	98326	190	98231	7824147	79.57
2	0.0013	98136	125	98074	7725916	78.73
3	0.0005	98011	51	97986	7627842	77.83
4	0.0004	97960	41	97940	7529856	76.87
5	0.0004	97919	43	97898	7431916	75.90
6	0.0005	97876	53	97850	7334018	74.93
7	0.0003	97823	30	97808	7236168	73.97
8	0.0003	97793	30	97778	7138360	72.99
9	0.0004	97763	39	97744	7040582	72.02
10	0.0003	97724	28	97710	6942838	71.05
11	0.0002	97696	21	97686	6845128	70.07
12	0.0006	97675	55	97648	6747442	69.08
13	0.0004	97620	42	97599	6649794	68.12
14	0.0005	97578	46	97555	6552195	67.15
15	0.0004	97532	37	97514	6454640	66.18
16	0.0008	97495	73	97458	6357126	65.20
17	0.0011	97422	105	97370	6259668	64.25
18	0.0009	97317	84	97275	6162298	63.32
19	0.0013	97233	127	97170	6065023	62.38
20	0.0011	97106	105	97054	5967853	61.46
21	0.0014	97001	140	96931	5870799	60.52
22	0.0015	96861	140	96791	5773868	59.61
23	0.0014	96721	131	96656	5677077	58.70
24	0.0015	96590	144	96518	5580421	57.77
25	0.0013	96446	121	96386	5483903	56.86
26	0.0018	96325	169	96240	5387517	55.93
27	0.0016	96156	155	96078	5291277	55.03
28	0.0017	96001	166	95918	5195199	54.12
29	0.0017	95835	166	95752	5099281	53.21
30	0.0014	95669	134	95602	5003529	52.30
31	0.0019	95535	185	95442	4907927	51.37
32	0.0018	95350	168	95266	4812485	50.47
33	0.0017	95182	161	95102	4717219	49.56
34	0.0018	95021	174	94934	4622117	48.64
35	0.0015	94847	139	94778	4527183	47.73
36	0.0018	94708	169	94624	4432405	46.80
37	0.0020	94539	188	94445	4337781	45.88
38	0.0018	94351	168	94267	4243336	44.97
39	0.0016	94183	154	94106	4149069	44.05
40	0.0020	94029	185	93936	4054963	43.12
41	0.0034	93844	315	93686	3961027	42.21
42	0.0035	93529	328	93365	3867341	41.35
43	0.0023	93201	214	93094	3773976	40.49
44	0.0028	92987	256	92859	3680882	39.58
45	0.0024	92731	222	92620	3588023	38.69
46	0.0021	92509	197	92410	3495403	37.78
47	0.0032	92312	291	92166	3402993	36.86
48	0.0027	92021	253	91894	3310827	35.98
49	0.0036	91768	332	91602	3218933	35.08
50	0.0030	91436	275	91298	3127331	34.20
51	0.0032	91161	294	91014	3036033	33.30
52	0.0044	90867	395	90670	2945019	32.41
53	0.0040	90472	360	90292	2854349	31.55
54	0.0051	90112	463	89880	2764057	30.67
55	0.0034	89649	304	89497	2674177	29.83
56	0.0059	89345	524	89083	2584680	28.93
57	0.0052	88821	461	88590	2495597	28.10
58	0.0053	88360	465	88128	2407007	27.24
59	0.0056	87895	493	87648	2318879	26.38
60	0.0061	87402	531	87136	2231231	25.53
61	0.0069	86871	596	86573	2144095	24.68
62	0.0068	86275	587	85982	2057522	23.85
63	0.0070	85688	596	85390	1971540	23.01
64	0.0100	85092	850	84667	1886150	22.17
65	0.0076	84242	637	83924	1801483	21.38
66	0.0087	83605	724	83243	1717559	20.54
67	0.0095	82881	783	82490	1634316	19.72
68	0.0077	82098	635	81780	1551826	18.90
69	0.0122	81463	996	80965	1470046	18.05
70	0.0099	80467	800	80067	1389081	17.26
71	0.0199	79667	1583	78876	1309014	16.43
72	0.0149	78084	1165	77502	1230138	15.75
73	0.0166	76919	1274	76282	1152636	14.99
74	0.0176	75645	1332	74979	1076354	14.23
75	0.0216	74313	1609	73508	1001375	13.48
76	0.0226	72704	1645	71882	927867	12.76
77	0.0228	71059	1620	70249	855985	12.05
78	0.0253	69439	1756	68561	785736	11.32
79	0.0292	67683	1976	66695	717175	10.60
80	0.0318	65707	2088	64663	650480	9.90
81	0.0541	63619	3439	61900	585817	9.21
82	0.0511	60180	3077	58642	523917	8.71
83	0.0608	57103	3473	55366	465275	8.15
84	0.0599	53630	3213	52024	409909	7.64
85	0.0536	50417	2700	49067	357885	7.10
86	0.0788	47717	3762	45836	308818	6.47
87	0.0855	43955	3758	42076	262982	5.98
88	0.1127	40197	4532	37931	220906	5.50
89	0.1237	35665	4413	33458	182975	5.13
90	0.1059	31252	3310	29597	149517	4.78
91	0.1656	27942	4628	25628	119920	4.29
92	0.1286	23314	2998	21815	94292	4.04
93	0.1882	20316	3823	18404	72477	3.57
94	0.1575	16493	2597	15194	54073	3.28
95	0.2292	13896	3186	12303	38879	2.80
96	0.2337	10710	2503	9458	26576	2.48
97	0.2049	8207	1682	7366	17118	2.09
98	0.3370	6525	2199	5426	9752	1.49
99	1.0000	4326	4326	4326	4326	1.00

Fuente: INEC, Censo de Población y Vivienda 2010, Defunciones Generales y Nacimientos 2010 y 2011
 Elaborado por: Mario David Solórzano Carvajal

Cuadro 34. Tabla de Mortalidad para la Región Sierra - Ecuador 2010 (Mujer Urbana)

Edad	q _x	l _x	d _x	L _x	T _x	e _x
0	0.01226	100000	1226	99390	7862899	78.63
1	0.00195	98774	193	98678	7763509	78.60
2	0.00081	98581	80	98541	7664831	77.75
3	0.00072	98501	71	98466	7566290	76.81
4	0.00058	98430	57	98402	7467824	75.87
5	0.00037	98373	36	98355	7369422	74.91
6	0.00024	98337	24	98325	7271067	73.94
7	0.00055	98313	54	98286	7172742	72.96
8	0.00023	98259	22	98248	7074456	72.00
9	0.00026	98237	26	98224	6976208	71.01
10	0.00034	98211	33	98194	6877984	70.03
11	0.00033	98178	32	98162	6779790	69.06
12	0.00043	98146	42	98125	6681628	68.08
13	0.00015	98104	15	98096	6583503	67.11
14	0.00053	98089	52	98063	6485407	66.12
15	0.00095	98037	93	97990	6387344	65.15
16	0.00103	97944	101	97894	6289354	64.21
17	0.00084	97843	83	97802	6191460	63.28
18	0.00089	97760	87	97716	6093658	62.33
19	0.00061	97673	60	97643	5995942	61.39
20	0.00061	97613	60	97583	5898299	60.43
21	0.00065	97553	64	97521	5800716	59.46
22	0.00063	97489	61	97458	5703195	58.50
23	0.00083	97428	81	97388	5605737	57.54
24	0.00077	97347	75	97310	5508349	56.58
25	0.00045	97272	44	97250	5411039	55.63
26	0.00062	97228	60	97198	5313789	54.65
27	0.00101	97168	98	97119	5216591	53.69
28	0.00083	97070	80	97030	5119472	52.74
29	0.00100	96990	97	96942	5022442	51.78
30	0.00080	96893	78	96854	4925500	50.83
31	0.00109	96815	106	96762	4828646	49.87
32	0.00079	96709	76	96671	4731884	48.93
33	0.00111	96633	107	96580	4635213	47.97
34	0.00162	96526	156	96448	4538633	47.02
35	0.00104	96370	100	96320	4442185	46.10
36	0.00109	96270	105	96218	4345865	45.14
37	0.00147	96165	141	96094	4249647	44.19
38	0.00123	96024	118	95965	4153553	43.26
39	0.00158	95906	152	95830	4057588	42.31
40	0.00165	95754	158	95675	3961758	41.37
41	0.00203	95596	194	95499	3866083	40.44
42	0.00132	95402	126	95339	3770584	39.52
43	0.00228	95276	217	95168	3675245	38.57
44	0.00163	95059	155	94982	3580077	37.66
45	0.00193	94904	183	94812	3485095	36.72
46	0.00187	94721	177	94632	3390283	35.79
47	0.00227	94544	214	94437	3295651	34.86
48	0.00331	94330	313	94174	3201214	33.94
49	0.00239	94017	224	93905	3107040	33.05
50	0.00319	93793	299	93644	3013135	32.13
51	0.00302	93494	282	93353	2919491	31.23
52	0.00354	93212	330	93047	2826138	30.32
53	0.00499	92882	464	92650	2733091	29.43
54	0.00326	92418	302	92267	2640441	28.57
55	0.00508	92116	468	91882	2548174	27.66
56	0.00488	91648	447	91424	2456292	26.80
57	0.00447	91201	407	90998	2364868	25.93
58	0.00672	90794	610	90489	2273870	25.04
59	0.00632	90184	570	89899	2183381	24.21
60	0.00561	89614	502	89363	2093482	23.36
61	0.00783	89112	698	88763	2004119	22.49
62	0.00659	88414	583	88122	1915356	21.66
63	0.00909	87831	799	87432	1827234	20.80
64	0.00801	87032	697	86684	1739802	19.99
65	0.01069	86335	923	85874	1653118	19.15
66	0.01225	85412	1046	84889	1567244	18.35
67	0.01092	84366	922	83905	1482355	17.57
68	0.01309	83444	1093	82898	1398450	16.76
69	0.01351	82351	1113	81794	1315552	15.97
70	0.01273	81238	1034	80721	1233758	15.19
71	0.02376	80204	1906	79251	1153037	14.38
72	0.02160	78298	1691	77452	1073786	13.71
73	0.02233	76607	1711	75752	996334	13.01
74	0.02300	74896	1723	74034	920582	12.29
75	0.02673	73173	1956	72195	846548	11.57
76	0.03213	71217	2288	70073	774353	10.87
77	0.03917	68929	2700	67579	704280	10.22
78	0.03798	66229	2515	64972	636701	9.61
79	0.04767	63714	3037	62196	571729	8.97
80	0.04204	60677	2551	59402	509533	8.40
81	0.06707	58126	3898	56177	450131	7.74
82	0.06648	54228	3605	52426	393954	7.26
83	0.06958	50623	3522	48862	341528	6.75
84	0.07343	47101	3459	45372	292666	6.21
85	0.08534	43642	3725	41780	247294	5.67
86	0.10981	39917	4383	37726	205514	5.15
87	0.12276	35534	4362	33353	167788	4.72
88	0.13896	31172	4332	29006	134435	4.31
89	0.19088	26840	5123	24278	105429	3.93
90	0.15756	21717	3422	20006	81151	3.74
91	0.24096	18295	4408	16091	61145	3.34
92	0.19340	13887	2686	12544	45054	3.24
93	0.23401	11201	2621	9890	32510	2.90
94	0.26199	8580	2248	7456	22620	2.64
95	0.25726	6332	1629	5518	15164	2.39
96	0.28011	4703	1317	4044	9646	2.05
97	0.33740	3386	1142	2815	5602	1.65
98	0.50543	2244	1134	1677	2787	1.24
99	1.00000	1110	1110	1110	1110	1.00

