



# TABLAS DE MORTALIDAD DE CHILE 1992-2050

## DOCUMENTO METODOLÓGICO

---

SUBDEPARTAMENTO DE DEMOGRAFÍA

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS

Enero / 2023

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS  
Subdirección Técnica  
Departamento de Estadísticas Demográficas y Sociales  
Subdepartamento de Demografía  
Jefatura: Miguel Ojeda Labourdette  
Coordinador: Andrés Alegría Silva  
Analista: Gonzalo Ghío Suárez

Dirección: Morandé 801, piso 22, Santiago de Chile  
Casilla de correo: 498 – Correo 3  
Teléfono: 562 2892 4000  
Sitio web: [www.ine.gob.cl](http://www.ine.gob.cl)  
Correo electrónico: [ine@ine.gob.cl](mailto:ine@ine.gob.cl)  
Facebook: @ChileINE  
Twitter: @INE\_Chile  
Instagram: @chile.ine  
Linkedin: Instituto Nacional de Estadísticas de Chile  
Youtube: @inechileoficial

## ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
I. TABLAS DE MORTALIDAD EN EL CONTEXTO DE LA ELABORACIÓN DE LAS ESTIMACIONES Y PROYECCIONES DE POBLACIÓN .....	2
1. Las Tablas de Mortalidad.....	2
2. Tablas de Mortalidad en las Estimaciones y Proyecciones de Población .....	3
II. ASPECTOS GENERALES .....	5
1. Tablas de mortalidad nacionales y regionales .....	5
2. Fuentes de Información .....	6
3. Abreviaturas .....	6
III. METODOLOGÍA DE LAS TABLAS DE MORTALIDAD.....	7
1. Tablas de Mortalidad Observadas.....	7
1.1. Tasas de mortalidad por sexo y edad (1-100 y más).....	7
1.2. Tasa de mortalidad por sexo a la edad de 0 años.....	9
1.3. Construcción de las tablas de mortalidad observadas para los años 1992, 2002 y 2016.....	10
2. Ajuste de las probabilidades de fallecer a cada edad ( $q(x)$ ).....	10
3. Tablas de mortalidad estimadas y proyectadas .....	21
3.1. Interpolación de la esperanza de vida al nacer.....	21
3.2. Interpolación de las probabilidades de fallecer .....	21
3.3. Iteración .....	23
3.4. Construcción de las tablas de mortalidad estimadas y proyectadas para el período 1992-2050 .....	23
IV. CONSIDERACIONES FINALES .....	24
V. ANEXOS .....	26
1. Tabla de Mortalidad .....	26
2. Descripción general de las Tablas de Mortalidad .....	27
VI. BIBLIOGRAFÍA.....	37

## INTRODUCCIÓN

Las Tablas de Mortalidad son una herramienta demográfica de gran utilidad para describir la mortalidad de una población en un determinado contexto. Presentan algunos de los indicadores más relevantes y conocidos de la mortalidad, como la esperanza de vida al nacer, pero también otros menos conocidos, aunque igualmente relevantes, como las esperanzas de vida por edad o temporarias, las probabilidades de muerte y de supervivencia por edad, entre otras. De esta manera, posibilitan un mejor análisis demográfico de la mortalidad, ya que resumen el nivel y la estructura de las defunciones según sexo y edad en el país.

El presente informe da cuenta de la metodología empleada para construir las Tablas de Mortalidad (o Tablas de Vida), a nivel país para el período 1992-2050 y a nivel regional para el período 2002-2035, en el marco de la elaboración de las Estimaciones y Proyecciones de Población nacionales y regionales base censo 2017 (INE, 2018). Es importante tener presente que la información utilizada para elaborar las Tablas de Mortalidad fue la disponible hasta el momento de su confección (véase sección II.2.), por lo que no muestran el impacto de la pandemia de COVID-19 en la mortalidad. Cuando se disponga de datos consolidados y validados sobre las defunciones por causas de muerte de 2020, se realizará un análisis del impacto de la pandemia en la mortalidad nacional.

Las Tablas de Mortalidad se entregan a nivel de edad simple, para cada sexo y cada uno de los años del período. Su elaboración se realizó a través de dos fases generales: primero, la generación de Tablas de Mortalidad empíricas u observadas, para los años censales de 1992, 2002 y 2016 a nivel país y 2002 y 2016 a nivel regional; en segundo lugar, la confección de las Tablas de Mortalidad estimadas y proyectadas para el período completo de ambos niveles. La metodología seguida a nivel nacional y regional fue prácticamente la misma, por lo que este informe se refiere a ambos niveles administrativos.

En el primer capítulo de este documento se presenta el contexto en el cual se elaboraron las Tablas de Mortalidad; en el segundo capítulo se clarifican algunos aspectos generales de las tablas; en el tercer capítulo se pone a disposición en detalle la metodología desarrollada y, en el cuarto capítulo, se entregan las consideraciones finales del trabajo.

## I. TABLAS DE MORTALIDAD EN EL CONTEXTO DE LA ELABORACIÓN DE LAS ESTIMACIONES Y PROYECCIONES DE POBLACIÓN

En este apartado se introducen los fundamentos de contexto para comprender las características de las Tablas de Mortalidad en tanto instrumento para la descripción de la mortalidad, y su relación con las Estimaciones y Proyecciones de Población (EEPP) base 2017, ya que las tablas estimadas y proyectadas que se presentan en este documento se elaboran en el proceso de producción de las EEPP.

### 1. Las Tablas de Mortalidad

---

Las Tablas de Mortalidad corresponden a una tabla estadística probabilística que presenta un modelo teórico de la mortalidad. Una Tabla de Mortalidad muestra cómo la mortalidad afectaría a una población a través de la extinción de una cohorte hipotética de nacimientos, que habitualmente es de 100.000 personas, si se mantuvieran constantes en el tiempo las probabilidades de muerte por edad del año de nacimiento de dicha cohorte. Así, la tabla muestra cómo dicha población inicial de 100.000 personas disminuye a medida que aumenta la edad de sus miembros, haciendo un seguimiento de los(as) sobrevivientes hasta el fallecimiento de toda la cohorte en el grupo de edad final de la tabla, que en este caso es de 100 años y más. Además, la Tabla de Mortalidad presenta diversos indicadores de la mortalidad y de la relación entre la población y la mortalidad.

Las Tablas de Mortalidad se elaboran y presentan separadas por sexo, ya que hombres y mujeres presentan patrones de mortalidad significativamente diferentes. La edad habitualmente se presenta a nivel de edad simple o a nivel de grupos quinquenales de edad, en cuyo caso se habla de Tabla de Mortalidad “abreviada”. Las tablas abreviadas se usan cuando la información de la mortalidad con la que se elaboran tiene problemas de confiabilidad, por ejemplo, con los registros de edad de los fallecimientos. El grupo final de la tabla se relaciona con el volumen de población que alcanza las edades más avanzadas, y con la confiabilidad de la información acerca de los fallecimientos de dichas personas, estando relacionados ambos factores. En las actuales Tablas de Mortalidad se pudo establecer como grupo de edad final los 100 años y más, por sobre los 80 años y más que se emplearon en las anteriores EEPP (INE-CELADE, S/Fa). Así, las tablas muestran el número de personas que teóricamente llegarían a la edad de 100 años y más (por ejemplo, 1.241 personas según la tabla de mujeres de 1992 mostrada en el anexo 1), sin ya poder desglosar la información para edades superiores.

## 2. Tablas de Mortalidad en las Estimaciones y Proyecciones de Población

---

El proceso de producción de las Tablas de Mortalidad presentadas en este informe se llevó a cabo en el marco de la generación de las Estimaciones y Proyecciones de Población (EEPP) a nivel nacional y regional a partir de la información del Censo de Población y Vivienda de 2017. En este apartado se especifica el rol de las Tablas de Mortalidad en ese marco, cuál es el momento en el que se elaboran en el proceso de producción de las EEPP, cuál es la relación de las tablas con la mortalidad observada, y cuál es el rol de las tablas estimadas y proyectadas en las EEPP.

Las EEPP a nivel nacional y regional se realizaron utilizando el método de los componentes demográficos. En síntesis, esta metodología<sup>1</sup> primero realiza estimaciones (para el período observado, hasta 2016) y proyecciones (para el período futuro, de 2017 en adelante) de cada uno de los tres componentes de la dinámica demográfica: nacimientos, defunciones y migración. Luego, se efectúa un proceso de “conciliación”, en el que las estimaciones de los tres componentes se ajustan en conjunto, armonizándolas con la información disponible de la estructura de la población, en este caso, a través de los censos de 1992, 2002 y 2017, la cual, a su vez, es evaluada y corregida, ya que todo censo presenta cierto grado de omisión, errores en la declaración de edad, entre otras consideraciones.

Así, las EEPP generadas a partir de una metodología demográfica hacen un análisis del nivel y estructura de cada uno de los componentes demográficos por separado, lo que permite determinar cómo afectan estos componentes al conjunto de la población y a sus diferentes grupos de sexo y edad. De esta manera, la metodología demográfica de las EEPP implica elaborar Tablas de Mortalidad<sup>2</sup>. Una vez establecidas las Tablas de Mortalidad, en el proceso de conciliación se utiliza su información para definir el número de fallecidos(as) anuales por sexo y edad. Esto se realizó mediante la función de la Tabla de Mortalidad denominada Relaciones de Supervivencia ( $P(x,x+n)$ ), la cual determina la probabilidad de la población viva en el año  $x$  de sobrevivir el intervalo de años entre  $x$  y  $x+n$  (véase anexo 2). Para obtener el número de defunciones anuales del período estimado y proyectado, se utiliza el complemento de esta función ( $1-P(x,x+n)$ ), año a año, para ponderar la población de cada edad/sexo.

La conciliación es un proceso analítico e iterativo entre poblaciones censales, que toma una población inicial (en este caso del censo de 1992) que se ajusta a las dinámicas anuales de los tres componentes demográficos (nacimientos, defunciones y migración), analizando y contrastando los resultados con

---

<sup>1</sup> Para una explicación más detallada de esta metodología, véase (CELADE, 1984), (INE, 2018) e (INE, 2019b).

<sup>2</sup> El resto de los niveles para los que se elaboraron EEPP, el regional urbano/rural, el comunal y el comunal urbano/rural, se realizaron mediante metodologías matemáticas, las que no trabajan los tres componentes demográficos de manera separada, sino el conjunto de la población (véase (INE, 2019a), (INE, 2019b) e (INE, 2021). Por este motivo, a estos niveles no se establecieron Tablas de Mortalidad.

los siguientes censos, de modo de obtener una población que evolucione armónicamente durante todo el período estimado. Este proceso es particularmente complejo en el caso del nivel regional, ya que al componente de la migración internacional se le suma la migración entre regiones que, además de ser inestable como todo flujo migratorio, es poco conocida ya que se tiene información parcial de ella solo a través de los censos de población.

A lo largo del proceso de conciliación demográfica, tanto a nivel nacional como regional, el componente de la mortalidad no se modificó (a diferencia de lo ocurrido con la fecundidad y la migración inicialmente establecidas), por lo que las Tablas de Mortalidad no sufrieron ajustes (INE, 2018; INE, 2019b). Sin embargo, cabe señalar que el número de defunciones por sexo y edad que se desprenden de las  $P(x, x+n)$ , solo se estableció de manera definitiva cuando concluyó este proceso y se determinó la población para el período estimado. En ese sentido, las Tablas de Mortalidad producidas en el marco del proceso de confección de las EEPP aunque, como se verá más adelante, usan como insumo central las tablas observadas, no son en sí mismas “tablas empíricas”, ya que no se elaboran directamente con la información de las defunciones registradas ni empleando la población oficial de las EEPP; por el contrario, son un insumo para obtener esta población. Esto es así, debido a que se considera preferible que los indicadores que se desprenden de las Tablas de Mortalidad oficiales del país se sustraigan de las fluctuaciones puntuales que tienen las defunciones observadas, ajustándose a las tendencias de largo plazo que, salvo situaciones excepcionales, son estables, siendo así un instrumento analítico confiable para el estudio de las tendencias de la mortalidad.

## II. ASPECTOS GENERALES

En esta sección se detallan tres aspectos generales de las Tablas de Mortalidad: algunas particularidades de las tablas regionales que son necesarias tener en consideración, las fuentes de información usadas en la construcción de las tablas y un glosario de abreviaturas para facilitar la lectura del documento.

### 1. Tablas de mortalidad nacionales y regionales

---

Este informe metodológico da cuenta del proceso de elaboración de las Tablas de Mortalidad nacionales, para el período 1992-2050, y regionales, para el período 2002-2035. La metodología empleada en ambos niveles es similar, aunque difieren en que en la generación de las tablas regionales no se realizó el proceso de ajuste de las  $q(x)$  (probabilidad de fallecer por edad específica) que se explica en la sección III.2. En términos generales cabe advertir que las tablas regionales se elaboran en base a niveles de población y a números de defunciones y de nacimientos que en algunos casos son bastante bajos. Además, como se señaló anteriormente, la migración interregional provoca efectos significativos en la población, que implican inestabilidad en las tendencias demográficas, razones por lo que el intervalo de tiempo de la proyección a nivel regional es más acotado que el de nivel nacional (solo hasta el año 2035), ya que se asume que los antecedentes que sustentan las hipótesis de evolución de los componentes demográficos y de la población en general pueden desactualizarse por efectos en los cambios en los flujos migratorios que no son posibles de predecir. Por este motivo, a nivel regional no se implementó el ajuste descrito en la sección III.2., pues el objetivo de que la mortalidad estimada y proyectada se apegue a los comportamientos teóricos de la mortalidad no se justifica para poblaciones pequeñas.

En lo que sigue del documento se hará referencia a las diferentes etapas que se siguieron para elaborar las Tablas de Mortalidad, haciendo referencia a las tablas nacionales, pero la descripción es válida para las tablas regionales. Cuando haya alguna diferencia entre ambos niveles, se mencionará específicamente el procedimiento seguido en las Tablas de Mortalidad regionales.

## 2. Fuentes de Información

---

Las fuentes de información utilizadas para confeccionar las Tablas de Mortalidad observadas son:

- Censo de Población y Vivienda 1992
- Censo de Población y Vivienda 2002
- Censo de Población y Vivienda 2017
- Defunciones de los años 1991, 1992, 1993, 2001, 2002, 2003, 2015, 2016 y 2017 provenientes de las Estadísticas Vitales
- Nacimientos de los años 1991, 1992, 1993, 2001, 2002, 2003, 2015, 2016 y 2017 provenientes de las Estadísticas Vitales

Estas fuentes de información fueron utilizadas desagregadas por sexo y edad simple.

## 3. Abreviaturas

---

Las siguientes son las abreviaturas de las funciones de las Tablas de Mortalidad:

$e(x)$ : Esperanza de vida por edad específica o temporaria

$e(0)$ : Esperanza de vida al nacer

$e(100+)$ : Esperanza de vida a los 100 años

EEPP: Estimaciones y Proyecciones de Población base 2017

$f(x)$ : Factor de separación por edad específica

$L(x)$ : Tiempo que vive el conjunto de la cohorte entre las edades  $x$  y  $x+1$

$P(x, x+n)$ : Relación de Supervivencia

$q(x)$ : Probabilidad de fallecer por edad específica

TMI: Tasa de Mortalidad Infantil

### III. METODOLOGÍA DE LAS TABLAS DE MORTALIDAD

La metodología a partir de las cuales se establecieron las Tablas de Mortalidad estimadas y proyectadas pasa por tres etapas generales. Primero se elaboraron tablas observadas, es decir, basadas en datos empíricos de la población, de las defunciones y de los nacimientos. De estas tablas se tomaron insumos para generar las Tablas de Mortalidad estimadas y proyectadas, estos son, las  $q(x)$ , la  $e(0)$ , la  $e(100)$  y los factores de separación ( $f(x)$ ) de 0 a 4 años<sup>3</sup>. La segunda etapa, que solo se aplicó a nivel nacional, consistió en realizar un ajuste a las  $q(x)$  para corregir desviaciones en algunas edades que contravienen los supuestos sobre el comportamiento de la mortalidad según el sexo y la edad de la población y según su evolución en el tiempo. En la última etapa se interpolaron los insumos tomados de las Tablas de Mortalidad observadas para todo el período estimado y proyectado, 1992 a 2050 a nivel nacional y 2002 a 2035 a nivel regional, y luego se ajustaron a través de un proceso iterativo las  $q(x)$  y la  $e(0)$ , para obtener las funciones necesarias para elaborar las tablas estimadas y proyectadas. A continuación, se explican en detalle los procedimientos realizados en cada una de estas etapas.