Fuente: INEC, Censo de Población y Vivienda 2010, Defunciones Generales y Nacimientos 2010 y 2011
Elaborado por: Mario David Solórzano Carvajal

Cuadro 35. Tabla de Mortalidad para la Región Sierra - Ecuador 2010 (Mujer Rural)

Edad	q _x	l _x	d _x	L _x	T _x	e _x
0	0.0150	100,000	1502	99239	8313610	83.14
1	0.0022	98498	216	98390	8214371	83.40
2	0.0010	98282	94	98235	8115981	82.58
3	0.0004	98188	39	98168	8017746	81.66
4	0.0006	98149	56	98121	7919578	80.69
5	0.0003	98093	26	98080	7821457	79.74
6	0.0003	98067	25	98054	7723377	78.76
7	0.0003	98042	25	98030	7625323	77.78
8	0.0004	98017	36	97999	7527293	76.80
9	0.0004	97981	40	97961	7429294	75.82
10	0.0001	97941	15	97934	7331333	74.85
11	0.0003	97926	34	97909	7233399	73.87
12	0.0002	97892	22	97881	7135490	72.89
13	0.0003	97870	28	97856	7037609	71.91
14	0.0005	97842	48	97818	6939753	70.93
15	0.0005	97794	51	97768	6841935	69.96
16	0.0006	97743	57	97714	6744167	69.00
17	0.0008	97686	83	97644	6646453	68.04
18	0.0008	97603	78	97564	6548809	67.10
19	0.0005	97525	52	97499	6451245	66.15
20	0.0004	97473	40	97453	6353746	65.18
21	0.0004	97433	37	97414	6256293	64.21
22	0.0006	97396	56	97368	6158879	63.24
23	0.0004	97340	43	97318	6061511	62.27
24	0.0008	97297	80	97257	5964193	61.30
25	0.0006	97217	57	97188	5866936	60.35
26	0.0006	97160	57	97132	5769748	59.38
27	0.0006	97103	56	97075	5672616	58.42
28	0.0005	97047	47	97024	5575541	57.45
29	0.0006	97000	55	96972	5478517	56.48
30	0.0006	96945	57	96916	5381545	55.51
31	0.0008	96888	81	96848	5284629	54.54
32	0.0007	96807	71	96772	5187781	53.59
33	0.0004	96736	36	96718	5091009	52.63
34	0.0005	96700	48	96676	4994291	51.65
35	0.0007	96652	69	96618	4897615	50.67
36	0.0005	96583	48	96559	4800997	49.71
37	0.0009	96535	89	96490	4704438	48.73
38	0.0006	96446	60	96416	4607948	47.78
39	0.0008	96386	75	96348	4511532	46.81
40	0.0010	96311	92	96265	4415184	45.84
41	0.0010	96219	93	96172	4318919	44.89
42	0.0014	96126	132	96060	4222747	43.93
43	0.0009	95994	88	95950	4126687	42.99
44	0.0008	95906	73	95870	4030737	42.03
45	0.0019	95833	179	95744	3934867	41.06
46	0.0021	95654	198	95555	3839123	40.14
47	0.0016	95456	157	95378	3743568	39.22
48	0.0009	95299	84	95257	3648190	38.28
49	0.0018	95215	173	95128	3552933	37.31
50	0.0016	95042	156	94964	3457805	36.38
51	0.0028	94886	263	94754	3362841	35.44
52	0.0033	94623	314	94466	3268087	34.54
53	0.0028	94309	265	94176	3173621	33.65
54	0.0036	94044	336	93876	3079445	32.74
55	0.0025	93708	236	93590	2985569	31.86
56	0.0035	93472	327	93308	2891979	30.94
57	0.0025	93145	231	93030	2798671	30.05
58	0.0030	92914	279	92774	2705641	29.12
59	0.0034	92635	319	92476	2612867	28.21
60	0.0031	92316	284	92174	2520391	27.30
61	0.0035	92032	318	91873	2428217	26.38
62	0.0052	91714	474	91477	2336344	25.47
63	0.0057	91240	524	90978	2244867	24.60
64	0.0062	90716	562	90435	2153889	23.74
65	0.0053	90154	480	89914	2063454	22.89
66	0.0044	89674	393	89478	1973540	22.01
67	0.0075	89281	666	88948	1884062	21.10
68	0.0060	88615	533	88348	1795114	20.26
69	0.0077	88082	678	87743	1706766	19.38
70	0.0080	87404	701	87054	1619023	18.52
71	0.0104	86703	899	86254	1531969	17.67
72	0.0081	85804	693	85458	1445715	16.85
73	0.0114	85111	968	84627	1360257	15.98
74	0.0133	84143	1119	83584	1275630	15.16
75	0.0158	83024	1313	82368	1192046	14.36
76	0.0173	81711	1410	81006	1109678	13.58
77	0.0228	80301	1830	79386	1028672	12.81
78	0.0261	78471	2046	77448	949286	12.10
79	0.0287	76425	2196	75327	871838	11.41
80	0.0234	74229	1740	73359	796511	10.73
81	0.0379	72489	2746	71116	723152	9.98
82	0.0392	69743	2732	68377	652036	9.35
83	0.0400	67011	2679	65672	583659	8.71
84	0.0375	64332	2410	63127	517987	8.05
85	0.0546	61922	3378	60233	454860	7.35
86	0.0679	58544	3973	56558	394627	6.74
87	0.0842	54571	4593	52274	338069	6.20
88	0.0799	49978	3994	47981	285795	5.72
89	0.1237	45984	5686	43141	237814	5.17
90	0.0980	40298	3947	38324	194673	4.83
91	0.1776	36351	6457	33122	156349	4.30
92	0.1444	29894	4318	27735	123227	4.12
93	0.1699	25576	4346	23403	95492	3.73
94	0.1751	21230	3718	19371	72089	3.40
95	0.1684	17512	2948	16038	52718	3.01
96	0.1792	14564	2610	13259	36680	2.52
97	0.2389	11954	2856	10526	23421	1.96
98	0.3885	9098	3534	7331	12895	1.42
99	1.0000	5564	5564	5564	5564	1.00

Fuente: INEC, Censo de Población y Vivienda 2010, Defunciones Generales y Nacimientos 2010 y 2011
Elaborado por: Mario David Solórzano Carvajal