#### 1. Tablas de Mortalidad Observadas

---

Las Tablas de Mortalidad observadas se construyeron en base a datos empíricos que permiten el cálculo de tasas de mortalidad por sexo y edad simple hasta los 100 años y más. Los datos para el cálculo provienen de dos fuentes, la población proveniente de los censos y las estadísticas de nacimientos y defunciones. A nivel nacional se utilizaron los tres últimos censos, de los años 1992, 2002 y 2017, y a nivel regional solo los de 2002 y 2017. A continuación, se describen los procedimientos realizados para elaborar estas tablas.

##### 1.1. Tasas de mortalidad por sexo y edad (1-100 y más)

---

Para calcular la tasa de mortalidad por edad simple y sexo, desde 1 a 100 años y más, se emplearon las defunciones de las estadísticas vitales y la población censal. El numerador se obtuvo del promedio

---

<sup>3</sup> Los factores de separación ( $f(x)$ ) se definen como el tiempo vivido durante la edad “ $x$ ” por los fallecidos en esa edad (véase (González, 2012)). Los factores de separación permiten establecer el número de años que vive el conjunto de miembros de la cohorte entre las edades  $x$  y  $x+1$ . Su importancia radica, para las primeras edades y particularmente la edad 0, en definir como la mortalidad afecta a la cohorte de manera diferenciada en el transcurso del año de vida, entre  $x$  y  $x+1$  (por ejemplo, en la edad 0, la mayor parte de las defunciones son próximas al nacimiento).

de las defunciones de tres años en torno a los años censales, para así evitar las fluctuaciones aleatorias que se pueden producir en las edades simples. Para cada año se obtuvieron de las estadísticas vitales las defunciones por edad simple y por región, luego se promediaron los tres años de defunciones de cada edad para cada región, redondeándose el resultado. Las defunciones nacionales se obtuvieron para cada edad a través de la suma de los promedios regionales redondeados. La población empleada como denominador de las tasas específicas de mortalidad se obtuvo de los censos según su lugar de residencia habitual, asignando los casos sin información a la región donde fueron empadronados (véase (INE, 2018)). Los censos se llevaron al 30 de junio de cada año con una interpolación exponencial entre los respectivos censos. Debido a que para el año 2018 no se disponía de información de estadísticas vitales, fue necesario trasladar el año censal 2017 al año 2016 de manera de tener población de 2016 y estadísticas vitales de 2015, 2016 y 2017<sup>4</sup>. La interpolación se realizó para cada región a nivel del total de la población regional por sexo, asignándose el valor obtenido a todas las edades. Esto se realizó así (y no, por ejemplo, interpolando a nivel de edad simple), ya que los censos tienen niveles de omisión diferenciados por edad y se consideró más robusto utilizar el total de la población. Finalmente, las tasas de mortalidad por edad simple ( ${}_1M_x^t$ ) se obtuvieron dividiendo el promedio de las defunciones ( ${}_1D_x^t$ ) en la población al 30 de junio de dicho año ( ${}_1P_x^t$ ) (Fórmula F-1)

$${}_1M_x^t = \frac{{}_1D_x^t}{{}_1P_x^t} \quad (F - 1)$$

Donde:

${}_1M_x^t$  : Tasa de mortalidad específica para el grupo de edad de x a x+1, para el año t

${}_1D_x^t$  : Defunciones del grupo de edad de x a x+1 respecto del año t

${}_1P_x^t$  : Población del grupo de edad de x a x+1 a mitad del año t

A este cálculo directo se le aplicaron ajustes para obtener tasas más armónicas, evitando fluctuaciones bruscas que se puedan producir entre las edades, de manera que pudieran ser utilizadas en las estimaciones y proyecciones de la mortalidad. Para ello se realizaron tres suavizamientos sucesivos empleando medias móviles de tres edades (x-1, x, x+1)<sup>5</sup>. Además, se aplicó un factor de corrección desde la edad 90 en adelante<sup>6</sup>, para eliminar irregularidades producidas por las deficiencias del

<sup>4</sup> Al momento de hacer las Tablas de Mortalidad solo estaban disponibles las defunciones preliminares del año 2017. Estas incluían 106.394 defunciones, 55.794 de hombres y 50.600 de mujeres. La base con las defunciones finales de 2017, ahora disponible, muestra 106.388 defunciones, 55.773 de hombres, 50.593 de mujeres y 22 de sexo indeterminado (INE, 2017).

<sup>5</sup> Inicialmente se analizó aplicar un factor de corrección siguiendo el método de la ecuación de equilibrio de Brass (ver (NU, 1986)), sin embargo, el valor del coeficiente de la regresión dio muy cercano a 1 (equilibrio perfecto), por lo que se decidió no aplicar dicho método. Esto muestra la confiabilidad del registro de defunciones chileno, en particular de la edad de los fallecidos.

<sup>6</sup> Para ello se aplicó un factor de 1,09 sobre la tasa de la edad anterior ( $x+1 = x*1.09$ ), desde la edad 90 hasta la edad 100 y más.

registro de la edad en las defunciones en edades más avanzadas. Completado este procedimiento se obtuvieron las  $({}_1M_x^t)$  ajustadas para las edades 1 a 100 y más.

## 1.2. Tasa de mortalidad por sexo a la edad de 0 años

---

La tasa de mortalidad a los 0 años se calcula de manera diferente a las tasas de mortalidad del resto de las edades de la población, calculándose a través de la tasa de mortalidad infantil (TMI); por ende, no se usa la tasa de mortalidad específica de los 0 años para obtener la  $q(0)$ . La TMI se define como la probabilidad de morir que tiene un recién nacido durante su primer año de vida, y está determinada por la mortalidad desde el nacimiento hasta el primer año de vida. La TMI se obtiene dividiendo las defunciones de menores de 1 año<sup>7</sup> por el total de nacimientos<sup>8</sup> corregidos<sup>9</sup> (ver fórmula F-2). Para los nacimientos se siguió el mismo procedimiento que con las defunciones, es decir, se obtuvieron mediante un promedio trianual redondeado a nivel regional, sumándose dichos nacimientos para obtener los del país. Se puede observar que la TMI es diferente a la tasa de mortalidad por edad, ya que en el denominador se registra el número de nacimientos ocurridos en el año, equivalente a las personas con edad exacta de 0 años. En tanto, las tasas de mortalidad por edad tienen como denominador la población media de menores de un año.

En la elaboración de las tablas de mortalidad observadas, la tasa de mortalidad a los 0 años se determina por el cociente entre las defunciones estimadas a los 0 años ( ${}_1D_0^t$ ) y el tiempo vivido de la cohorte hipotética a los 0 años ( ${}_1L_0$ ) (ver fórmula F-3). Las defunciones estimadas corresponden al producto entre la probabilidad de fallecer a los 0 años, estimada por la (TMI) y la cohorte hipotética de 100.000 nacidos vivos (ver fórmula F-4).

$$TMI = {}_1q_0 = \frac{{}_1D_0^t}{{}_1N_0^t} \quad (F - 2)$$

Donde:

${}_1D_0^t$  : Corresponden a las defunciones observadas de los menores de un año en el año "t"

${}_1N_0^t$  : Corresponde a los nacimientos corregidos de los menores de un año en el año "t"

---

<sup>7</sup> Las defunciones de edad 0 con sexo indeterminado se distribuyeron proporcionalmente entre hombres y mujeres.

<sup>8</sup> Para la TMI se emplean los nacimientos y no la población de 0 años, ya que se considera que el registro de nacimientos es de mejor calidad que la población de 0 años entregada por los censos, la cual usualmente está sujeta a una omisión específica más alta que el del resto de la población.

<sup>9</sup> Los nacimientos corregidos corresponden a los nacimientos ocurridos en un año más una estimación de los "nacimientos tardíos", es decir, los nacimientos del año X registrados hasta el año X+7 (ver (INE, 2007)). La metodología para la estimación de los nacimientos tardíos puede encontrarse en (INE-CELADE, S/Fb).

$${}_1M_0 = \frac{({}_1d_0)}{({}_1L_0)} \quad (F - 3)$$

Donde:

${}_1M_0$  : Tasa de mortalidad observada los 0 años

${}_1d_0$  : Defunciones estimadas a los 0 años

${}_1L_0$  : Tiempo vivido de la cohorte hipotética a los 0 años

$${}_1d_0 = {}_1q_0 \cdot 100.000 \quad (F - 4)$$

### 1.3. Construcción de las tablas de mortalidad observadas para los años 1992, 2002 y 2016

---

A nivel nacional, para 1992, 2002 y 2016, y a nivel regional para 2002 y 2016, se construyeron Tablas de Mortalidad completas, donde las tasas de mortalidad específicas por edad ( ${}_nM_x$ ) son por edades simples, es decir, para  $n=1$ . Debido a que la Tabla de Mortalidad se construye en base a la mortalidad observada en el año, la tabla tiene un supuesto implícito, que consiste en asumir que la mortalidad específica por edad que se utiliza para seguir la cohorte hipotética no cambia. Las tablas empíricas nos entregan distintas funciones, entre ellas las que permiten conocer las probabilidades de fallecer ( $q_x$ ) y las esperanzas de vida, la cual determina el nivel de la mortalidad y permite la comparabilidad de la mortalidad en el tiempo. Las Tablas de Mortalidad observadas de los años censales permiten construir las tablas teóricas de mortalidad para el período 1992-2050. La elaboración de las Tablas de Mortalidad según sus funciones se puede observar en el Anexo 2.

## 2. Ajuste de las probabilidades de fallecer a cada edad ( $q(x)$ )

---

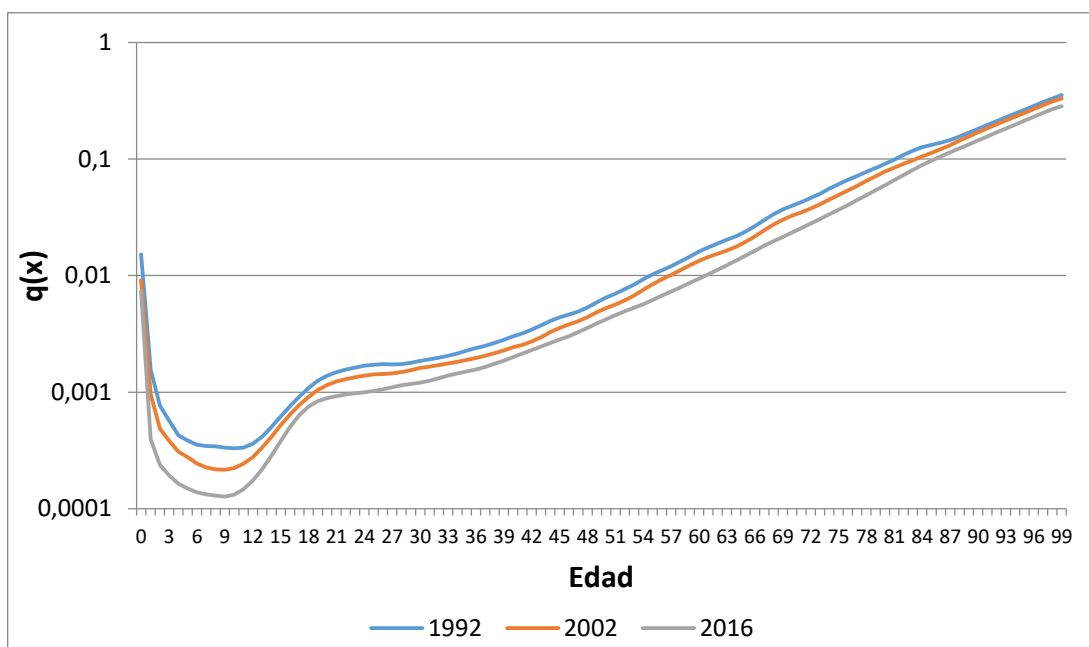
A nivel nacional, una vez elaboradas las Tablas de Mortalidad observadas, se procedió a analizar las  $q(x)$  y las  $e(0)$ , que son los insumos con los que luego, en la siguiente etapa, se producen las tablas estimadas y proyectadas. El análisis mostró que las  $e(0)$  tenían un comportamiento esperado, pero en el caso de las  $q(x)$  de mujeres presentaban algunas irregularidades que no podían ser explicadas utilizando los supuestos básicos del comportamiento general de la mortalidad. Estos supuestos se vinculan a la relación de la mortalidad con la edad, con el sexo y con su evolución a lo largo del tiempo. Con relación a la edad, es esperable una curva con forma de “tilde” que no tenga fluctuaciones bruscas, es decir, que baje rápidamente en las edades iniciales (entre 0 y aproximadamente 4 años), para luego describir una curva inicialmente descendente y luego ascendente hasta aproximadamente la edad 15, para luego crecer de manera continua hasta la edad final; en término de la relación de la mortalidad con el sexo, es esperable que las  $q(x)$  de los hombres sean superiores a las de las mujeres para todas

las edades; finalmente, se prevé que, con el paso del tiempo, las  $q(x)$  disminuyan, permitiendo el aumento en la  $e(0)$ . Cabe enfatizar que estos supuestos se debieran cumplir en Tablas de Mortalidad estimadas y proyectadas para poblaciones numerosas; en tablas observadas es esperable que estos principios no se cumplan completamente y, de igual manera, en tablas de poblaciones poco numerosas, como la de algunas regiones, estos supuestos no necesariamente se cumplen, por lo que no se realizó este ajuste en las Tablas de Mortalidad regionales.

En los siguientes gráficos se presentan las probabilidades de fallecer a cada edad de hombres y de mujeres resultantes de las Tablas de Mortalidad observadas nacionales de los años 1992, 2002 y 2016 elaboradas en la primera fase de esta metodología. Se muestran primero las  $q(x)$  de hombres para dichos años, luego las de mujeres, y luego las de hombres y mujeres para los tres años.

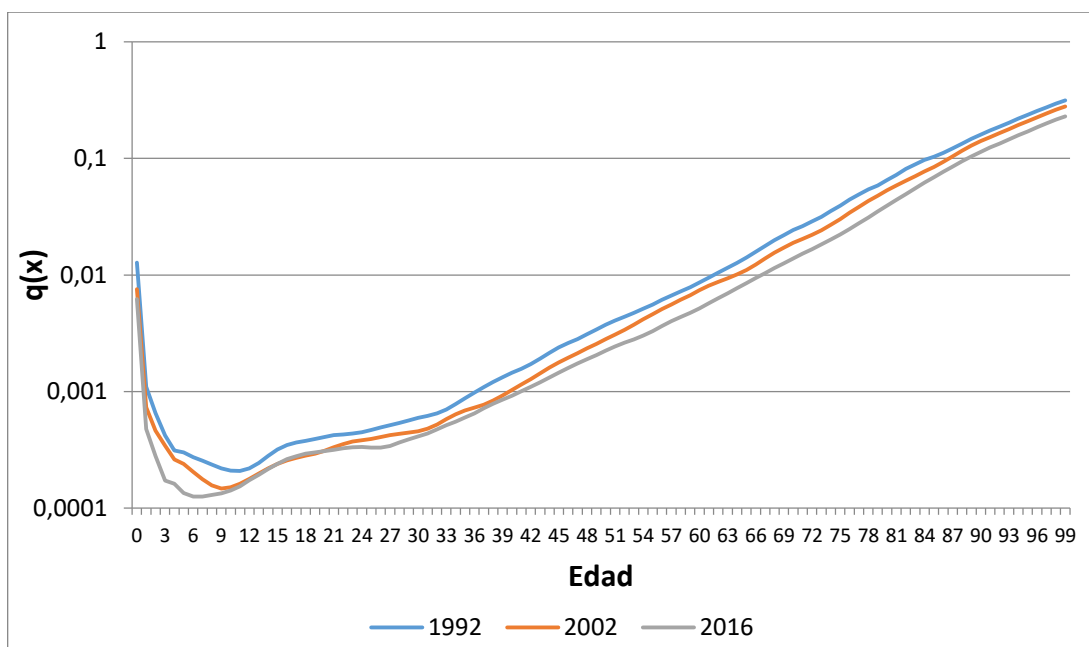
Como se puede apreciar en los gráficos, los supuestos antes señalados no se cumplen completamente. Las series de  $q(x)$  de 1992, 2002 y 2016 de hombres (gráfico 1) muestran un buen ajuste frente al comportamiento general de la mortalidad, pero las mujeres, en las edades menores, presentan algunas fluctuaciones un poco bruscas, y en la evolución de las  $q(x)$  en el tiempo, hay edades en las que las mujeres tienen un retroceso en las  $q(x)$  entre 2002 y 2016 (gráfico 2). Además, al comparar las  $q(x)$  de hombres y mujeres, en el año 2016 (gráfico 5) hay edades en la que las mujeres tienen  $q(x)$  superiores a los hombres. De esta manera, los problemas se concentran en las  $q(x)$  de mujeres y particularmente en el año 2016.

Gráfico 1: Probabilidades de Muerte ( $q(x)$ ), hombres, 1992, 2002 y 2016. Sin ajuste. Escala logarítmica.



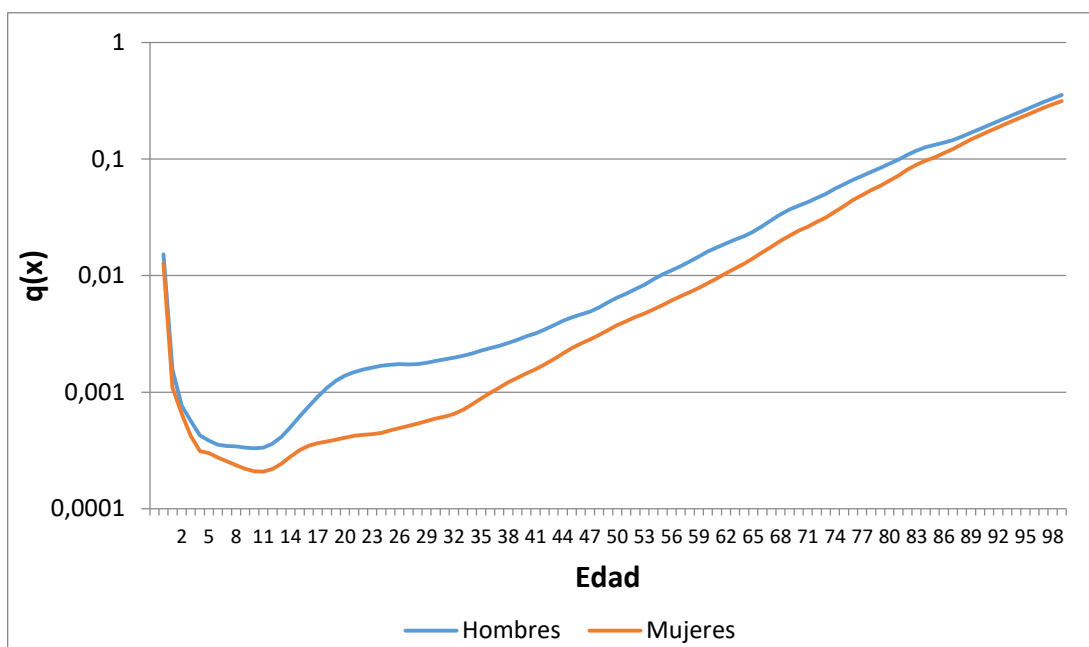
Fuente: cálculos propios en base a censos y estadísticas de nacimientos y defunciones.

Gráfico 2: Probabilidades de Muerte ( $q(x)$ ), mujeres, 1992, 2002 y 2016. Sin ajuste. Escala logarítmica.



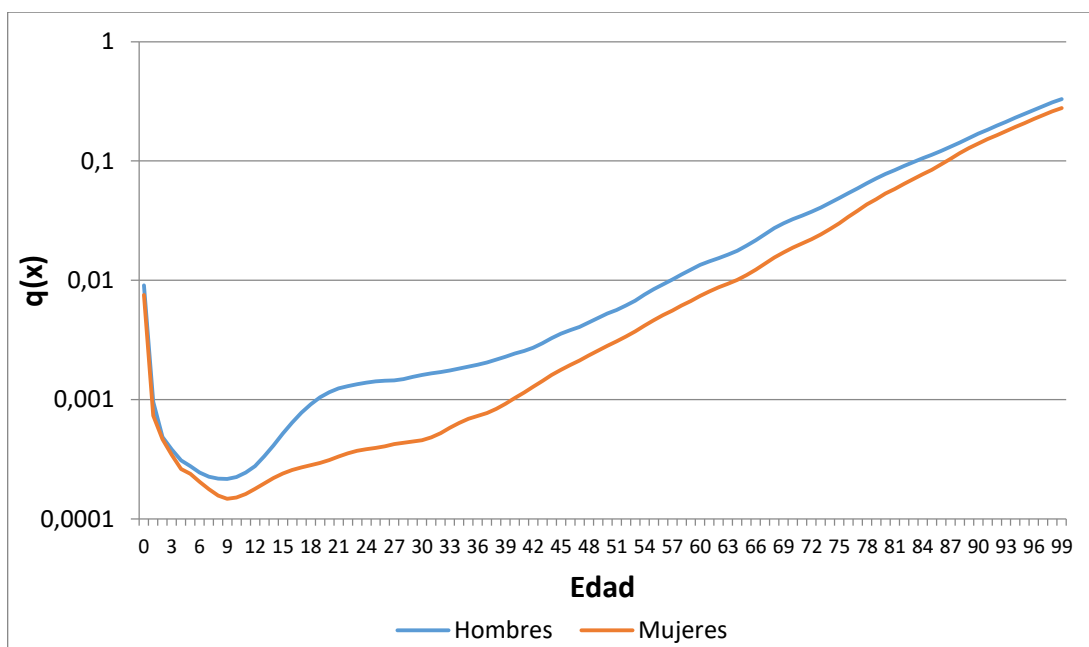
Fuente: cálculos propios en base a censos y estadísticas de nacimientos y defunciones.

Gráfico 3: Probabilidades de Muerte ( $q(x)$ ), hombres y mujeres, 1992. Sin ajuste. Escala logarítmica.



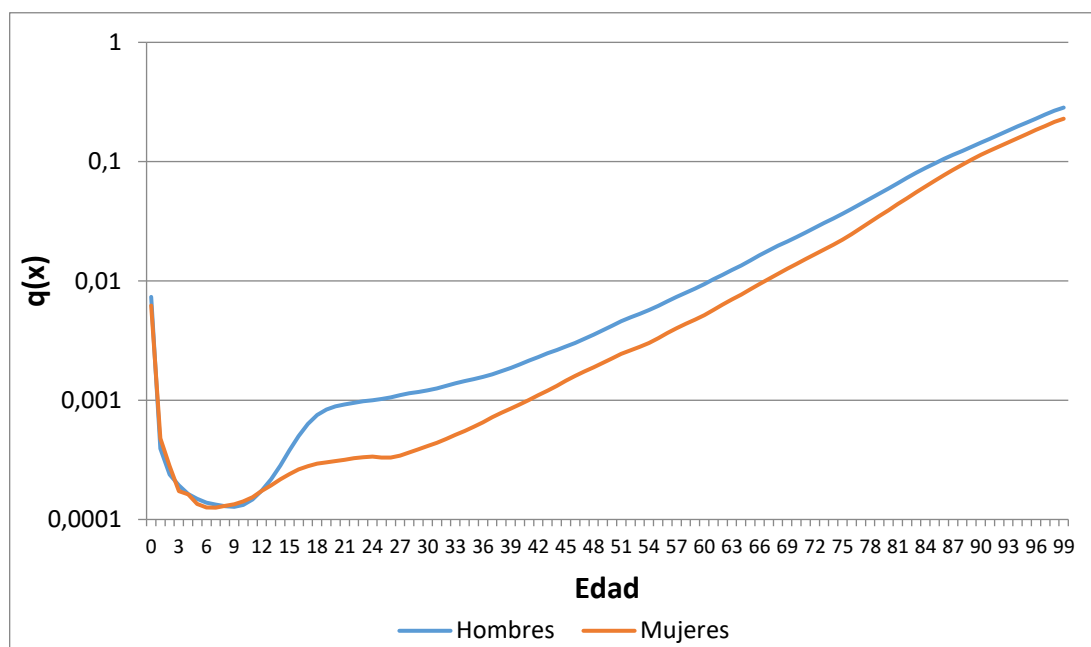
Fuente: cálculos propios en base a censos y estadísticas de nacimientos y defunciones.

Gráfico 4: Probabilidades de Muerte ( $q(x)$ ), hombres y mujeres, 2002. Sin ajuste. Escala logarítmica.



Fuente: cálculos propios en base a censos y estadísticas de nacimientos y defunciones.

Gráfico 5: Probabilidades de Muerte ( $q(x)$ ), hombres y mujeres, 2016. Sin ajuste. Escala logarítmica.



Fuente: cálculos propios en base a censos y estadísticas de nacimientos y defunciones.

Dado que estas  $q(x)$  observadas son los pivotes de las  $q(x)$  estimadas y proyectadas, si no se ajustaran los problemas se replicarían en toda la serie de Tablas de Mortalidad del período de las EEP; particularmente las anomalías (teóricas) que se aprecian en las  $q(x)$  del año 2016 se replicarían en todo el período proyectado. Por este motivo es necesario realizar ajustes en estas tablas, ya que tienen la función de establecer una mortalidad nacional teóricamente coherente para todo el período estimado y proyectado, evitando fluctuaciones propias de tablas observadas o de Tablas de Mortalidad de poblaciones menores, como las regionales.

A continuación, se presenta una tabla en la que se incluyen las  $q(x)$  de los tres años analizados, las diferencias entre hombres y mujeres y las diferencias entre 1992-2002 y 2002-2016. Cuando las diferencias muestran  $q(x)$  superiores en mujeres que en hombres, y en 2016 que en 2002, las cifras se muestran en rojo.

Tabla 1: Probabilidades de Muerte (q(x)), hombres y mujeres, 1992, 2002 y 2016. Sin ajuste.