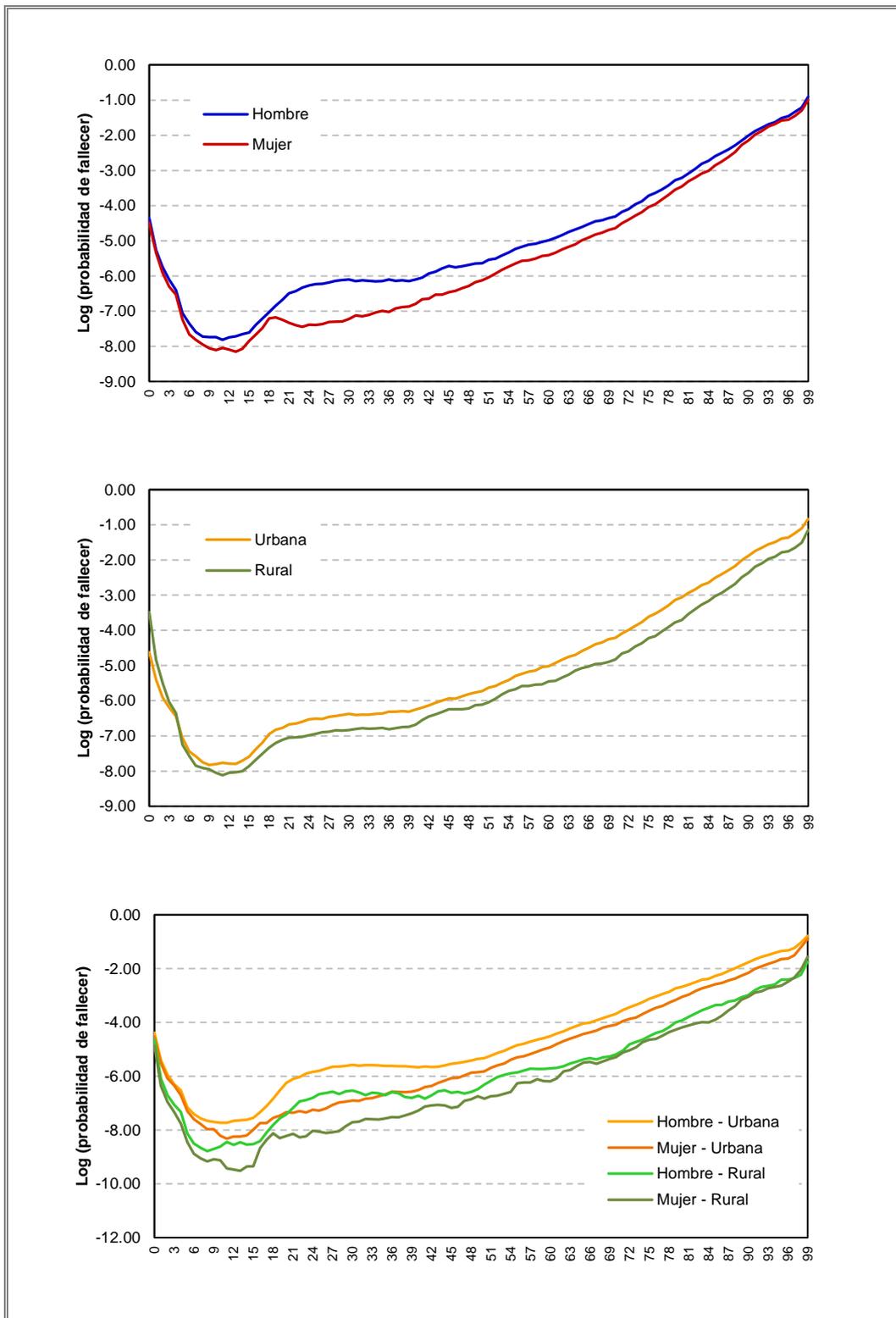
3.4.3 PROBABILIDAD DE FALLECER

En esta sección del capítulo se presentan los gráficos para la probabilidad de que una persona de edad x fallezca dentro del año siguiente, para las variables sexo área y provincia de residencia. Para una mejor apreciación de la tendencia de los resultados se grafica el logaritmo de la probabilidad y además se realiza una suavización de la serie utilizando un filtro de cinco términos.

Para el caso del Sexo del entrevistado la probabilidad de fallecer empieza a decrecer hasta los 6 años más o menos tanto para hombres como para mujeres para luego empezar a crecer a partir de los 15 años aproximadamente, nótese que en el intervalo de 15 a 35 años existe una brecha mucho mayor entre hombres y mujeres, cabe destacar que la probabilidad de fallecer siempre es mayor en cada edad para los hombres en relación a las mujeres.

En lo que respecta al área de residencia de los habitantes de la región sierra del Ecuador, ambas líneas tanto la que corresponde al área rural como la del área urbana, tienen tendencias similares en el transcurso de las edades. El área urbana tiene una probabilidad de fallecimiento menor que la del área rural, para los primeros años de vida. A partir de los cinco años de edad se observa en el *Cuadro 36* como la línea correspondiente a la probabilidad de fallecer de un individuo que vive en el área urbana es mayor que la de un individuo que viva en el área rural.

Cuadro 36. Probabilidad de fallecer según Sexo, Área e Interacción

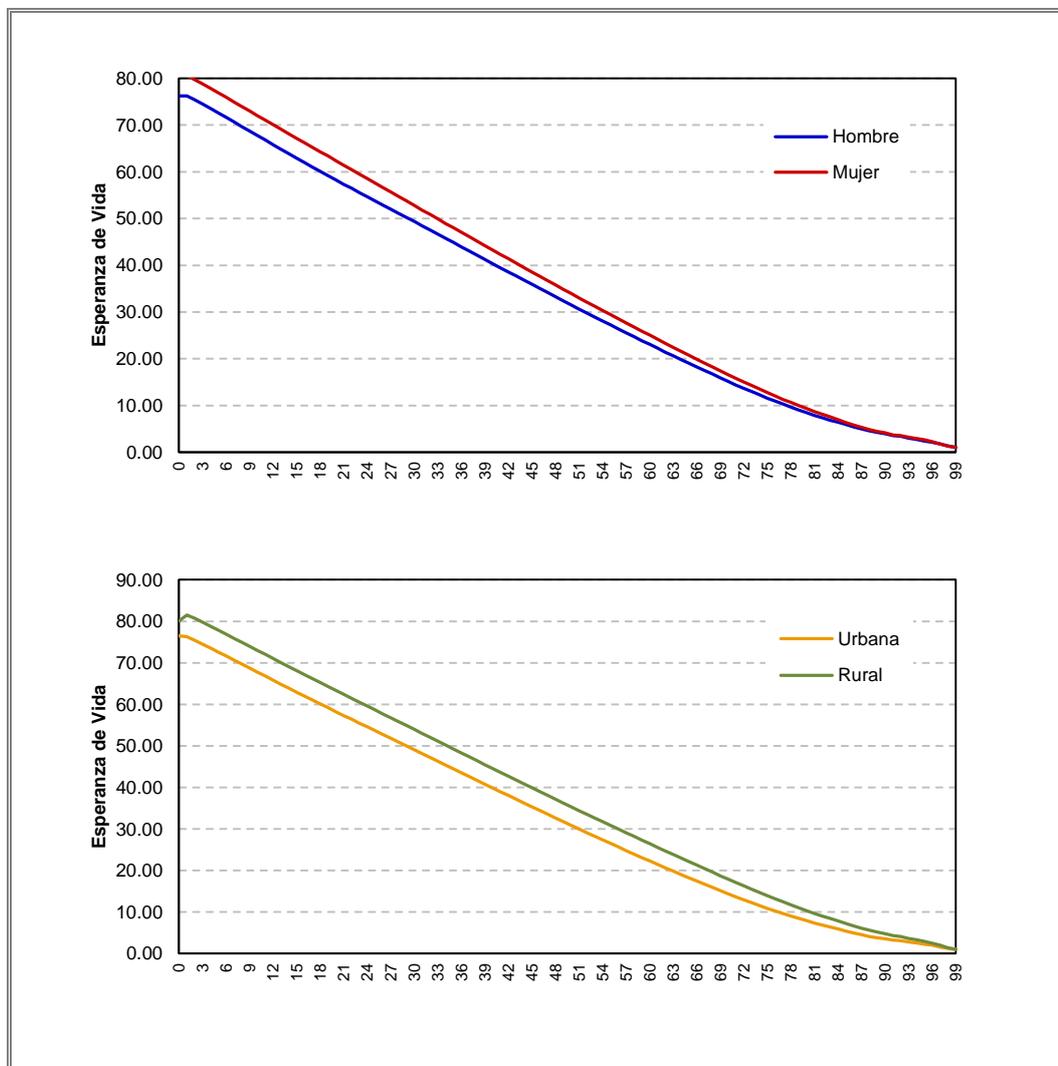


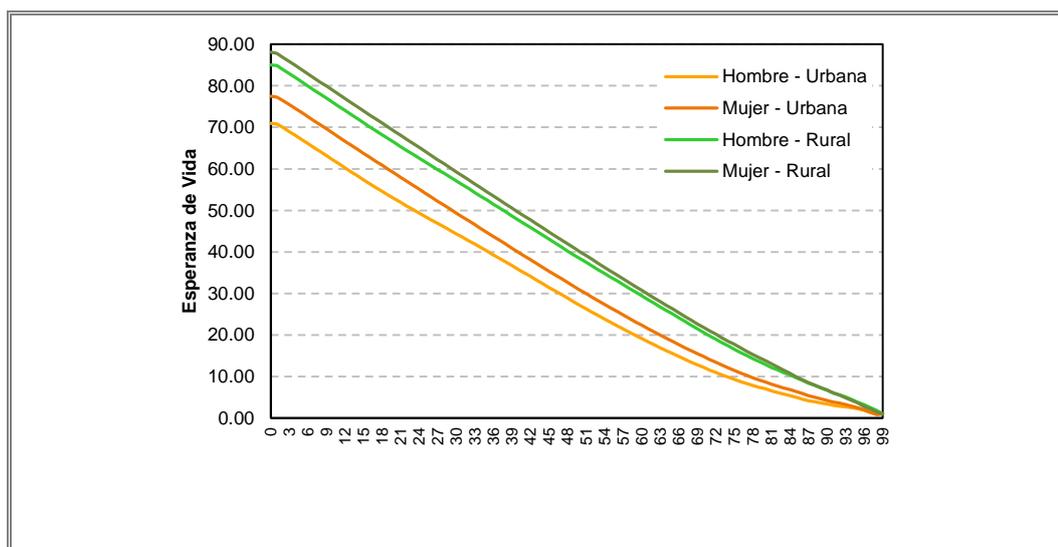
Fuente: INEC, Censo de Población y Vivienda 2010, Defunciones Generales y Nacimientos 2010 y 2011
 Elaborado por: Mario David Solórzano Carvajal

3.4.4 ESPERANZA DE VIDA

Los gráficos para la esperanza de vida de las características demográficas de segmentación se presentan en el Cuadro 37, El primero corresponde al sexo del informante y se muestra que la esperanza de vida para las mujeres se encuentra por encima de la de los hombres en todas las edades, siendo la diferencia mayor en los primeros años de vida. De manera similar se puede observar la tendencia para el área de residencia, donde el área rural siempre está por encima de la esperanza de vida del área urbana.