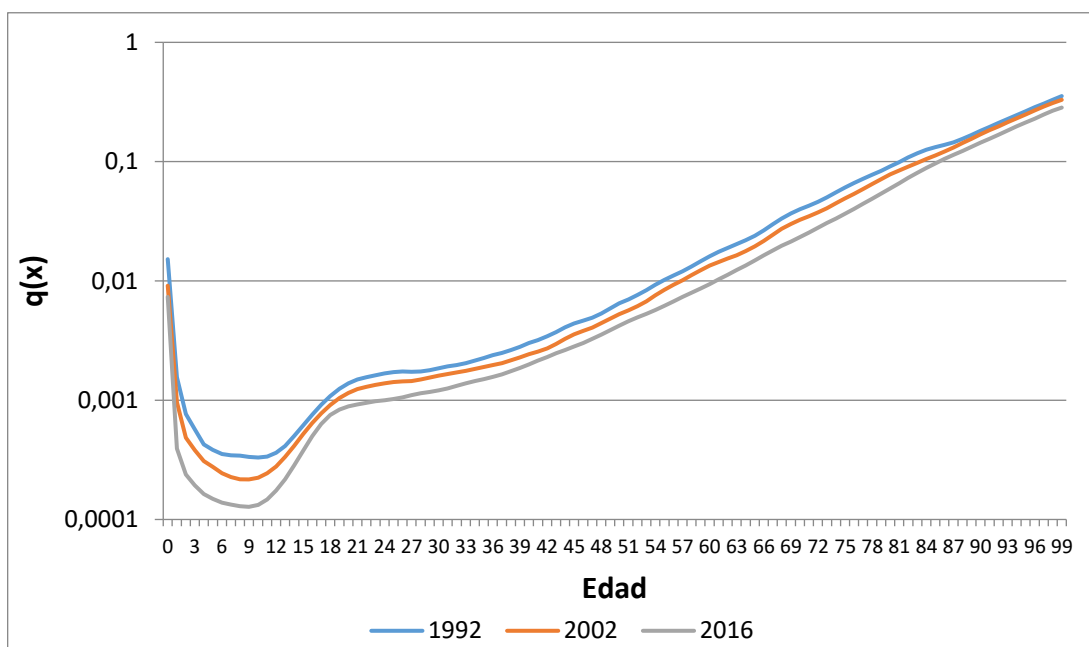
Edad	1992		2002		2016		Diferencia entre hombres y mujeres		Diferencia entre 1992 y 2002		Diferencia entre 2002 y 2016		
	hombres	mujeres	hombres	mujeres	hombres	mujeres	1992	2002	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	
	q(x)	q(x)	q(x)	q(x)	q(x)	q(x)							
0	0,015210	0,012738	0,009087	0,007535	0,007345	0,006201	0,002472	0,001553	0,001144	0,006122	0,005203	0,001743	0,001334
1	0,001560	0,001099	0,000960	0,000733	0,000394	0,000478	0,000462	0,000227	-0,000084	0,000600	0,000365	0,000566	0,000256
2	0,000763	0,000655	0,000484	0,000464	0,000238	0,000280	0,000108	0,000020	-0,000042	0,000279	0,000192	0,000246	0,000184
3	0,000568	0,000422	0,000382	0,000343	0,000193	0,000172	0,000147	0,000039	0,000021	0,000186	0,000078	0,000189	0,000171
4	0,000425	0,000312	0,000209	0,000262	0,000164	0,000162	0,000114	0,000047	0,000002	0,000116	0,000050	0,000145	0,000100
5	0,000384	0,000301	0,000276	0,000239	0,000149	0,000135	0,000083	0,000037	0,000015	0,000108	0,000062	0,000127	0,000104
6	0,000353	0,000274	0,000245	0,000204	0,000138	0,000126	0,000079	0,000040	0,000012	0,000109	0,000070	0,000106	0,000078
7	0,000346	0,000255	0,000226	0,000177	0,000133	0,000126	0,000091	0,000049	0,000008	0,000119	0,000078	0,000093	0,000051
8	0,000343	0,000237	0,000217	0,000157	0,000129	0,000130	0,000106	0,000060	-0,000001	0,000126	0,000080	0,000088	0,000027
9	0,000335	0,000220	0,000217	0,000148	0,000128	0,000134	0,000115	0,000069	-0,000006	0,000118	0,000072	0,000089	0,000014
10	0,000330	0,000210	0,000224	0,000151	0,000132	0,000142	0,000120	0,000073	-0,000010	0,000107	0,000059	0,000092	0,000009
11	0,000336	0,000208	0,000244	0,000162	0,000147	0,000154	0,000127	0,000082	-0,000007	0,000092	0,000046	0,000096	0,000008
12	0,000362	0,000219	0,000277	0,000178	0,000175	0,000173	0,000143	0,000099	0,000001	0,000084	0,000041	0,000103	0,000005
13	0,000414	0,000244	0,000334	0,000198	0,000217	0,000193	0,000169	0,000136	0,000025	0,000080	0,000046	0,000117	0,000005
14	0,000500	0,000281	0,000413	0,000220	0,000283	0,000217	0,000220	0,000193	0,000066	0,000087	0,000061	0,000130	0,000003
15	0,000618	0,000319	0,000521	0,000240	0,000379	0,000299	0,000299	0,000280	0,000140	0,000097	0,000078	0,000142	0,000001
16	0,000758	0,000348	0,000642	0,000257	0,000501	0,000263	0,000410	0,000385	0,000238	0,000116	0,000090	0,000141	-0,000006
17	0,000916	0,000366	0,000776	0,000271	0,000633	0,000279	0,000550	0,000505	0,000354	0,000140	0,000095	0,000143	-0,000008
18	0,001084	0,000378	0,000909	0,000282	0,000752	0,000293	0,000766	0,000627	0,000459	0,000176	0,000096	0,000157	-0,000012
19	0,001250	0,000393	0,001042	0,000294	0,000836	0,000301	0,000857	0,000748	0,000535	0,000208	0,000099	0,000206	-0,000008
20	0,001388	0,000408	0,001154	0,000310	0,000889	0,000310	0,000980	0,000844	0,000579	0,000234	0,000098	0,000265	0,000001
21	0,001487	0,000422	0,001239	0,000333	0,000924	0,000316	0,001065	0,000906	0,000608	0,000249	0,000089	0,000315	0,000017
22	0,001561	0,000430	0,001294	0,000355	0,000953	0,000326	0,001131	0,000939	0,000627	0,000266	0,000075	0,000342	0,000029
23	0,001621	0,000437	0,001343	0,000373	0,000978	0,000333	0,001184	0,000970	0,000644	0,000278	0,000065	0,000365	0,000040
24	0,001682	0,000448	0,001388	0,000383	0,000996	0,000336	0,001234	0,001006	0,000661	0,000293	0,000066	0,000392	0,000047
25	0,001721	0,000469	0,001419	0,000394	0,001021	0,000331	0,001252	0,001026	0,000690	0,000302	0,000076	0,000399	0,000063
26	0,001738	0,000492	0,001435	0,000407	0,001055	0,000331	0,001246	0,001028	0,000724	0,000303	0,000085	0,000379	0,000075
27	0,001734	0,000515	0,001449	0,000423	0,001102	0,000342	0,001219	0,001026	0,000760	0,000285	0,000092	0,000347	0,000081
28	0,001744	0,000539	0,001488	0,000435	0,001144	0,000365	0,001206	0,001053	0,000778	0,000256	0,000103	0,000344	0,000070
29	0,001785	0,000566	0,001546	0,000445	0,001176	0,000389	0,001219	0,001101	0,000787	0,000239	0,000121	0,000370	0,000056
30	0,001850	0,000595	0,001609	0,000457	0,001208	0,000413	0,001255	0,001152	0,000795	0,000241	0,000138	0,000401	0,000044
31	0,001917	0,000619	0,001659	0,000481	0,001256	0,000438	0,001298	0,001178	0,000818	0,000258	0,000138	0,000404	0,000043
32	0,001975	0,000651	0,001706	0,000522	0,001321	0,000473	0,001323	0,001184	0,000848	0,000269	0,000130	0,000385	0,000048
33	0,002046	0,000703	0,001759	0,000579	0,001389	0,000514	0,001342	0,001180	0,000876	0,000287	0,000124	0,000370	0,000066
34	0,002144	0,000784	0,001825	0,000638	0,001449	0,000553	0,001365	0,001187	0,000896	0,000319	0,000146	0,000376	0,000084
35	0,002263	0,000878	0,001894	0,000689	0,001505	0,000597	0,001385	0,001206	0,000908	0,000369	0,000189	0,000389	0,000091
36	0,002381	0,000983	0,001965	0,000728	0,001566	0,000651	0,001398	0,001237	0,000916	0,000416	0,000255	0,000399	0,000077
37	0,002493	0,001091	0,002046	0,000772	0,001646	0,000719	0,001402	0,001274	0,000928	0,000447	0,000319	0,000400	0,000053
38	0,002634	0,001212	0,002161	0,000836	0,001747	0,000786	0,001422	0,001324	0,000961	0,000473	0,000375	0,000414	0,000051
39	0,002807	0,001326	0,002291	0,000924	0,001868	0,000852	0,001481	0,001367	0,001015	0,000516	0,000402	0,000423	0,000072
40	0,003009	0,001450	0,002427	0,001032	0,001999	0,000922	0,001560	0,001395	0,001077	0,000582	0,000417	0,000429	0,000110
41	0,003197	0,001569	0,002549	0,001146	0,002144	0,001005	0,001628	0,001403	0,001138	0,000648	0,000422	0,000405	0,000141
42	0,003435	0,001725	0,002722	0,001279	0,002299	0,001101	0,001710	0,001443	0,001198	0,000713	0,000446	0,000423	0,000178
43	0,003728	0,001915	0,002964	0,001432	0,002471	0,001204	0,001814	0,001532	0,001267	0,000764	0,000483	0,000493	0,000228
44	0,004090	0,002151	0,003273	0,001604	0,002640	0,001321	0,001939	0,001669	0,001319	0,000818	0,000547	0,000632	0,000282
45	0,004388	0,002384	0,003558	0,001778	0,002823	0,001453	0,002004	0,001781	0,001371	0,000830	0,000606	0,000735	0,000325
46	0,004640	0,002607	0,003808	0,001948	0,003021	0,001597	0,002033	0,001860	0,001424	0,000832	0,000659	0,000787	0,000351
47	0,004906	0,002823	0,004064	0,002128	0,003266	0,001741	0,002083	0,001996	0,001525	0,000842	0,000695	0,000798	0,000387
48	0,005336	0,003097	0,004420	0,002339	0,003548	0,001891	0,002239	0,002081	0,001657	0,000916	0,000758	0,000872	0,000448
49	0,005880	0,003399	0,004833	0,002570	0,003874	0,002058	0,002481	0,002263	0,001816	0,001048	0,000829	0,000959	0,000512
50	0,006473	0,003752	0,005270	0,002824	0,004223	0,002248	0,002721	0,002447	0,001975	0,001203	0,000929	0,001047	0,000575
51	0,007004	0,004056	0,005649	0,003075	0,004584	0,002440	0,002949	0,002574	0,002144	0,001356	0,000981	0,001065	0,000635
52	0,007625	0,004395	0,006135	0,003380	0,004938	0,002621	0,003230	0,002755	0,002317	0,001490	0,001015	0,001197	0,000758
53	0,008363	0,004719	0,006748	0,003735	0,005295	0,002799	0,003643	0,003013	0,002496	0,001614	0,000984	0,001453	0,000936
54	0,009290	0,005138	0,007363	0,004170	0,005690	0,003021	0,004151	0,003393	0,002670	0,001727	0,000968	0,001873	0,001150
55	0,010185	0,005585	0,008040	0,004620	0,006163	0,003307	0,004599	0,003779	0,002856	0,001785	0,000965	0,002236	0,001313
56	0,011093	0,006120	0,008928	0,005102	0,006714	0,003651	0,004974	0,004166	0,003063	0,001825	0,001017	0,002554	0,001451
57	0,012107	0,006641	0,0010147	0,005576	0,007321	0,004010	0,005375	0,004571	0,003312	0,001870	0,001066	0,002825	0,001566
58	0,013202	0,007229	0,011183	0,006128	0,007953	0,004358	0,005972	0,005056	0,003595	0,002019	0,001102	0,003230	0,001770
59	0,014550	0,007826	0,012293	0,006711	0,008645	0,004731	0,006724	0,005581	0,003914	0,002258	0,001115	0,003648	0,001980
60	0,016063	0,008626	0,013431	0,007407	0,009422	0,005169	0,007437	0,006024	0,004252	0,002632	0,001218	0,004010	0,002238
61	0,017492	0,009494	0,014423	0,008074	0,010302	0,005710	0,007998	0,006349	0,004592	0,003069	0,001420	0,004120	0,002364
62	0,018910	0,010497	0,015381	0,008731	0,011257	0,006316	0,008413	0,006650	0,004941	0,003529	0,001766	0,004123	0,002414
63	0,020298	0,011499	0,016431	0,009357	0,012302	0,006974	0,008799	0,007074	0,005328	0,003866	0,002142	0,004129	0,002383
64	0,021867	0,012692	0,017722	0,010069	0,013476	0,007690	0,009175	0,007654	0,005785	0,004145	0,002624	0,004246	0,002378
65	0,023888	0,014112	0,019474	0,011044	0,014827	0,008494	0,009777	0,008430	0,006333	0,004415	0,003068	0,004647	0,002550
66	0,02												

Con base al análisis de las tendencias que presentan las  $q(x)$  que muestran los gráficos y la tabla, se ajustaron las  $q(x)$  de mujeres, con los objetivos de: (1) eliminar las fluctuaciones más bruscas por edades; (2) evitar el cruce de las  $q(x)$  de 2016 entre hombres y mujeres; y (3) evitar el cruce de las  $q(x)$  de mujeres entre 2002 y 2016. Se procuró que los ajustes fueran los menores posibles, para conservar la forma de las Tablas de Mortalidad observadas y, con ello, la lógica de la mortalidad de las mujeres de Chile. Por otra parte, para darle un fundamento demográfico a las modificaciones, los ajustes introducidos en unas determinadas  $q(x)$  se realizaron basándolos en otras  $q(x)$ , es decir, las modificaciones en una curva se basaron o en las  $q(x)$  de otras edades de la propia curva o en las  $q(x)$  de la misma edad de otro año. La secuencia de los ajustes fue la siguiente:

- Primero se ajustaron las  $q(x)$  de mujeres de 2016, ya que eran las que presentaban más inconsistencias. En este ajuste se eliminaron tanto las irregularidades en las edades menores como los cruces con las  $q(x)$  de hombres, para lo cual se ajustaron las  $q(x)$  de las edades 1 a 15. El ajuste se aplicó tomando como base la proporción entre las  $q(x)$  de hombres y mujeres en 2002 y la proporción entre las  $q(x)$  de hombres y mujeres de 0 año del propio 2016.
- Segundo, se ajustaron las  $q(x)$  de mujeres de 2002 para eliminar sus irregularidades, los cruces y las edades donde casi se solapaban con las  $q(x)$  de 2016. Para eliminar las irregularidades, en las edades 5-7 se aplicaron promedios móviles de las proporciones de edades contiguas. Para eliminar los cruces, o casi solapamientos, en las edades 14-22 se utilizaron promedios de las  $q(x)$  de las respectivas edades de 1992, 2002 y 2016, y en las edades 29-32 y 37-39 se aplicaron promedios móviles de edades contiguas.
- Finalmente, se ajustó la  $q(4)$  de 1992 para evitar una irregularidad con sus edades contiguas, para lo que se empleó un promedio móvil de las proporciones entre las  $q(x)$  de edades contiguas.

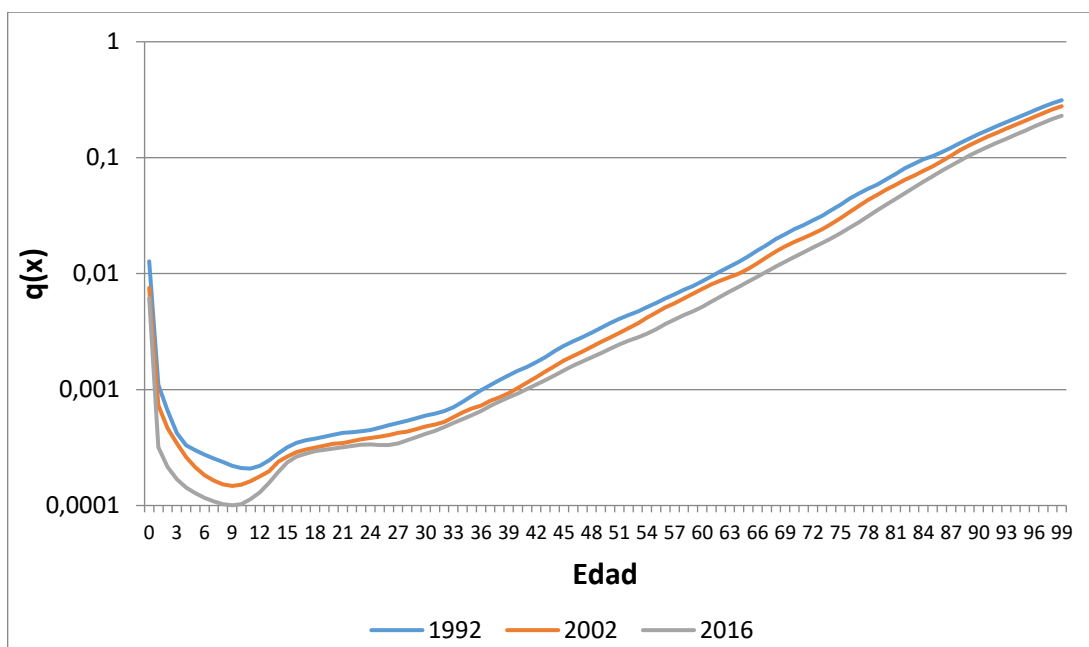
Los resultados se presentan a continuación, en los gráficos 6 a 10

Gráfico 6: Probabilidades de Muerte ( $q(x)$ ), hombres, 1992, 2002 y 2016. Ajustadas. Escala logarítmica.



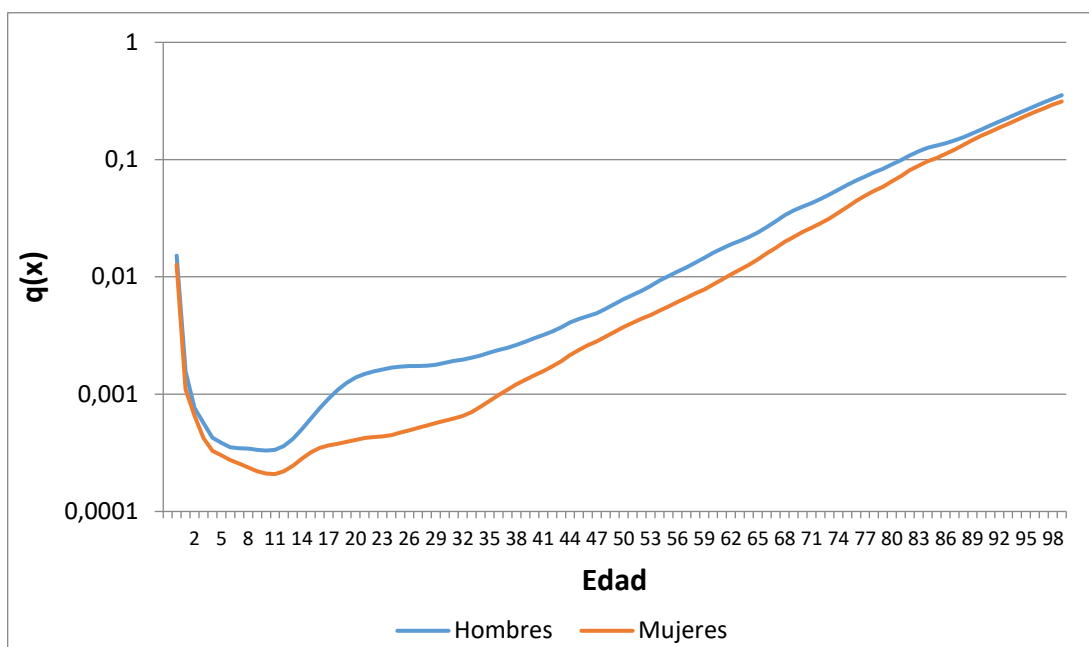
Fuente: cálculos propios en base a censos y estadísticas de nacimientos y defunciones.

Gráfico 7: Probabilidades de Muerte ( $q(x)$ ), mujeres, 1992, 2002 y 2016. Ajustadas. Escala logarítmica.



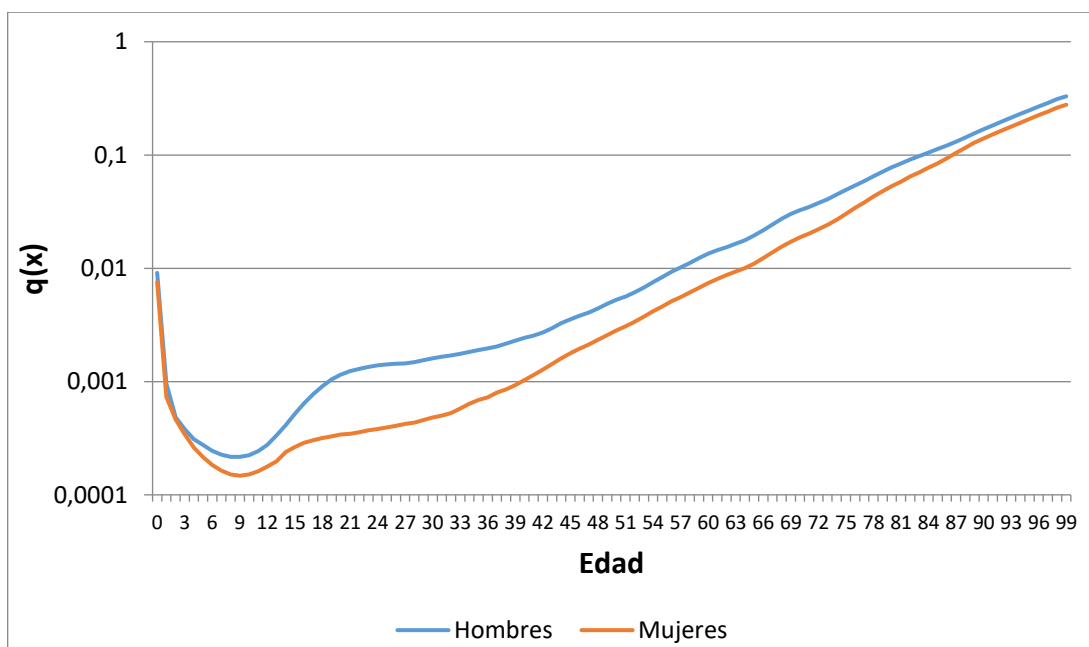
Fuente: cálculos propios en base a censos y estadísticas de nacimientos y defunciones.

Gráfico 8: Probabilidades de Muerte ( $q(x)$ ), hombres y mujeres, 1992. Ajustadas. Escala logarítmica.



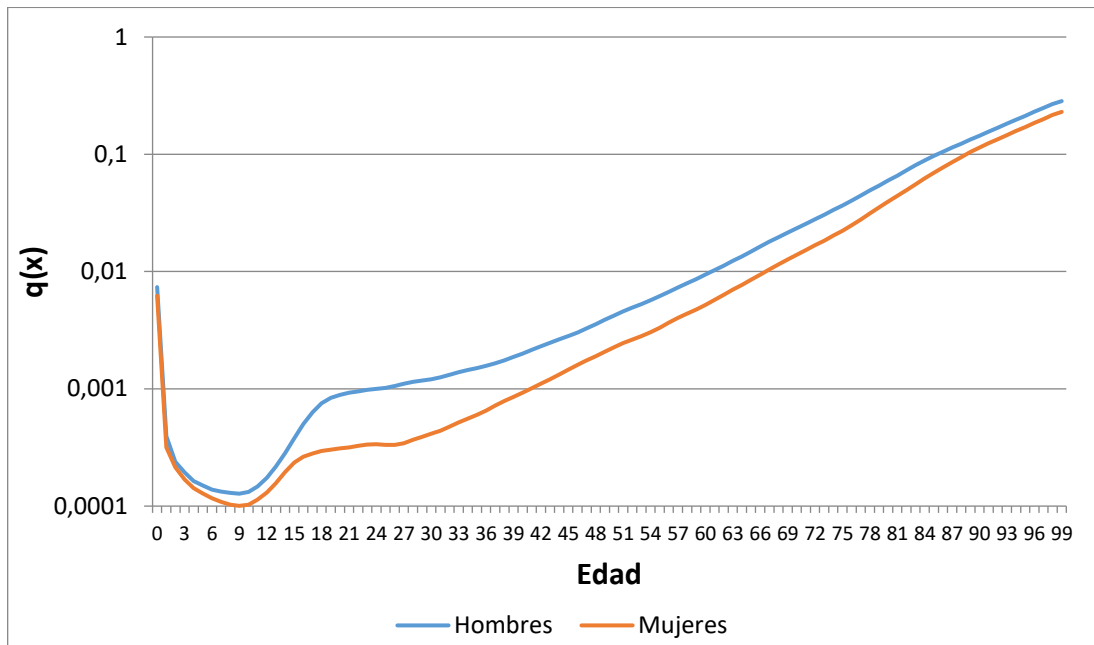
Fuente: cálculos propios en base a censos y estadísticas de nacimientos y defunciones.

Gráfico 9: Probabilidades de Muerte ( $q(x)$ ), hombres y mujeres, 2002. Ajustadas. Escala logarítmica.



Fuente: cálculos propios en base a censos y estadísticas de nacimientos y defunciones.

Gráfico 10: Probabilidades de Muerte ( $q(x)$ ), hombres y mujeres, 2016. Ajustadas. Escala logarítmica.



Fuente: cálculos propios en base a censos y estadísticas de nacimientos y defunciones.

A continuación, se presenta una tabla con las nuevas series de  $q(x)$  de los años 1992, 2002 y 2016, y con las diferencias antes indicadas. Como se puede observar, no hay cifras en rojo, ya que no hay  $q(x)$  de mujeres mayores que en hombres y porque tienden a disminuir con el tiempo.

Tabla 2: Probabilidades de Muerte (q(x)), hombres y mujeres, 1992, 2002 y 2016. Con ajuste.

Edad	1992		2002		2016		Diferencia entre hombres y mujeres			Diferencia entre 1992 y 2002			Diferencia entre 2002 y 2016		
	q(x) hombres	q(x) mujeres	q(x) hombres	q(x) mujeres	q(x) hombres	q(x) mujeres	1992	2002	2016	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres
0	0,015210	0,012738	0,009087	0,007535	0,007345	0,006201	0,002472	0,001553	0,001144	0,006122	0,005203	0,001743	0,001334		
1	0,001560	0,001098	0,000960	0,000732	0,000394	0,000317	0,000462	0,000228	0,000077	0,000600	0,000566	0,000034	0,000015		
2	0,000763	0,000655	0,000484	0,000463	0,000238	0,000215	0,000108	0,000021	0,000023	0,000279	0,000192	0,000087	0,000048		
3	0,000568	0,000421	0,000382	0,000343	0,000193	0,000169	0,000147	0,000039	0,000024	0,000186	0,000079	0,000089	0,000174		
4	0,000425	0,000329	0,000309	0,000261	0,000164	0,000143	0,000096	0,000048	0,000021	0,000116	0,000068	0,000145	0,000119		
5	0,000384	0,000301	0,000276	0,000215	0,000149	0,000128	0,000083	0,000061	0,000021	0,000108	0,000086	0,000127	0,000087		
6	0,000353	0,000274	0,000245	0,000183	0,000138	0,000116	0,000079	0,000061	0,000022	0,000109	0,000091	0,000106	0,000067		
7	0,000346	0,000255	0,000226	0,000164	0,000133	0,000108	0,000091	0,000062	0,000025	0,000119	0,000091	0,000093	0,000056		
8	0,000343	0,000237	0,000217	0,000152	0,000129	0,000103	0,000066	0,000065	0,000027	0,000126	0,000085	0,000088	0,000049		
9	0,000335	0,000220	0,000217	0,000148	0,000128	0,000100	0,000115	0,000069	0,000027	0,000118	0,000072	0,000089	0,000047		
10	0,000330	0,000210	0,000224	0,000151	0,000132	0,000103	0,000120	0,000073	0,000030	0,000107	0,000059	0,000092	0,000048		
11	0,000336	0,000208	0,000244	0,000162	0,000147	0,000114	0,000127	0,000082	0,000034	0,000092	0,000047	0,000096	0,000048		
12	0,000362	0,000219	0,000277	0,000178	0,000175	0,000130	0,000143	0,000099	0,000044	0,000084	0,000041	0,000103	0,000048		
13	0,000414	0,000244	0,000334	0,000198	0,000217	0,000157	0,000170	0,000136	0,000061	0,000080	0,000046	0,000117	0,000041		
14	0,000500	0,000281	0,000413	0,000239	0,000283	0,000195	0,000220	0,000175	0,000088	0,000087	0,000042	0,000130	0,000043		
15	0,000618	0,000319	0,000521	0,000265	0,000379	0,000236	0,000299	0,000255	0,000143	0,000097	0,000053	0,000142	0,000030		
16	0,000758	0,000348	0,000642	0,000288	0,000501	0,000264	0,000410	0,000354	0,000237	0,000116	0,000059	0,000141	0,000024		
17	0,000916	0,000366	0,000776	0,000304	0,000633	0,000280	0,000550	0,000472	0,000353	0,000140	0,000062	0,000143	0,000024		
18	0,001084	0,000378	0,000909	0,000317	0,000752	0,000294	0,000706	0,000592	0,000457	0,000176	0,000061	0,000157	0,000022		
19	0,001250	0,000392	0,001042	0,000328	0,000836	0,000303	0,000857	0,000714	0,000533	0,000208	0,000064	0,000206	0,000026		
20	0,001388	0,000408	0,001154	0,000341	0,000889	0,000311	0,000981	0,000813	0,000578	0,000234	0,000066	0,000265	0,000031		
21	0,001487	0,000422	0,001239	0,000345	0,000924	0,000317	0,001065	0,000893	0,000607	0,000249	0,000077	0,000315	0,000028		
22	0,001561	0,000430	0,001294	0,000358	0,000953	0,000327	0,001131	0,000936	0,000625	0,000266	0,000072	0,000342	0,000031		
23	0,001621	0,000437	0,001343	0,000372	0,000978	0,000335	0,001184	0,000971	0,000643	0,000278	0,000065	0,000365	0,000038		
24	0,001682	0,000448	0,001388	0,000382	0,000996	0,000337	0,001234	0,001006	0,000659	0,000293	0,000066	0,000392	0,000045		
25	0,001721	0,000469	0,001419	0,000393	0,001021	0,000332	0,001252	0,001026	0,000689	0,000302	0,000076	0,000399	0,000061		
26	0,001738	0,000492	0,001435	0,000406	0,001055	0,000342	0,001246	0,001029	0,000723	0,000303	0,000086	0,000379	0,000074		
27	0,001734	0,000515	0,001449	0,000423	0,001102	0,000344	0,001219	0,001027	0,000759	0,000285	0,000093	0,000347	0,000079		
28	0,001744	0,000539	0,001488	0,000435	0,001144	0,000367	0,001206	0,001053	0,000777	0,000256	0,000104	0,000344	0,000068		
29	0,001785	0,000566	0,001546	0,000458	0,001176	0,000390	0,001219	0,001088	0,000785	0,000239	0,000109	0,000370	0,000067		
30	0,001850	0,000595	0,001609	0,000481	0,001208	0,000414	0,001255	0,001128	0,000794	0,000241	0,000114	0,000401	0,000067		
31	0,001917	0,000619	0,001659	0,000500	0,001256	0,000440	0,001298	0,001159	0,000816	0,000258	0,000119	0,000404	0,000061		
32	0,001975	0,000651	0,001706	0,000526	0,001321	0,000475	0,001324	0,001179	0,000846	0,000269	0,000125	0,000385	0,000051		
33	0,002046	0,000703	0,001759	0,000579	0,001389	0,000516	0,001342	0,001180	0,000874	0,000287	0,000125	0,000370	0,000063		
34	0,002144	0,000784	0,001825	0,000637	0,001449	0,000556	0,001360	0,001188	0,000894	0,000319	0,000147	0,000376	0,000081		
35	0,002263	0,000878	0,001894	0,000688	0,001505	0,000600	0,001386	0,001206	0,000905	0,000369	0,000190	0,000389	0,000088		
36	0,002381	0,000983	0,001965	0,000727	0,001566	0,000653	0,001398	0,001238	0,000913	0,000416	0,000256	0,000399	0,000074		
37	0,002493	0,001091	0,002046	0,000800	0,001646	0,000722	0,001402	0,001247	0,000925	0,000447	0,000291	0,000400	0,000078		
38	0,002634	0,001211	0,002161	0,000855	0,001747	0,000789	0,001423	0,001306	0,000958	0,000473	0,000356	0,000414	0,000066		
39	0,002807	0,001326	0,002291	0,000929	0,001868	0,000856	0,001481	0,001361	0,001012	0,000516	0,000397	0,000423	0,000074		
40	0,003009	0,001449	0,002427	0,001031	0,001999	0,000926	0,001560	0,001397	0,001073	0,000582	0,000419	0,000429	0,000105		
41	0,003197	0,001569	0,002549	0,001145	0,002144	0,001009	0,001628	0,001404	0,001135	0,000648	0,000424	0,000405	0,000136		
42	0,003435	0,001724	0,002722	0,001277	0,002299	0,001105	0,001710	0,001445	0,001194	0,000713	0,000447	0,000423	0,000172		
43	0,003728	0,001914	0,002964	0,001430	0,002471	0,001209	0,001814	0,001534	0,001263	0,000764	0,000485	0,000493	0,000221		
44	0,004090	0,002151	0,003273	0,001602	0,002640	0,001327	0,001940	0,001671	0,001314	0,000818	0,000549	0,000632	0,000275		
45	0,004388	0,002384	0,003558	0,001775	0,002823	0,001459	0,002005	0,001783	0,001365	0,000830	0,000608	0,000735	0,000317		
46	0,004640	0,002607	0,003880	0,001945	0,003021	0,001603	0,002033	0,001863	0,001418	0,000832	0,000662	0,000787	0,000342		
47	0,004906	0,002823	0,004064	0,002125	0,003266	0,001748	0,002083	0,001939	0,001518	0,000842	0,000698	0,000798	0,000377		
48	0,005336	0,003097	0,004420	0,002335	0,003548	0,001898	0,002239	0,002085	0,001650	0,000916	0,000761	0,000872	0,000437		
49	0,005880	0,003399	0,004833	0,002566	0,003874	0,002066	0,002482	0,002267	0,001808	0,001048	0,000832	0,000959	0,000500		
50	0,006473	0,003752	0,005270	0,002820	0,004223	0,002257	0,002721	0,002451	0,001966	0,001203	0,000932	0,001047	0,000563		
51	0,007004	0,004055	0,005649	0,003070	0,004584	0,002450	0,002949	0,002578	0,002134	0,001356	0,000985	0,001065	0,000621		
52	0,007625	0,004394	0,006135	0,003375	0,004938	0,002632	0,003230	0,002760	0,002306	0,001490	0,001019	0,001197	0,000743		
53	0,008363	0,004719	0,006748	0,003730	0,005295	0,002810	0,003644	0,003018	0,002485	0,001614	0,000988	0,001453	0,000820		
54	0,009290	0,005138	0,007563	0,004164	0,005690	0,003032	0,004152	0,003399	0,002658	0,001727	0,000973	0,001873	0,001132		
55	0,010185	0,005585	0,008400	0,004614	0,006163	0,003320	0,004600	0,003786	0,002843	0,001785	0,000971	0,002236	0,001294		
56	0,011093	0,006119	0,009268	0,005095	0,006714	0,003665	0,004974	0,004173	0,003049	0,001825	0,001024	0,002554	0,001430		
57	0,012017	0,006641	0,010147	0,005568	0,007321	0,004025	0,005376	0,004579	0,003296	0,001870	0,001073	0,002825	0,001542		
58	0,013020	0,007229	0,011183	0,006119	0,007953	0,004375	0,005873	0,005064	0,003578	0,002019	0,001109	0,003230	0,001744		
59	0,014550	0,007825	0,012293	0,006702	0,008645	0,004749	0,006275	0,005591	0,003896	0,002258	0,001123	0,003648	0,001953		
60	0,016633	0,008625	0,013431	0,007397	0,009422	0,005189	0,007048	0,006034	0,004232	0,002632	0,001228	0,004010	0,002207		
61	0,017492	0,009493	0,014423	0,008062	0,010302	0,005732	0,007999	0,006360	0,004570	0,003069	0,001431	0,004120	0,002330		
62	0,018910	0,010496	0,015381	0,008878	0,011257	0,006341	0,008414	0,006662	0,004917	0,003529	0,001778	0,004123	0,002377		
63	0,020298	0,011497	0,016431	0,009344	0,012302	0,007001	0,008800	0,007088	0,005301	0,003866	0,002154	0,004129	0,002343		
64	0,021867	0,012691	0,017722	0,010054	0,013476	0,007720	0,009176	0,007668	0,005756	0,004145	0,002636	0,004246	0,002334		
65	0,023888	0,014110	0,019474	0,011028	0,014827	0,008527	0,009779	0,008446	0,006300	0,004415	0,003082	0,00			

### 3. Tablas de mortalidad estimadas y proyectadas

---

Una vez calculadas las Tablas de Mortalidad observadas para 1992, 2002 y 2016, se obtienen de ellas los insumos necesarios para conformar las tablas estimadas y observadas de todo el período 1992-2050. Los insumos son: la  $e(0)$  y la  $e(100+)$ , las  $f(x)$  para las edades de 0 a 4 y las  $q(x)$  para todas las edades.