Cuadro 37. Esperanza de vida según Sexo, Área e Interacción





3.5. COMPARACIÓN CON OTRAS REGIONES DEL ECUADOR

El presente trabajo de titulación se concentra en el análisis de las características demográficas que influyen en la probabilidad de supervivencia de los habitantes de la región Sierra del Ecuador, pero cabe destacar que adicional a este proyecto existen dos proyectos de graduación donde se analizan los mismos factores para la población de habitantes de la región Costa y Oriente del país.

El 0.44% de la población de la Sierra (28.561) falleció en el transcurso del año siguiente al censo realizado en el 2010, mientras que las defunciones en la Costa y en el Oriente representan el 0.43% (31.242) y 0.31% (2.263) respectivamente, considerando la el número de habitantes que tiene cada región, la Costa presenta la tasa específica de fallecimiento por cada mil habitantes más alta para los hombres 5.05, en tanto que la de la Sierra es 4.92 y la del Oriente 3.78; en cuanto a las mujeres aproximadamente 4 de cada mil mujeres en la región Sierra similar es la tasa en la región Costa. En cuanto al área de residencia, la Costa tiene una tasa de fallecimiento de 5.31 para el área urbana, la Sierra 5.16 y el Oriente 4.41.

Los modelos logísticos para todas las regiones se obtienen los coeficientes que representan el área de residencia, sexo y edad de las personas resultando significativo todos los modelos en todas las regiones,

lo que nos indica que estos factores influyen la supervivencia de la población.

En cuanto a los odds ratio de las variables, resulta que en las tres regiones la propensión de sobrevivir de una mujer en relación a un hombre siempre es mayor, siendo el Oriente el de más alto incremento con un 59% entre una mujer y un hombre, la mujer de la región Costa incrementa en 54% la probabilidad de sobrevivir mientras que en la región Sierra la mujer incrementa 43%. De manera similar se analiza el área de residencia donde el cambio es más notorio para la región Costa ya que es de 3.15 mientras que para la Sierra es 1.7 y para el Oriente 1.94.

Las tablas de mortalidad para los diferentes factores que inciden en la supervivencia de la población fueron calculadas para las tres regiones y luego analizando la probabilidad de fallecer y las esperanzas de vida para cada uno de ellas se puede decir en cuanto al sexo que para las tres regiones en estudio la probabilidad de morir prevalece en los hombres por sobre las mujeres; una tendencia parecida se observa para la variable área de residencia, siendo mayor la probabilidad de muerte para los que viven en el área urbana, aunque en las regiones Sierra y Oriente en los primeros años esta probabilidad es superior para los que viven en el área rural. En relación a la interacción sexo-área, Mujer-Rural es la que presenta la menor probabilidad de muerte en la Costa y Sierra.

CAPÍTULO 4

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos para la región Sierra de esta Investigación podemos concluir respecto a las hipótesis planteadas lo siguiente:

- El promedio de edad de fallecimiento de los habitantes de la Región Sierra es de 62 años, mientras que la población tiene un promedio de edad de 29 años.
- Respecto a la influencia del sexo en la probabilidad de supervivencia de los habitantes de la Sierra, se obtuvo a través del modelo de regresión que ser mujer aumenta cerca del 42% la probabilidad de sobrevivencia en relación a un hombre.
- En el área de residencia se determina que existe una mayor probabilidad de sobrevivencia para las personas que viven en el área Rural con un odd ratio de 1.7 en relación al área urbana, es decir vivir en el área rural incrementa en un 70% la probabilidad de sobrevivir con respecto a vivir en el área urbana.
- De la interacción de sexo con área de residencia, ser mujer y vivir en el área rural es la combinación con mayor esperanza de vida al nacer siendo esta 83.14 años mientras que ser hombre y vivir en el área urbana tiene una esperanza de vida de 73.77 años.
- Un hombre que vive en el área rural tiene mayor esperanza de vida al nacer (79.23) que una mujer que vive en el área urbana (78.63).

4.2. RECOMENDACIONES

En base a las conclusiones realizadas para esta investigación se realizan las siguientes recomendaciones:

- A las empresas aseguradoras del país se recomienda tomar en cuenta para la tarificación de un seguro de vida incluir el riesgo de vivir en área urbana o rural así como en caso de no tenerlo incluido, el género del solicitante del seguro.
- Al Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), se recomienda recolectar más datos referentes a factores que podrían influir en la defunción como el nivel socioeconómico o condiciones higiénicas sanitarias.

BIBLIOGRAFÍA

- [1]. Mata, L. et al. (2015). *Risk factors associated with Mortality in patients infected with influenza A/H1N1 in Mexico*. BMC Research Notes. **8**: 432-436. Londrés-Inglaterra.
- [2]. Navarro-Perez, C. et. al. (2015). *Factores sociodemográficos y seguimiento prenatal asociados a la mortalidad perinatal en gestantes de Colombia*. 32(3): 1091-1098. .
- [3]. Seneviratne, S. et al. (2015). *Risk factors associated with mortality from breast cancer in Waikato, New Zealand: a case-control study*. Public Health Journal. **129**: 549–554. Reino Unido.
- [4]. Wilson, J. y Lorenz, K. (2015). *Modeling Binary Correlated Responses using SAS, SPSS and R*. Springer. Nueva York-Estados Unidos.
- [5]. Hinde, A. (2014). *Demographic Methods*. Routledge. Londrés-Inglaterra.
- [6]. Yusuf, F., Martins, J. y Swanson, D. (2014). *Methods of Demographic Analysis*. Springer. Nueva York-Estados Unidos.
- [7]. Fahrmeir, L. et. al. (2013). *Regression Models, Method and Application*. Springer. Nueva York-Estados Unidos.
- [8]. Mendieta, G. et al. (2013). *Incidencia de las cardiopatías congénitas y los factores asociados a la letalidad en niños nacidos en dos hospitales del Estado de México*. Gaceta Médica de México. **149**: 617-23. México D.F.-México.
- [9]. Superintendencia de Bancos y Seguros (2013). *Normas sobre el régimen de reservas técnicas*. Resolución No. JB-2013-2399. Quito-Ecuador.
- [10]. Kleinbaum, D. y Klein, M. (2012). *Survival Analysis*. Tercera Edición. Springer. Nueva York-Estados Unidos.
- [11]. Bacaër, N. (2011). *A Short History of Mathematical Population Dynamics*. Springer. Londres-Inglaterra.

- [12]. Gómez, L. (2011). *Diferencias de sexo en conductas de riesgo y tasas de mortalidad, diferencial entre hombres y mujeres*. Fundación Mapfre. Madrid-España.
- [13]. Idrovo, J. y Zavala, V. (2011). *Estudio para implantar tablas de mortalidad para uso de las empresas de seguros de vida en el Ecuador* [Tesis]. Universidad de Cuenca. Cuenca-Ecuador.
- [14]. Instituto Nacional de Estadística y Censos, INEC (2011). *Anuario de Estadísticas Vitales: Nacimientos y Defunciones*. Quito-Ecuador.
- [15]. Olivieri, A. y Pitacco, E. (2011). *Introduction to Insurance Mathematics, Technical and Financial Features of Risk Transfers*. Springer. Nueva York-Estados Unidos.
- [16]. Pieschacón, C. (2011). *El seguro de vida en América Latina*. Fundación Mapfre. Madrid-España.
- [17]. Instituto Nacional de Estadística y Censos, INEC (2010). *Memoria del VII Censo de Población y VI de Vivienda 2010*. Quito-Ecuador.
- [18]. Instituto Nacional de Estadística e Informática, INEI (2010). *Perú: Situación y Perspectivas de la Mortalidad por Sexo y Grupos de Edad, Nacional y por Departamentos, 1990 - 2025*. Lima-Perú.
- [19]. Kleinbaum, D. y Klein, M. (2010). *Logistic Regression*. Tercera Edición. Springer. Nueva York-Estados Unidos.
- [20]. Palme, M. y Sandgren, S. (2008). *Parental Income, Lifetime Income, and Mortality*. Journal of the European Economic Association. **6(4)**: 890-911. Italia.
- [21]. Kutner, M. et al. (2005). *Applied Linear Statistical Models*. Quinta Edición. McGraw-Hill. Nueva York-Estados Unidos.
- [22]. Capa, H. y Lara, K. (2004). *Construcción de tablas de mortalidad de la población ecuatoriana con base en el censo 2001 y estadísticas vitales*. Memorias del IX Encuentro de Matemática y sus aplicaciones. Escuela Politécnica Nacional. Quito-Ecuador.
- [23]. Siegel, J. y Swanson, D. (2004). *The Methods and Materials of Demography*. California-Estados Unidos

- [24]. Klein, J. y Moeschberger, M. (2003). *Survival Analysis, Techniques for Censored and Truncated Data*. Segunda Edición. Springer. Nueva York-Estados Unidos.
- [25]. Sánchez, J. (2000). *Construcción de una tabla de mortalidad para la población ecuatoriana* [Tesis]. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Guayaquil-Ecuador.
- [26]. Bowers, N. et al. (1997). *Actuarial Mathematics*. The Society of Actuaries. Illinois-Estados Unidos.