Las tablas de mortalidad estimadas y proyectadas para el período 1992-2050 se elaboraron en base a tres etapas fundamentales; la primera etapa consiste en interpolar las  $e(0)$  mediante una función logística para todo el período, la segunda etapa interpola linealmente las  $q(x)$ ,  $e(100+)$  y  $f(x)$  obtenidas de las tablas observadas, también para todo el período, y la tercera y última etapa realiza una iteración de las interpolaciones de  $q(x)$  y la  $e(0)$  para obtener nuevas  $q(x)$  y  $e(0)$  mutuamente ajustadas.

#### 3.1. Interpolación de la esperanza de vida al nacer

---

La elaboración de las Tablas de Mortalidad estimadas y proyectadas requieren de la esperanza de vida al nacer como el indicador del nivel de la mortalidad. Para obtener las  $e(0)$  para todo el período es necesario estimarlas desde las tablas observadas para los años censales. Para ello se realizó una interpolación mediante una función logística para el período estimado.

A nivel país, para el período proyectado, la extrapolación de la función logística fue ajustada mediante la definición de las asíntotas superior e inferior en 30 y 90 años, respectivamente, en el caso de los hombres, y en 30 y 92,5 para las mujeres. De esta manera, se buscó obtener niveles de  $e(0)$  al año 2050 similares a los proyectados por el Celade y Naciones Unidas (INE 2018). A nivel regional se hipotetizó que los niveles de mortalidad regionales tendrían que converger, en el largo plazo, con el nivel nacional. Para ello se establecieron para todas las regiones las mismas asíntotas en la función logística que a nivel nacional, y se situó como punto de convergencia la  $e(0)$  nacional del año 2150 (INE 2019b).

#### 3.2. Interpolación de las probabilidades de fallecer

---

El proceso de interpolación mediante una relación lineal (fórmula F-5) de las  $q(x)$ , las  $f(x)$  y de la  $e(100+)$  permite obtener la información necesaria para construir tablas de mortalidad teóricas para todo el período. El período estimado hasta el año 2016 se construye realizando la interpolación lineal entre la información extraída de las Tablas de Mortalidad observadas, en tanto la información para el período proyectado se estableció realizando una interpolación entre los datos de 2016 y los de una tabla límite del modelo oeste, con 100 años de  $e(0)$  para hombres y mujeres, con lo cual se establece una

convergencia de las regiones a la estructura de la mortalidad del país (INE, 2019b)<sup>10</sup>. La fórmula es la siguiente (la fórmula se presenta para las  $q(x)$ , siendo igual para las  $f(x)$  y la  $e(100)$ ):

$${}_nq_x^E = \pi \cdot {}_nq_x^i + (1 - \pi) \cdot {}_nq_x^f \quad (F - 5)$$

Donde:

${}_nq_x^i$ : probabilidad de fallecer de la tabla de mortalidad inicial

${}_nq_x^f$ : probabilidad de fallecer de la tabla de mortalidad final

${}_nq_x^E$ : probabilidad de fallecer estimada de la tabla de mortalidad teórica

$\pi$ : ponderador de interpolación

El uso del ponderador en la interpolación de la probabilidad de fallecer tiene por objetivo obtener una  $e(0)$  teórica (a partir de las  $q(x)$ ), que se aproxime a la  $e(0)$  estimada mediante la función logística. Por lo tanto, el ponderador de interpolación ( $\pi$ ) se obtiene aplicando la relación lineal (fórmula F-5) a las  $e(0)$  estimada.

Reescribiendo la relación lineal (fórmula F-5) a las  $e(0)$  estimadas para un período dado, tenemos que:

$$e(o)^E = \alpha \cdot e(o)^i + \beta \cdot e(o)^f$$

Donde:

$e(o)^E$ : Corresponde a la  $e(0)$  estimada por la función logística

$e(o)^i$ : Corresponde a la  $e(0)$  inicial obtenida de la tabla de mortalidad empírica ajustada

$e(o)^f$ : Corresponde a la  $e(0)$  final obtenida de la tabla de mortalidad empírica ajustada

$\alpha$  y  $\beta$ : Corresponde a los ponderadores de interpolación que deben sumar 1

Ahora, si resolvemos el sistema:

$$\begin{aligned} e(o)^E &= \alpha \cdot e(o)^i + \beta \cdot e(o)^f \\ 1 &= \alpha + \beta \end{aligned}$$

Tenemos que:

$$\alpha = \frac{(e(o)^E - e(o)^f)}{(e(o)^i - e(o)^f)}$$

Y

$$\beta = 1 - \alpha$$

<sup>10</sup> Obtenidas desde: <https://www.un.org/en/development/desa/population/publications/mortality/model-life-tables.asp>, archivo MLT\_UN2011\_130\_1y\_complete.

Entendiendo que  $\pi = \alpha$ , entonces se puede aplicar la fórmula de la relación lineal (fórmula F-5) para interpolar la  $q(x)$  a la  $e(100+)$  y las  $f(x)$ .

### 3.3. Iteración

---

Si se calcula la  $e(0)$  a partir de las  $q(x)$  interpoladas, se llega  $e(0)$  teóricas levemente diferentes a las obtenidas con la interpolación logística. Este problema se resuelve realizando un proceso de iteración entre ellas. Este proceso consiste en hacer converger las  $e(0)$  obtenidas de las Tablas de Mortalidad teóricas con la  $e(0)$  estimada por la función logística para todo el período 1992-2050. Este proceso se realiza sobre las  $q(x)$  provenientes de las tablas teóricas de manera que el cociente entre la  $e(0)$  teórica y la  $e(0)$  estimada tienda a 1.

### 3.4. Construcción de las tablas de mortalidad estimadas y proyectadas para el período 1992-2050

---

La construcción de las Tablas de Mortalidad estimadas y proyectadas para el período 1992-2050 es diferente a la construcción de las Tablas de Mortalidad observadas, las cuales se construyen desde la tasa de mortalidad específica ( ${}_1M_x^t$ ) (ver anexo 1). Las Tablas de Mortalidad estimadas y proyectadas consideran como insumo principal las  $q(x)$  obtenidas del proceso de iteración. Si tenemos una cohorte hipotética de 100.000 nacidos vivos ( $l(0)$ ), entonces, las funciones que se utilizan en la elaboración de las tablas estimadas y proyectadas para el período 1992-2050 son las siguientes:

$$1. {}_1d_x = {}_1l_x * {}_1q_x$$

$$2. {}_1l_{x+1} = {}_1l_x - {}_1d_x$$

$$3. {}_1L_x = {}_1l_{x+1} - (1 - f(x)) * {}_1d_x \text{ con } f(0) \text{ obtenidos de la interpolación lineal, } f(1 \leq x \leq$$

4) factores de separación de Glover

$$4. {}_1P_{(x,x+1)} = \frac{L_{(x+1,1)}}{L_{(x,1)}}$$

$$5. {}_1m_x = \frac{{}_1d_x}{{}_1l_x}$$

$$6.1 {}_1T_{100} = {}_1l_{100} * {}_1e_\omega$$

$$6.2 {}_1T_{(99-x)} = {}_1T_{(100-x)} * {}_1L_{(99-x)} \text{ con } 0 \leq x \leq 99$$

7.  ${}_1e_\omega$  : Corresponde a la esperanza de vida de 100 años y más obtenidas de la interpolación lineal aplicados con los factores de interpolación

$$7.2 {}_1e_x = \frac{{}_1T_x}{{}_1l_x} \text{ con } 0 \leq x \leq 99$$

## IV. CONSIDERACIONES FINALES

Las Tablas de Mortalidad son un instrumento estadístico central para la descripción y estudio de la mortalidad de una población. Presentan los principales indicadores del nivel y estructura de mortalidad, como la esperanza de vida al nacer y las tasas de mortalidad por edad, entre otros. Este documento presenta la metodología con la que se realizaron las Tablas de Mortalidad utilizadas en las Estimaciones y Proyecciones de Población base censo 2017 a nivel nacional y regional, por lo que describe como se elaboraron la serie de Tablas de Mortalidad estimadas para el período observado, hasta 2016, y las proyectadas desde 2017 en adelante.

La pandemia de COVID-19 impactó fuertemente la mortalidad de Chile y el mundo a partir del año 2020. La elaboración de Tablas de Mortalidad presentadas en este documento se realiza en base a la información disponible hasta el momento en el que estas se realizaron, en este caso, las defunciones preliminares del año 2017, por lo que en estas Tablas de Mortalidad proyectadas no se da cuenta del impacto del COVID-19. En 2022 la pandemia del COVID-19 ha bajado su intensidad, pero no ha sido superada, por lo que no es claro cuáles serán sus efectos futuros sobre la mortalidad.

Como antecedente sobre eventos pasados que nos permitan vislumbrar una posible evolución de la actual pandemia, se puede mencionar que, en la primera mitad del siglo pasado, con la llamada “gripe española” (1918-1920), se apreció una brusca caída de la esperanza de vida durante los años en que dicha pandemia se desarrolló, pero ya en 1921 la esperanza de vida había retomado los niveles prepandemia (Roser, 2020). Cabe señalar también que la revisión 2022 de las Estimaciones y proyecciones a largo plazo de Cepal-Celade y de Naciones Unidas da cuenta de un alza en la esperanza de vida al nacer estimada para 2023, retomando los niveles que se presentaban en 2019, esto a nivel de América Latina y el Caribe en general como para Chile en particular (NU, 2022).

Así, es posible que Chile vuelva a aproximarse al patrón de mortalidad anterior al COVID-19, que describen estas Tablas de Mortalidad. Sin embargo, también es posible que el COVID-19 produzca efectos directos y/o indirectos de largo plazo en la mortalidad. Ante escenarios tan disímiles es necesario esperar a que se acumule la información, para luego analizarla y tomar la decisión de mantener o reemplazar las Tablas de Mortalidad actualmente en uso.

En este marco de incertidumbre, se ha considerado de relevancia central dar a conocer con detalle la metodología utilizada en la elaboración de las Tablas de Mortalidad de las cuales se obtienen indicadores oficiales como la esperanza de vida al nacer. Por este motivo, se entrega por primera vez un informe metodológico específico sobre las Tablas de Mortalidad. Además, de manera paralela, se

está realizando un estudio sobre el impacto del COVID-19 en la mortalidad del país, por lo que también la ciudadanía dispondrá de esa información.

Las Tablas de Mortalidad para hombres y mujeres, por edad simple, a nivel nacional para el período 1992 a 2050 y para las dieciséis regiones del país para el período 2002 a 2035, están disponibles para su descarga en formato Excel en el portal <https://www.ine.cl/estadisticas/sociales/demografia-y-vitales/proyecciones-de-poblacion>.

## V. ANEXOS

### 1. Tabla de Mortalidad

TABLA DE MORTALIDAD. MUJERES. AÑO 1992								
Edad	$m(x)$	$q(x)$	$l(x)$	$d(x)$	$L(x,x+1)$	$T(x)$	$P(x,x+1)$	$e(x)$
0	0,012875	0,012738	100000	1274	98929	7721443	0,989293	77,21
1	0,001099	0,001098	98726	108	98662	7622514	0,997301	77,21
2	0,000656	0,000655	98618	65	98584	7523852	0,999202	76,29
3	0,000422	0,000421	98553	42	98532	7425268	0,999473	75,34
4	0,000329	0,000329	98512	32	98495	7326737	0,999626	74,37
5	0,000301	0,000301	98479	30	98464	7228242	0,999686	73,40
6	0,000274	0,000274	98450	27	98436	7129778	0,999714	72,42
7	0,000255	0,000255	98423	25	98410	7031342	0,999736	71,44
8	0,000237	0,000237	98397	23	98386	6932933	0,999755	70,46
9	0,000220	0,000220	98374	22	98363	6834547	0,999772	69,48
10	0,000210	0,000210	98352	21	98342	6736184	0,999786	68,49
11	0,000208	0,000208	98332	20	98322	6637842	0,999791	67,50
12	0,000219	0,000219	98311	22	98301	6539520	0,999786	66,52
13	0,000244	0,000244	98290	24	98278	6441220	0,999768	65,53
14	0,000281	0,000281	98266	28	98252	6342942	0,999737	64,55
15	0,000319	0,000319	98238	31	98223	6244690	0,999700	63,57
16	0,000348	0,000348	98207	34	98190	6146467	0,999667	62,59
17	0,000366	0,000366	98173	36	98155	6048277	0,999643	61,61
18	0,000378	0,000378	98137	37	98118	5950123	0,999628	60,63
19	0,000393	0,000392	98100	39	98080	5852004	0,999615	59,65
20	0,000408	0,000408	98061	40	98041	5753924	0,999600	58,68
(...)	(...)	(...)	(...)	(...)	(...)	(...)	(...)	(...)
90	0,174439	0,159736	17607	2812	16123	75821	0,846763	4,31
91	0,190454	0,173028	14795	2560	13441	59698	0,833652	4,04
92	0,207742	0,187141	12235	2290	11021	46257	0,819990	3,78
93	0,226620	0,202277	9945	2012	8877	35236	0,805419	3,54
94	0,247235	0,218490	7933	1733	7011	26359	0,789812	3,32
95	0,269755	0,235832	6200	1462	5420	19348	0,773118	3,12
96	0,294361	0,254354	4738	1205	4094	13928	0,755289	2,94
97	0,321254	0,274103	3533	968	3014	9834	0,736278	2,78
98	0,350654	0,295127	2564	757	2158	6819	0,716041	2,66
99	0,376667	0,313230	1808	566	1503	4661	0,696447	2,58
100- $\omega$	0,393122	1,000000	1241	1241	3158	3158	0,677499	2,54

## 2. Descripción general de las Tablas de Mortalidad

---

A continuación, se presentan las funciones de las Tablas de Mortalidad a publicarse.

La información base para construir las Tablas de Mortalidad es:

- Defunciones por sexo y edad simple
- Población (a mitad del año censal)

Para construir una Tablas de Mortalidad observada se deben considerar distintas funciones con relación a la edad. Con la información base se construyen las tasas de mortalidad específica por cada 1000 personas  $m(x)$ :

$${}_1M_x^t = \frac{{}_1D_x^t}{{}_1P_x^t} * 1000$$

Donde:

${}_1M_x^t$  : Tasa de mortalidad específica para el grupo de edad de  $x$  a  $x+1$ , para el año  $t$

${}_1D_x^t$  : Defunciones del grupo de edad de  $x$  a  $x+1$  respecto del año  $t$

${}_1P_x^t$  : Población del grupo de edad de  $x$  a  $x+1$  a mitad del año  $t$

Una vez calculadas las  $m(x)$  podemos calcular las demás funciones de la Tabla de Mortalidad.