ANEXOS

Código en R para cálculo de modelos de regresión logística

```
library(haven)
library(dplyr)
library(tidyr)
` ``

# Sierra

sierra=read_spss("MATRIZ_LOGISTICA_SIERRA2010.sav")

**Modelo Base Edad**

sierra=mutate(sierra,
              I1a9=as.numeric(EDAD>0 & EDAD<10),
              I10a16=as.numeric(EDAD>=10 & EDAD<17),
              I17a50=as.numeric(EDAD>=17 & EDAD<51),
              I51mas=as.numeric(EDAD>=51))
sierra2=mutate(sierra,
               I1a16=as.numeric(EDAD>0 & EDAD<17),
               I17mas=as.numeric(EDAD>=17))
sierra2=transform(sierra2, SEXO=factor(SEXO, labels=c("Hombre", "Mujer")))
)
sierra2=transform(sierra2, AREA=factor(AREA, labels=c("Urbana", "Rural")))
)
##MODELO CUADRATICO
modcuad=glm(cbind(VIVOS, MUERTOS)~I1a16+I((EDAD-
10)*I1a16)+I(I1a16*(EDAD-10)^2)+I17mas+I(I17mas*(EDAD-
40))+I(I17mas*(EDAD-40)^2), binomial, sierra2)
##MODELO NO CUADRATICO
modlin=glm(cbind(VIVOS, MUERTOS)~I1a16+I((EDAD-
10)*I1a16)+I17mas+I(I17mas*(EDAD-40))+I(I17mas*(EDAD-
40)^2), binomial, sierra2)
##MODELO 4 LINEAS
mod4lin=glm(cbind(VIVOS, MUERTOS)~I1a9+I((EDAD-5)*I1a9)+I10a16+I((EDAD-
15)*I10a16)+I17a50+I((EDAD-35)*I17a50)+I51mas+I(I51mas*(EDAD-
75)), binomial, sierra)
summary(modlin)
summary(modcuad)
summary(mod4lin)
anova(modlin, modcuad, test = 'Chisq')
BIC(modlin, mod4lin, modcuad)
AIC(modlin, mod4lin, modcuad)
lapply(list(modlin, mod4lin, modcuad), function(m) summary(m)$deviance)

**Escala Logit**

windowsFonts(A=windowsFont("Arial"))
```

```
plot(log(I(VIVOS/MUERTOS)~EDAD,sierra2,cex=0.5,col="gray45",xlab="Edad",ylab="Logit
p(Edad)",font.lab=2,family="A",cex.lab=0.9,xaxt="n",yaxt="n")#,xlim=c(
0,20),ylim=c(3,10))
axis(1,at = seq(0, 100, by = 5),cex.axis=0.9)
axis(2,at = seq(-4, 10, by = 1),cex.axis=0.9,las=2)
abline(v=c(1,17),col="red",lty=2)
pcuad=function(x) predict(modcuad,data.frame(
  EDAD=x,I1a16=as.numeric(x>0 & x<17),I17mas=as.numeric(x>=17)))
plin=function(x) predict(modlin,data.frame(
  EDAD=x,I1a16=as.numeric(x>0 & x<17),I17mas=as.numeric(x>=17)))
p4lin=function(x) predict(mod4lin,data.frame(
  EDAD=x,I1a9=as.numeric(x>0 & x<10),I10a16=as.numeric(x>=10 &
x<17),I17a50=as.numeric(x>=17 & x<51),I51mas=as.numeric(x>=51)))
curve(plin(x),add=TRUE,col="navy",lwd=3)
curve(pcuad(x),add=TRUE,col="navy",lwd=3)
curve(p4lin(x),add=TRUE,col="navy",lwd=3)
```

****Escala Probabilidad****

```
plot(I(VIVOS/POBLACION)~EDAD,sierra2,
cex=0.5,col="gray45",xlab="Edad",ylab="Probabilidad de
Sobrevivir",font.lab=2,family="A",cex.lab=0.9,xaxt="n",yaxt="n")
axis(1,at = seq(0, 100, by = 5),cex.axis=0.9)
axis(2,at = seq(0, 1, by = 0.1),cex.axis=0.9,las=2)
pcuadb=function(x) predict(modcuad,data.frame(
  EDAD=x,I1a16=as.numeric(x>0 &
x<17),I17mas=as.numeric(x>=17)),type="response")
plinb=function(x) predict(modlin,data.frame(
  EDAD=x,I1a16=as.numeric(x>0 &
x<17),I17mas=as.numeric(x>=17)),type="response")
p4linb=function(x) predict(mod4lin,data.frame(
  EDAD=x,I1a9=as.numeric(x>0 & x<10),I10a16=as.numeric(x>=10 &
x<17),I17a50=as.numeric(x>=17 &
x<51),I51mas=as.numeric(x>=51)),type="response")
curve(pcuadb(x),add=TRUE,col="navy",lwd=3)
curve(plinb(x),add=TRUE,col="navy",lwd=3)
curve(p4linb(x),add=TRUE,col="navy",lwd=3)
```

****AREA****

```
options(digits=4)
mod2=update(modcuad, .~.+as.factor(AREA))
summary(mod2)
bet2=coef(mod2)
OR2=c(exp(bet2[1]),'exp(bet2[3]+bet2[4]*(2*sierra$EDAD-
19))','exp(bet2[6]+bet2[7]*(2*sierra$EDAD-79))',exp(bet2[8]))
p2Urb=function(x) predict(mod2,data.frame(
  EDAD=x,I1a16=as.numeric(x>0 &
x<17),I17mas=as.numeric(x>=17),AREA="Urbana"))
p2Rur=function(x) predict(mod2,data.frame(
  EDAD=x,I1a16=as.numeric(x>0 &
x<17),I17mas=as.numeric(x>=17),AREA="Rural"))
```