1) Función de sobrevivientes:  $l(x)$

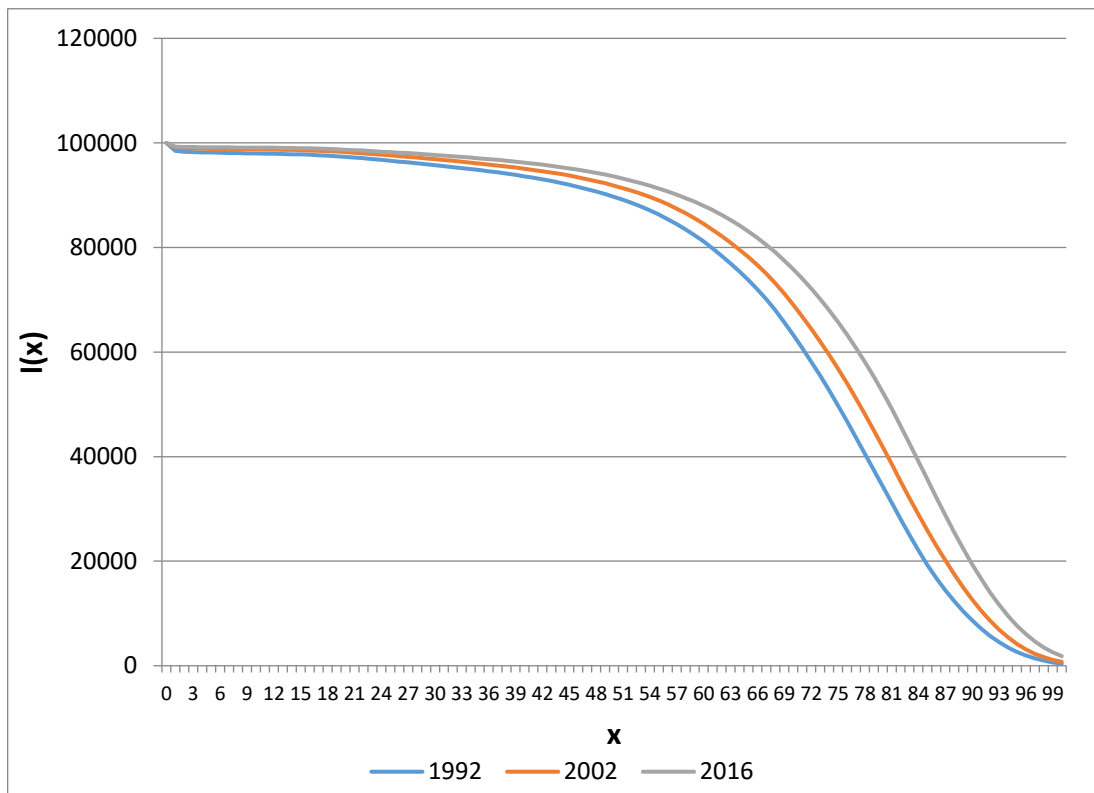
Esta función determina el número de personas de la cohorte que llegan con vida a la edad exacta “ $x$ ”. Debido a que la Tablas de Mortalidad comienza generalmente con una cohorte inicial de 100.000 nacimientos (a la edad exacta de 0 años), entonces el número de sobrevivientes desde el nacimiento a cada edad exacta está determinado por la probabilidad de fallecer  $q(x)$ .

- $l_0$  : Corresponde a la población teórica inicial de la cohorte, habitualmente es de 100.000 nacimientos ocurridos en el año.
- $l_w$  : Corresponde a la edad que muere la última persona de la cohorte, entonces,  $l_w = 0$

La expresión que la define es:

$$l_{x+1} = l_x * (1 - q_x)$$

Gráfico 11: Función de Supervivencia (l(x)), hombres, 1992, 2002 y 2016.



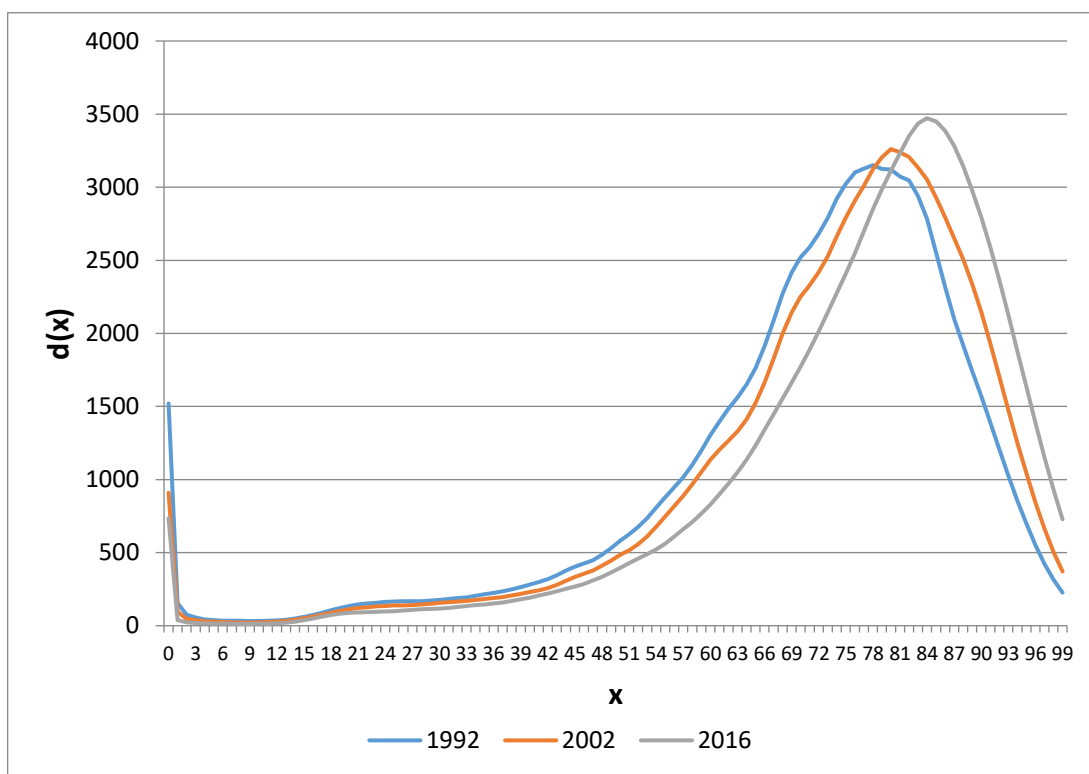
Fuente: cálculos propios en base a censos y estadísticas de nacimientos y defunciones.

## 2) Función de defunciones: d(x)

Esta función determina el número de defunciones de la cohorte inicial (a la edad exacta 0) sucedidas entre las edades x y x+1. Cabe hacer notar que estas defunciones son defunciones de la cohorte hipotética y no corresponden a las defunciones observadas. La expresión que la define está dada por:

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

Gráfico 12: Función de Defunciones (d(x)), hombres, 1992, 2002 y 2016.



Fuente: cálculos propios en base a censos y estadísticas de nacimientos y defunciones.

### 3) Función de probabilidad de fallecer: $q(x)$

Esta función determina la probabilidad asociada a una persona de la población hipotética que fallezca entre dos edades exactas, es decir, la probabilidad que tiene una persona de  $x$  años exactos de fallecer antes de cumplir  $x+1$  años.

$q(x)$  se define como la probabilidad entre los casos favorables de fallecer a la edad cumplida  $x$  ( $d(x)$ ) y el total de sobrevivientes a la edad  $x$  ( $l(x)$ ), la expresión que la define está dada por:

$$q_x = \frac{d_x}{l_x}$$

La expresión anterior requiere conocer  $d(x)$  y  $l(x)$ , dado que  $d(x)$  corresponde a las defunciones de la cohorte hipotética, entonces, es necesario calcular  $q(x)$  en términos de la mortalidad específica  $m(x)$ .

Si entendemos que  $q(0)$  define la probabilidad de fallecer durante el primer año de vida, y sabemos que:

$$q_0 = \frac{d_0}{l_0} = \frac{l_0 - l_1}{l_0}$$

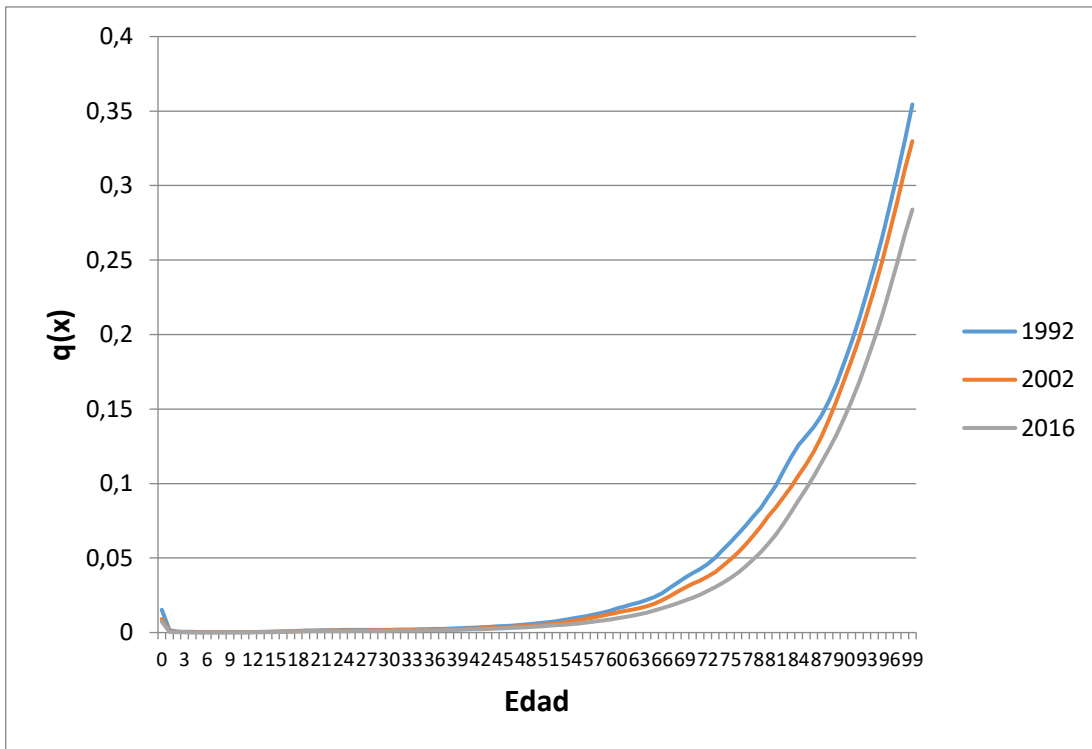
La Tasa de Mortalidad Infantil (TMI) sería una buena estimación para determinar  $q(0)$ .

Por otro lado, para obtener  $q(x)$  mediante las tasas específicas de mortalidad se utiliza la siguiente expresión:

$$q_x \frac{{}_1M_x}{(1 + {}_1M_x(1 - F_x))}$$

Siendo  $f(x)$  los factores de separación de Glover para las edades de 1 a 4 años.

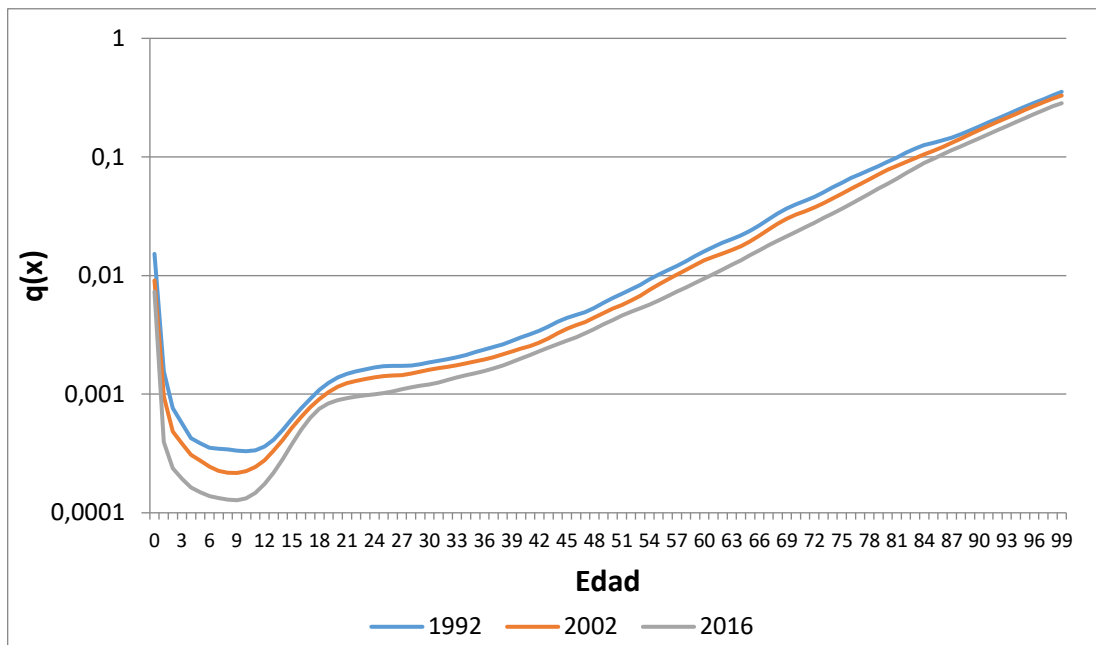
Gráfico 13: Función de Probabilidad de Fallecer ( $q(x)$ ), hombres, 1992, 2002 y 2016.



Fuente: cálculos propios en base a censos y estadísticas de nacimientos y defunciones.

Esta función generalmente se presenta en escala logarítmica.

Gráfico 14: Función de Probabilidad de Fallecer ( $q(x)$ ), hombres, 1992, 2002 y 2016. Escala logarítmica.



Fuente: cálculos propios en base a censos y estadísticas de nacimientos y defunciones.

#### 4) Función de probabilidad de supervivencia: $p(x)$

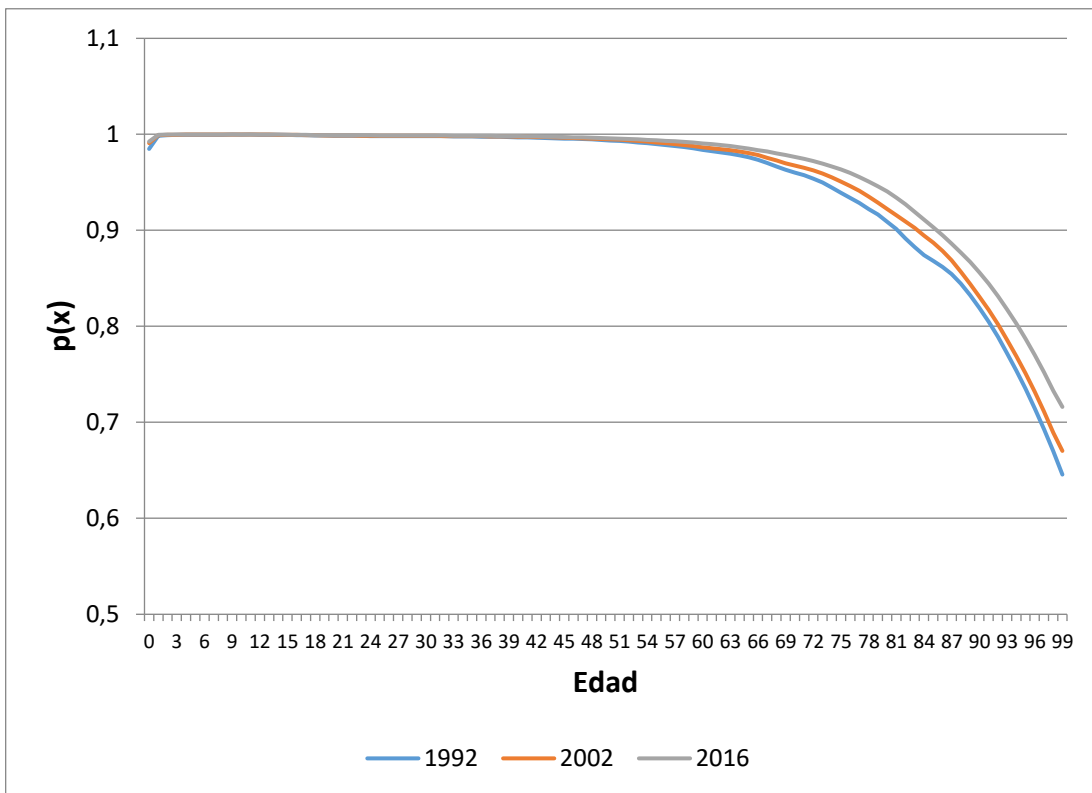
Esta función determina la probabilidad de sobrevivir entre las edades  $x$  y  $x+1$ . Se define por:

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

Análogamente:

$$p_x = 1 - q_x$$

Gráfico 15: Función de Probabilidad de Supervivencia ( $p(x)$ ), hombres, 1992, 2002 y 2016.