****Escala Logit****

```
pcola=c("orange2","darkolivegreen4")
windowsFonts(A=windowsFont("Arial"))
plot(log(I(VIVOS/MUERTOS)~EDAD,sierra2,
col=pcola[AREA],cex=0.4,pch=16,xlab="Edad",ylab="Logit
p(Edad,?rea)",font.lab=2,family="A",cex.lab=0.9,xaxt="n",yaxt="n"))
```

```
axis(1,at = seq(0, 100, by = 5),cex.axis=0.9)
axis(2,at = seq(-4, 10, by = 1),cex.axis=0.9,las=2)
legend(0,0.5,legend=c("Urbana","Rural"),col=pcola,pch=1,lty=1,
cex=0.9)
curve(p2Urb(x),col=pcola[1],add=TRUE,lwd=3,lty=1)
curve(p2Rur(x),col=pcola[2],add=TRUE,lwd=3,lty=1)

**Escala Probabilidad**

windowsFonts(A=windowsFont("Arial"))
plot(I(VIVOS/POBLACION)~EDAD,sierra2,
col=pcola[AREA],cex=0.4,pch=1,xlab="Edad",ylab="Probabilidad de
Sobrevivir",font.lab=2,family="A",cex.lab=0.9,xaxt="n",yaxt="n")
axis(1,at = seq(0, 100, by = 5),cex.axis=0.9)
axis(2,at = seq(0, 1, by = 0.1),cex.axis=0.9,las=2)
legend(0,0.3,legend=c("Urbana","Rural"),col=pcola,pch=1,lty=1,cex=0.8)
p2Urbb=function(x) predict(mod2,data.frame(
  EDAD=x,I1a16=as.numeric(x>0 &
x<17),I17mas=as.numeric(x>=17),AREA="Urbana"),
  type="response")
p2Rurb=function(x) predict(mod2,data.frame(
  EDAD=x,I1a16=as.numeric(x>0 &
x<17),I17mas=as.numeric(x>=17),AREA="Rural"),
  type="response")
curve(p2Urbb(x),col=pcola[1],add=TRUE,lwd=3)
curve(p2Rurb(x),col=pcola[2],add=TRUE,lwd=3)

**SEXO**

**Escala Logit**

pcols=c("blue3","red3")
windowsFonts(A=windowsFont("Arial"))
plot(log(I(VIVOS/MUERTOS)~EDAD,sierra2,
col=pcols[SEXO],cex=0.4,pch=16,xlab="Edad",ylab="Logit
p(Edad,Sexo)",font.lab=2,family="A",cex.lab=0.9,xaxt="n",yaxt="n")
axis(1,at = seq(0, 100, by = 5),cex.axis=0.9)
axis(2,at = seq(-4, 10, by = 1),cex.axis=0.9,las=2)
legend(0,0.5,legend=c("Hombre","Mujer"),col=pcols,pch=1,lty=1,cex=0.9)
mod3=update(modcuad,.~.+SEXO)
summary(mod3)
bet3=coef(mod3)
OR3=c(exp(bet3[1]),'exp(bet3[3]+bet3[4]*(2*sierra$EDAD-
19))','exp(bet3[6]+bet3[7]*(2*sierra$EDAD-79))',exp(bet3[8]))
p3Hom=function(x) predict(mod3,data.frame(
  EDAD=x,I1a16=as.numeric(x>0 &
x<17),I17mas=as.numeric(x>=17),SEXO="Hombre"))
p3Muj=function(x) predict(mod3,data.frame(
  EDAD=x,I1a16=as.numeric(x>0 &
x<17),I17mas=as.numeric(x>=17),SEXO="Mujer"))
curve(p3Hom(x),col=pcols[1],add=TRUE,lwd=3)
curve(p3Muj(x),col=pcols[2],add=TRUE,lwd=3)

**Escala Probabilidad**

windowsFonts(A=windowsFont("Arial"))
plot(I(VIVOS/POBLACION)~EDAD,sierra2,col=pcols[SEXO],cex=0.4,pch=1,xla
b="Edad",ylab="Probabilidad de
Sobrevivir",font.lab=2,family="A",cex.lab=0.9,xaxt="n",yaxt="n")
axis(1,at = seq(0, 100, by = 5),cex.axis=0.9)
```

```
axis(2,at = seq(0, 1, by = 0.1),cex.axis=0.9,las=2)
legend(0,0.3,legend=c("Hombre","Mujer"),col=pcols,pch=1,lty=1,cex=0.9)
p3Homb=function(x) predict(mod3,data.frame(
  EDAD=x,I1a16=as.numeric(x>0 &
x<17),I17mas=as.numeric(x>=17),SEXO="Hombre"),
  type="response")
p3Mujb=function(x) predict(mod3,data.frame(
  EDAD=x,I1a16=as.numeric(x>0 &
x<17),I17mas=as.numeric(x>=17),SEXO="Mujer"),
  type="response")
curve(p3Homb(x),col=pcols[1],add=TRUE,lwd=3)
curve(p3Mujb(x),col=pcols[2],add=TRUE,lwd=3)

**SEXO +AREA**

options(digits=4)
mod4=update(modcuad,.~.+as.factor(SEXO)+as.factor(AREA))
summary(mod4)
bet2=coef(mod4)
OR3=c(exp(bet2[1]),'exp(bet2[3]+bet2[4]*(2*sierra$EDAD-
19))','exp(bet2[6]+bet2[7]*(2*sierra$EDAD-
79))',exp(bet2[8]),exp(bet2[9]))
pUrbHom=function(x) predict(mod4,data.frame(
  EDAD=x,I1a16=as.numeric(x>0 &
x<17),I17mas=as.numeric(x>=17),SEXO="1",AREA="1"))
pUrbFem=function(x) predict(mod4,data.frame(
  EDAD=x,I1a16=as.numeric(x>0 &
x<17),I17mas=as.numeric(x>=17),SEXO="2",AREA="1"))
pRurHom=function(x) predict(mod4,data.frame(
  EDAD=x,I1a16=as.numeric(x>0 &
x<17),I17mas=as.numeric(x>=17),SEXO="1",AREA="2"))
pRurFem=function(x) predict(mod4,data.frame(
  EDAD=x,I1a16=as.numeric(x>0 &
x<17),I17mas=as.numeric(x>=17),SEXO="2",AREA="2"))

**Escala Logit**

sierra2=transform(sierra2,SEXO=as.numeric(SEXO))
sierra2=transform(sierra2,AREA=as.numeric(AREA))
pcola=c("orange","darkorange2","limegreen","darkolivegreen4")
windowsFonts(A=windowsFont("Arial"))
plot(log(I(VIVOS/MUERTOS))~EDAD,sierra2,
col=pcola[SEXO+AREA],cex=0.4,pch=16,xlab="Edad",ylab="Logit
p(Edad,Sexo+Area)",font.lab=2,family="A",cex.lab=0.9,xaxt="n",yaxt="n"
)
axis(1,at = seq(0, 100, by = 5),cex.axis=0.9)
axis(2,at = seq(-4, 10, by = 1),cex.axis=0.9,las=2)
legend(0,2,legend=c("Urbana Hombre","Urbana Mujer","Rural
Hombre","Rural Mujer"),col=pcola,pch=1,lty=1,cex=0.9)
curve(pUrbHom(x),col=pcola[1],add=TRUE,lwd=3,lty=1)
curve(pUrbFem(x),col=pcola[2],add=TRUE,lwd=3,lty=1)
curve(pRurHom(x),col=pcola[3],add=TRUE,lwd=3,lty=1)
curve(pRurFem(x),col=pcola[4],add=TRUE,lwd=3,lty=1)

**Escala Probabilidad**

windowsFonts(A=windowsFont("Arial"))
plot(I(VIVOS/POBLACION)~EDAD,sierra2,
col=pcola[SEXO+AREA],cex=0.4,pch=1,xlab="Edad",ylab="Probabilidad de
Sobrevivir",font.lab=2,family="A",cex.lab=0.9,xaxt="n",yaxt="n")
axis(1,at = seq(0, 100, by = 5),cex.axis=0.9)
```

```

axis(2,at = seq(0, 1, by = 0.1),cex.axis=0.9,las=2)
legend(0,0.3,legend=c("Urbana Hombre","Urbana Mujer","Rural
Hombre","Rural Mujer"),col=pcola,pch=1,lty=1,cex=0.8)
pUrbHom2=function(x) predict(mod4,data.frame(
  EDAD=x,I1a16=as.numeric(x>0 &
x<17),I17mas=as.numeric(x>=17),SEXO="1",AREA="1"),
  type="response")
pUrbFem2=function(x) predict(mod4,data.frame(
  EDAD=x,I1a16=as.numeric(x>0 &
x<17),I17mas=as.numeric(x>=17),SEXO="2",AREA="1"),
  type="response")
pRurHom2=function(x) predict(mod4,data.frame(
  EDAD=x,I1a16=as.numeric(x>0 &
x<17),I17mas=as.numeric(x>=17),SEXO="1",AREA="2"),
  type="response")
pRurFem2=function(x) predict(mod4,data.frame(
  EDAD=x,I1a16=as.numeric(x>0 &
x<17),I17mas=as.numeric(x>=17),SEXO="2",AREA="2"),
  type="response")
curve(pUrbHom2(x),col=pcola[1],add=TRUE,lwd=3)
curve(pUrbFem2(x),col=pcola[2],add=TRUE,lwd=3)
curve(pRurHom2(x),col=pcola[3],add=TRUE,lwd=3)
curve(pRurFem2(x),col=pcola[4],add=TRUE,lwd=3)

**SEXO +AREA + SEXO-AREA**

options(digits=4)
mod6=update(modcuad,.~.+as.factor(SEXO)+as.factor(AREA)+as.factor(SEXO
)*as.factor(AREA))
summary(mod6)
bet6=coef(mod6)
OR6=c(exp(bet6[1]),'exp(bet6[3]+bet6[4]*(2*sierra$EDAD-
19))','exp(bet6[6]+bet6[7]*(2*sierra$EDAD-
79))',exp(bet6[8]),exp(bet6[9]),exp(bet6[10]))
pUrbHom=function(x) predict(mod6,data.frame(
  EDAD=x,I1a16=as.numeric(x>0 &
x<17),I17mas=as.numeric(x>=17),SEXO="1",AREA="1"))
pUrbFem=function(x) predict(mod6,data.frame(
  EDAD=x,I1a16=as.numeric(x>0 &
x<17),I17mas=as.numeric(x>=17),SEXO="2",AREA="1"))
pRurHom=function(x) predict(mod6,data.frame(
  EDAD=x,I1a16=as.numeric(x>0 &
x<17),I17mas=as.numeric(x>=17),SEXO="1",AREA="2"))
pRurFem=function(x) predict(mod6,data.frame(
  EDAD=x,I1a16=as.numeric(x>0 &
x<17),I17mas=as.numeric(x>=17),SEXO="2",AREA="2"))

**Escala Logit**

sierra2=transform(sierra2,SEXO=as.numeric(SEXO))
sierra2=transform(sierra2,AREA=as.numeric(AREA))
pcola=c("orange","darkorange2","limegreen","darkolivegreen4")
windowsFonts(A=windowsFont("Arial"))
plot(log(I(VIVOS/MUERTOS))~EDAD,sierra2,
col=pcola[SEXO+AREA],cex=0.4,pch=16,xlab="Edad",ylab="Logit
p(Edad,Sexo+Area)",font.lab=2,family="A",cex.lab=0.9,xaxt="n",yaxt="n"
)
axis(1,at = seq(0, 100, by = 5),cex.axis=0.9)
axis(2,at = seq(-4, 10, by = 1),cex.axis=0.9,las=2)
legend(0,2,legend=c("Urbana Hombre","Urbana Mujer","Rural
Hombre","Rural Mujer"),col=pcola,pch=1,lty=1,cex=0.9)

```

```
curve(pUrbHom(x), col=pcola[1], add=TRUE, lwd=3, lty=1)
curve(pUrbFem(x), col=pcola[2], add=TRUE, lwd=3, lty=1)
curve(pRurHom(x), col=pcola[3], add=TRUE, lwd=3, lty=1)
curve(pRurFem(x), col=pcola[4], add=TRUE, lwd=3, lty=1)

**Escala Probabilidad**

windowsFonts(A=windowsFont("Arial"))
plot(I(VIVOS/POBLACION)~EDAD, sierra2,
col=pcola[SEXO+AREA], cex=0.4, pch=1, xlab="Edad", ylab="Probabilidad de
Sobrevivir", font.lab=2, family="A", cex.lab=0.9, xaxt="n", yaxt="n")
axis(1, at = seq(0, 100, by = 5), cex.axis=0.9)
axis(2, at = seq(0, 1, by = 0.1), cex.axis=0.9, las=2)
legend(0, 0.3, legend=c("Urbana Hombre", "Urbana Mujer", "Rural
Hombre", "Rural Mujer"), col=pcola, pch=1, lty=1, cex=0.8)
pUrbHom2=function(x) predict(mod6, data.frame(
  EDAD=x, I1a16=as.numeric(x>0 &
x<17), I17mas=as.numeric(x>=17), SEXO="1", AREA="1"),
  type="response")
pUrbFem2=function(x) predict(mod6, data.frame(
  EDAD=x, I1a16=as.numeric(x>0 &
x<17), I17mas=as.numeric(x>=17), SEXO="2", AREA="1"),
  type="response")
pRurHom2=function(x) predict(mod6, data.frame(
  EDAD=x, I1a16=as.numeric(x>0 &
x<17), I17mas=as.numeric(x>=17), SEXO="1", AREA="2"),
  type="response")
pRurFem2=function(x) predict(mod6, data.frame(
  EDAD=x, I1a16=as.numeric(x>0 &
x<17), I17mas=as.numeric(x>=17), SEXO="2", AREA="2"),
  type="response")
curve(pUrbHom2(x), col=pcola[1], add=TRUE, lwd=3)
curve(pUrbFem2(x), col=pcola[2], add=TRUE, lwd=3)
curve(pRurHom2(x), col=pcola[3], add=TRUE, lwd=3)
curve(pRurFem2(x), col=pcola[4], add=TRUE, lwd=3)

windowsFonts(A=windowsFont("Arial"))
pcola=c("orange2", "darkolivegreen4")
with(sierra2, interaction.plot(SEXO, AREA, VIVOS/POBLACION, mean, legend=TR
UE, trace.label="", leg.bty=1, xlab="Sexo", ylab="Probabilidad de
Sobrevivir", col=pcola[AREA], lwd=2, font.lab=2, cex.lab=0.9, cex.axis=0.9)
)
a=aggregate(cbind(VIVOS, MUERTOS)~SEXO+AREA, sierra2, sum)
with(a, interaction.plot(SEXO, AREA, log(VIVOS/MUERTOS), mean))
summary(a)
```

Código en R para calcular Tablas de Mortalidad

```
library(haven)
library(dplyr)
library(tidyr)

sierra=read_spss("C:/Users/ACADEMICO/Dropbox/Tesis
MSR/MATRIZ_LOGISTICA_SIERRA2010.sav")
nb=read_spss("C:/Users/ACADEMICO/Dropbox/Tesis MSR/NAC_2010.sav")
defsierra=read_spss("C:/Users/ACADEMICO/Dropbox/Tesis
MSR/DEF_SIERRA.sav")

##### TABLA GENERAL 2010 #####
a=xtabs(sierra$POBLACION~sierra$EDAD, sierra)
b=xtabs(sierra$MUERTOS~sierra$EDAD, sierra)
nac=table(nb$sexo)
def=table(defsierra$edad, defsierra$mesf)
qx=matrix(NA, nrow=100, ncol=1)
qx[,1]=b/a
qx[1,1]=b[1]/nac[1]
qx[100,1]=1
px=1-qx
lx=matrix(NA, nrow=100, ncol=1)
dx=matrix(NA, nrow=100, ncol=1)
lx[1]=100000
  for(j in 1:100)
  {
    dx[j]=round(lx[j]*(qx[j]))
    lx[(j+1)]=lx[j]-dx[j]
  }
a0=matrix(NA, nrow=1, ncol=1)
s=0
  for(j in 1:12)
  {
    ep=(def[1,j]/sum(def[1,]))*(j/12)
    s=s+ep
  }
a0[1,1]=s
Lx=matrix(NA, nrow=100, ncol=1)
  Lx[1,1]=a0[1,1]*lx[1]+(1-a0[1,1])*lx[2]
  for(j in 2:100)
  {
    Lx[j,1]=round(0.5*lx[j]+0.5*lx[j+1])
  }
  Lx[100,1]=dx[100]/qx[100]
Tx=matrix(NA, nrow=100, ncol=1)
  Tx[1,1]=sum(Lx[,1])
  for(j in 2:100)
  {
    Tx[j,1]=Tx[j-1,1]-Lx[j-1,1]
  }
ex=matrix(NA, nrow=100, ncol=1)
  for(j in 1:100)
  {
    ex[j,1]=Tx[j,1]/lx[j]
  }
lxs=lx[1:100]
mort=replicate(1, {matrix(NA, nrow=100, ncol=7)}, simplify=FALSE)
  mort[[1]]=matrix(c((0:99), qx, lxs, dx, Lx, Tx, ex), nrow=100, ncol=7)
  colnames(mort[[1]])=c("Edad", "qx", "lx", "dx", "Lx", "Tx", "ex")
```

```

names(mort)=c("General")
write.table(mort$`General`, "General.xls", dec=".", sep="\t")

##### TABLA SEXO 2010 #####
a=xtabs(sierra$POBLACION~sierra$EDAD+sierra$SEXO, sierra)
b=xtabs(sierra$MUERTOS~sierra$EDAD+sierra$SEXO, sierra)
nac=table(nb$sexo, nb$REGION)
def=table(defsierra$edad, defsierra$sexo, defsierra$mesf)
qx=matrix(NA, nrow=100, ncol=2)
c=1#contador
for(i in 1:2)
{
  qx[,c]=b[,i]/a[,i]
  c=c+1
}
c=1
for(i in 1:2)
{
  qx[1,c]=b[1,i]/nac[i,1]
  c=c+1
}
for(i in 1:2)
{
  qx[100,i]=1
}
px=matrix(NA, nrow=100, ncol=2)
px=1-qx
lx=matrix(NA, nrow=101, ncol=2)
dx=matrix(NA, nrow=100, ncol=2)
for(i in 1:2)
{
  lx[1,i]=100000
  for(j in 1:100)
  {
    dx[j,i]=round(lx[j,i]*(qx[j,i]))
    lx[(j+1),i]=lx[j,i]-dx[j,i]
  }
}
a0=matrix(NA, nrow=1, ncol=2)
for(i in 1:2)
{
  s=0
  for(j in 1:12)
  {
    ep=(def[1,i,j]/sum(def[1,i,]))*(j/12)
    s=s+ep
  }
  a0[1,i]=s
}
Lx=matrix(NA, nrow=100, ncol=2)
for(i in 1:2)
{
  Lx[1,i]=a0[1,i]*lx[1,i]+(1-a0[1,i])*lx[2,i]
  for(j in 2:100)
  {
    Lx[j,i]=round(0.5*lx[j,i]+0.5*lx[j+1,i])
  }
  Lx[100,i]=dx[100,i]/qx[100,i]
}

```

```

Tx=matrix(NA,nrow=100,ncol=2)
for(i in 1:2)
{
  Tx[1,i]=sum(Lx[,i])
  for(j in 2:100)
  {
    Tx[j,i]=Tx[j-1,i]-Lx[j-1,i]
  }
}
ex=matrix(NA,nrow=100,ncol=2)
for(i in 1:2)
{
  for(j in 1:100)
  {
    ex[j,i]=Tx[j,i]/lx[j,i]
  }
}
lxs=lx[1:100,]
mort=replicate(2,{matrix(NA,nrow=100,ncol=7)},simplify=FALSE)
for(i in 1:2)
{

mort[[i]]=matrix(c((0:99),qx[,i],lxs[,i],dx[,i],Lx[,i],Tx[,i],ex[,i]),
nrow=100,ncol=7)
  colnames(mort[[i]])=c("Edad","qx","lx","dx","Lx","Tx","ex")
}

names(mort)=c("Hombre","Mujer")
write.table(mort$`Hombre`,`Hombre.xls`,dec=".",sep="\t")
write.table(mort$`Mujer`,`Mujer.xls`,dec=".",sep="\t")

##### TABLA AREA 2010 #####
a=xtabs(sierra$POBLACION~sierra$EDAD+sierra$AREA,sierra)
b=xtabs(sierra$MUERTOS~sierra$EDAD+sierra$AREA,sierra)
nac=table(nb$area_res,nb$REGION)
def=table(defsierra$edad,defsierra$zonar,defsierra$mesf)
qx=matrix(NA,nrow=100,ncol=2)
c=1#contador
for(i in 1:2)
{
  qx[,c]=b[,i]/a[,i]
  c=c+1
}
c=1
for(i in 1:2)
{
  qx[1,c]=b[1,i]/nac[i,1]
  c=c+1
}
for(i in 1:2)
{
  qx[100,i]=1
}
px=matrix(NA,nrow=100,ncol=2)
px=1-qx
lx=matrix(NA,nrow=101,ncol=2)
dx=matrix(NA,nrow=100,ncol=2)
for(i in 1:2)
{
  lx[1,i]=100000
  for(j in 1:100)

```

```

    {
      dx[j,i]=round(lx[j,i]*(qx[j,i]))
      lx[(j+1),i]=lx[j,i]-dx[j,i]
    }
  }
a0=matrix(NA,nrow=1,ncol=2)
for(i in 1:2)
{
  s=0
  for(j in 1:12)
  {
    ep=(def[1,i,j]/sum(def[1,i,]))*(j/12)
    s=s+ep
  }
  a0[1,i]=s
}
Lx=matrix(NA,nrow=100,ncol=2)
for(i in 1:2)
{
  Lx[1,i]=a0[1,i]*lx[1,i]+(1-a0[1,i])*lx[2,i]
  for(j in 2:100)
  {
    Lx[j,i]=round(0.5*lx[j,i]+0.5*lx[j+1,i])
  }
  Lx[100,i]=dx[100,i]/qx[100,i]
}
Tx=matrix(NA,nrow=100,ncol=2)
for(i in 1:2)
{
  Tx[1,i]=sum(Lx[,i])
  for(j in 2:100)
  {
    Tx[j,i]=Tx[j-1,i]-Lx[j-1,i]
  }
}
ex=matrix(NA,nrow=100,ncol=2)
for(i in 1:2)
{
  for(j in 1:100)
  {
    ex[j,i]=Tx[j,i]/lx[j,i]
  }
}
lxs=lx[1:100,]
mort=replicate(2,{matrix(NA,nrow=100,ncol=7)},simplify=FALSE)
for(i in 1:2)
{
  mort[[i]]=matrix(c((0:99),qx[,i],lxs[,i],dx[,i],Lx[,i],Tx[,i],ex[,i]),
  nrow=100,ncol=7)
  colnames(mort[[i]])=c("Edad","qx","lx","dx","Lx","Tx","ex")
}

names(mort)=c("Urbana","Rural")
write.table(mort$`Urbana`,`Urbana.xls`,dec=".",sep="\t")
write.table(mort$`Rural`,`Rural.xls`,dec=".",sep="\t")

##### TABLA PROVINCIA 2010#####
a=xtabs(sierra$POBLACION~sierra$EDAD+sierra$PROVINCIA,sierra)
b=xtabs(sierra$MUERTOS~sierra$EDAD+sierra$PROVINCIA,sierra)
nac=table(nb$prov_res,nb$REGION)

```

```

nac1=c(nac[17,2],nac[2,2],nac[3,2],nac[4,2],nac[5,2],nac[6,2],nac[10,2],
nac[11,2],nac[1,2],nac[18,2],nac[23,2])
def=table(defsierra$edad,defsierra$provr,defsierra$mesf)
qx=matrix(NA,nrow=100,ncol=11)
c=1#contador
for(i in 1:11)
{
  qx[,c]=b[,i]/a[,i]
  c=c+1
}
c=1
for(i in 1:11)
{
  qx[1,c]=b[1,i]/nac1[i]
  c=c+1
}
for(i in 1:11)
{
  qx[100,i]=1
}
px=matrix(NA,nrow=100,ncol=11)
px=1-qx
lx=matrix(NA,nrow=101,ncol=11)
dx=matrix(NA,nrow=100,ncol=11)
for(i in 1:11)
{
  lx[1,i]=100000
  for(j in 1:100)
  {
    dx[j,i]=round(lx[j,i]*(qx[j,i]))
    lx[(j+1),i]=lx[j,i]-dx[j,i]
  }
}
a0=matrix(NA,nrow=1,ncol=11)
for(i in 1:11)
{
  s=0
  for(j in 1:12)
  {
    ep=(def[1,i,j]/sum(def[1,i,]))*(j/12)
    s=s+ep
  }
  a0[1,i]=s
}
Lx=matrix(NA,nrow=100,ncol=11)
for(i in 1:11)
{
  Lx[1,i]=a0[1,i]*lx[1,i]+(1-a0[1,i])*lx[2,i]
  for(j in 2:100)
  {
    Lx[j,i]=round(0.5*lx[j,i]+0.5*lx[j+1,i])
  }
  Lx[100,i]=dx[100,i]/qx[100,i]
}
Tx=matrix(NA,nrow=100,ncol=11)
for(i in 1:11)
{
  Tx[1,i]=sum(Lx[,i])
  for(j in 2:100)
  {
    Tx[j,i]=Tx[j-1,i]-Lx[j-1,i]
  }
}

```

```

    }
}
ex=matrix(NA, nrow=100, ncol=11)
for(i in 1:11)
{
  for(j in 1:100)
  {
    ex[j,i]=Tx[j,i]/lx[j,i]
  }
}
lxs=lx[1:100,]
mort=replicate(11, {matrix(NA, nrow=100, ncol=7)}, simplify=FALSE)
for(i in 1:11)
{
mort[[i]]=matrix(c((0:99), qx[,i], lxs[,i], dx[,i], Lx[,i], Tx[,i], ex[,i]),
nrow=100, ncol=7)
  colnames(mort[[i]])=c("Edad", "qx", "lx", "dx", "Lx", "Tx", "ex")
}

names(mort)=c("Pichincha", "Bolivar", "Cañar", "Carchi", "Cotopaxi", "Chimborazo", "Imbabura", "Loja", "Azuay", "Tungurahua", "Sto. Domingo")
write.table(mort$`Pichincha`, "Pichincha.xls", dec=".", sep="\t")
write.table(mort$`Bolivar`, "Bolivar.xls", dec=".", sep="\t")
write.table(mort$`Cañar`, "Cañar.xls", dec=".", sep="\t")
write.table(mort$`Carchi`, "Carchi.xls", dec=".", sep="\t")
write.table(mort$`Cotopaxi`, "Cotopaxi.xls", dec=".", sep="\t")
write.table(mort$`Chimborazo`, "Chimborazo.xls", dec=".", sep="\t")
write.table(mort$`Imbabura`, "Imbabura.xls", dec=".", sep="\t")
write.table(mort$`Loja`, "Loja.xls", dec=".", sep="\t")
write.table(mort$`Azuay`, "Azuay.xls", dec=".", sep="\t")
write.table(mort$`Tungurahua`, "Tungurahua.xls", dec=".", sep="\t")
write.table(mort$`Sto. Domingo`, "Sto. Domingo.xls", dec=".", sep="\t")

##### TABLA SEXO - AREA 2010 #####
a=xtabs(sierra$POBLACION~sierra$EDAD+sierra$SEXO+sierra$AREA, sierra)
b=xtabs(sierra$MUERTOS~sierra$EDAD+sierra$SEXO+sierra$AREA, sierra)
nac=table(nb$sexo, nb$area_res, nb$REGION)
nac1=c(nac[1,1,2], nac[1,2,2], nac[2,1,2], nac[2,2,2])
def=table(defsierra$edad, defsierra$sexo, defsierra$zonar, defsierra$mesf)
)
qx=matrix(NA, nrow=100, ncol=4)
c=1#contador
for(i in 1:2)
{
  for (j in 1:2)
  {
    qx[,c]=b[,i,j]/a[,i,j]
    c=c+1
  }
}
c=1
for(i in 1:2)
{
  for(j in 1:2)
  {
    qx[1,c]=b[1,i,j]/nac[i,j,2]
    c=c+1
  }
}
for(i in 1:4)

```

```

{
  qx[100,i]=1
}
px=matrix(NA,nrow=100,ncol=4)
px=1-qx
lx=matrix(NA,nrow=101,ncol=4)
dx=matrix(NA,nrow=100,ncol=4)
for(i in 1:4)
{
  lx[1,i]=100000
  for(j in 1:100)
  {
    dx[j,i]=round(lx[j,i]*(qx[j,i]))
    lx[(j+1),i]=lx[j,i]-dx[j,i]
  }
}
a0=matrix(NA,nrow=1,ncol=4)
c=1
for(i in 1:2)
{
  for (j in 1:2)
  {
    s=0
    for(k in 1:12)
    {
      ep=(def[1,i,j,k]/sum(def[1,i,j,]))*(k/12)
      s=s+ep
    }
    a0[1,c]=s
    c=c+1
  }
}
Lx=matrix(NA,nrow=100,ncol=4)
for(i in 1:4)
{
  Lx[1,i]=a0[1,i]*lx[1,i]+(1-a0[1,i])*lx[2,i]
  for(j in 2:100)
  {
    Lx[j,i]=round(0.5*lx[j,i]+0.5*lx[j+1,i])
  }
  Lx[100,i]=dx[100,i]/qx[100,i]
}
Tx=matrix(NA,nrow=100,ncol=4)
for(i in 1:4)
{
  Tx[1,i]=sum(Lx[,i])
  for(j in 2:100)
  {
    Tx[j,i]=Tx[j-1,i]-Lx[j-1,i]
  }
}
ex=matrix(NA,nrow=100,ncol=4)
for(i in 1:4)
{
  for(j in 1:100)
  {
    ex[j,i]=Tx[j,i]/lx[j,i]
  }
}
lxs=lx[1:100,]
mort=replicate(4,{matrix(NA,nrow=100,ncol=7)},simplify=FALSE)

```

```
for(i in 1:4)
{
mort[[i]]=matrix(c((0:99), qx[,i], lxs[,i], dx[,i], Lx[,i], Tx[,i], ex[,i]),
nrow=100, ncol=7)
  colnames(mort[[i]])=c("Edad", "qx", "lx", "dx", "Lx", "Tx", "ex")
}

names(mort)=c("Hombre - Urbana", "Hombre - Rural", "Mujer - Urbana",
"Mujer - Rural")
write.table(mort$`Hombre - Urbana`, "Hombre -
Urbana.xls", dec=".", sep="\t")
write.table(mort$`Hombre - Rural`, "Hombre -
Rural.xls", dec=".", sep="\t")
write.table(mort$`Mujer - Urbana`, "Mujer -
Urbana.xls", dec=".", sep="\t")
write.table(mort$`Mujer - Rural`, "Mujer - Rural.xls", dec=".", sep="\t")
```