Fuente: cálculos propios en base a censos y estadísticas de nacimientos y defunciones.

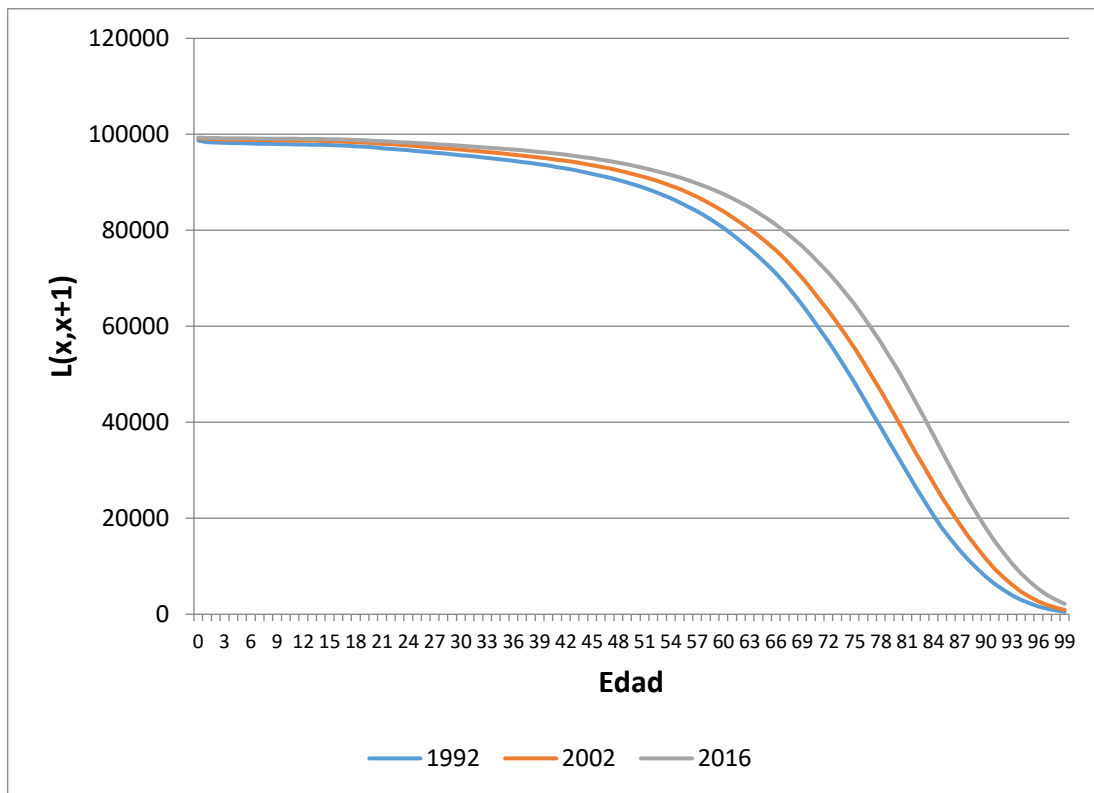
5) Función de tiempo vivido entre las edades  $x$  y  $x+1$ :  $L(x,x+1)$

Esta función determina el tiempo que vive toda la cohorte entre las edades  $x$  y  $x+1$ .

Una adecuada estimación para determinar el tiempo vivido de la población que fallece entre estas edades está dada por:

$$L_x = l_x - (1 - f_x) * d_x$$

Gráfico 16: Función de Tiempo Vivido entre x y x+1 ( $L(x,x+1)$ ), hombres, 1992, 2002 y 2016.



Fuente: cálculos propios en base a censos y estadísticas de nacimientos y defunciones.

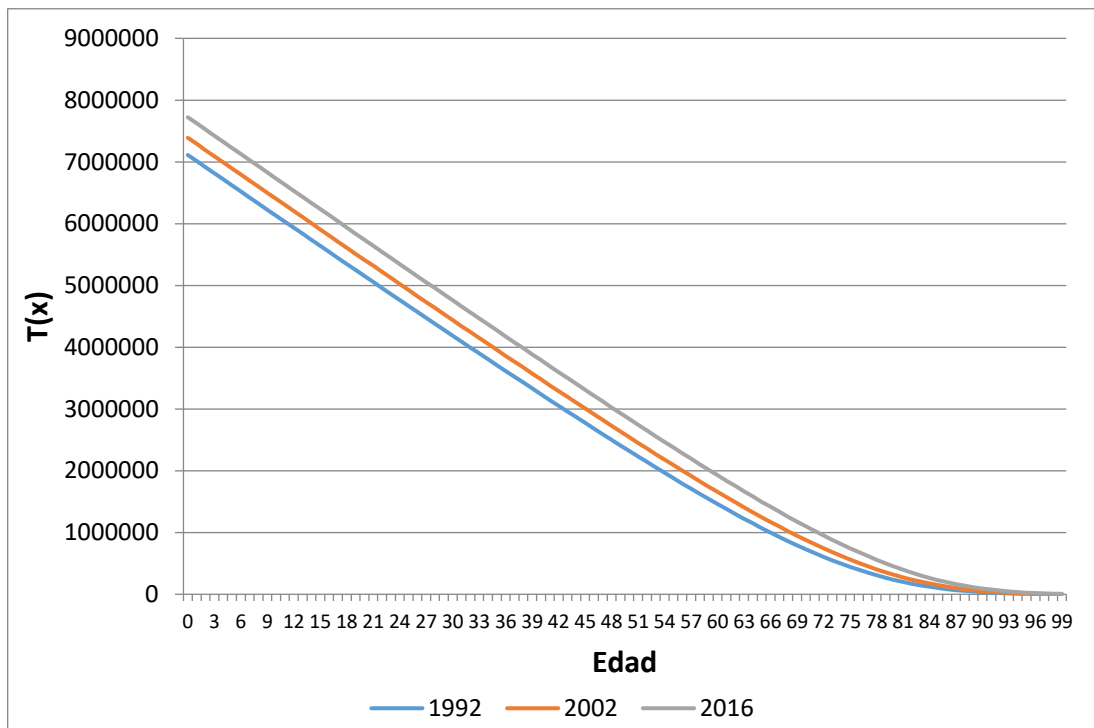
#### 6) Función de tiempo vivido entre x y $\omega$ : $T(x)$

Esta función determina el tiempo que le falta por vivir a la cohorte antes de extinguirse, además, determina la población total de la Tabla de Mortalidad mediante la suma de las poblaciones obtenidas por  $L(x)$ , la función  $T(x)$  también se puede interpretar como el total del número de años de vida que la población de edad exacta  $x$  seguirá viviendo en el futuro. Está definida por la siguiente expresión:

$$T_x = \sum_{i=x}^{\omega} L_i$$

$\omega$  : Representa la última edad de la tabla vivida.

Gráfico 17: Función de Tiempo Vivido desde x (T(x)), hombres, 1992, 2002 y 2016.



Fuente: cálculos propios en base a censos y estadísticas de nacimientos y defunciones.

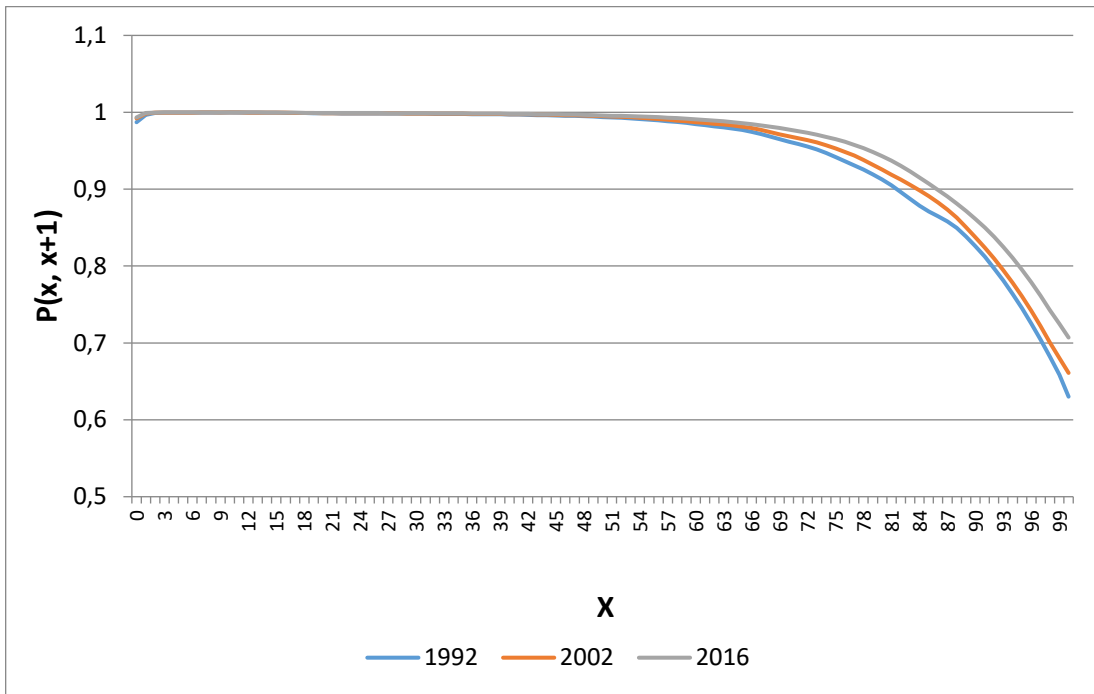
#### 7) Relación de sobrevivencia entre x y x+1: $P(x, x+1)$

Esta función determina la probabilidad de la población comprendida entre las edades x y x+1 de sobrevivir a la edad x.

La función que la define es:

$$P(x, x + 1) = \frac{L(x+1,1)}{L(x,1)}$$

Gráfico 18: Función de Relación de Supervivencia entre x y x+1 ( $P(x, x+1)$ ), hombres, 1992, 2002 y 2016.



Fuente: cálculos propios en base a censos y estadísticas de nacimientos y defunciones.

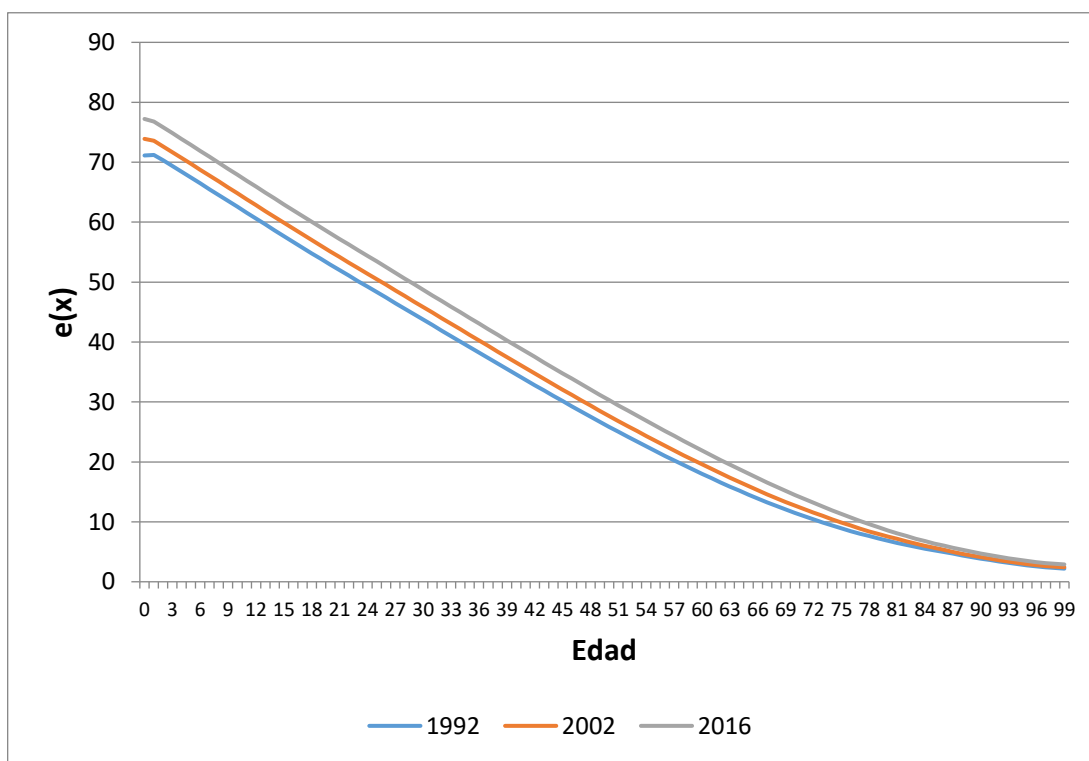
#### 8) Función esperanza de vida a la edad x: $e(x)$

Esta función determina el número promedio de años de vida que le restan por vivir a las personas que tienen x años de edad exacta.

La expresión que la define es la siguiente:

$$e_x = \frac{T_x}{l_x}$$

Gráfico 19: Función de Esperanza de Vida a edad  $x$  ( $e(x)$ ), hombres, 1992, 2002 y 2016.



Fuente: cálculos propios en base a censos y estadísticas de nacimientos y defunciones.

## VI. BIBLIOGRAFÍA

- CELADE. (1984). *Método para proyecciones demográficas*. San José, Costa Rica.
- González, L. (2012). "Análisis Demográfico de la Mortalidad" de Eduardo Arriaga. Mimeo.
- INE. (2007). *Estadísticas Vitales. Informe Anual 2007*. Santiago, Chile: Instituto Nacional de Estadística.
- INE. (2017). *Estadísticas Vitales. Informe Anual 2017*. Santiago de Chile: Instituto Nacional de Estadísticas.
- INE. (2018). *Estimaciones y proyecciones de la población de Chile 1992-2050. Metodología y principales resultados*. Santiago, Chile: Instituto Nacional de Estadística.
- INE. (2019a). *Estimaciones y Proyecciones de la Población de Chile 2002-2035 a Nivel Comunal*. Santiago, Chile: Instituto Nacional de Estadística.
- INE. (2019b). *Estimaciones y Proyecciones de la Población de Chile 2002-2035 a Nivel Comunal. Documento metodológico*. Santiago, Chile: Instituto Nacional de Estadística.
- INE. (2021). *Estimaciones y Proyecciones de la Población de Chile 2002-2035, comuna urbano-rural*. Santiago, Chile: Instituto Nacional de Estadística.
- INE-CELADE. (S/Fa). *CHILE: Proyecciones y Estimaciones de Población. Total País:1992-2050*. Santiago, Chile: CEPAL.
- INE-CELADE. (S/Fb). *Estimación de la Oportunidad de Inscripción de los Nacimientos*. Santiago de Chile: CEPAL.
- NU. (1986). *Manual X. Técnicas Indirectas de Estimación Demográfica*. New York, EE.UU: Naciones Unidas.
- NU, C. -C. (08 de 09 de 2022). *Estimaciones y proyecciones: Archivos Excel. Revisión 2022*. Obtenido de <https://www.cepal.org/es/temas/proyecciones-demograficas/estimaciones-proyecciones-excel>
- Roser, M. (04 de 03 de 2020). *The Spanish flu (1918-20): The global impact of the largest influenza pandemic in history*. Obtenido de <https://ourworldindata.org/spanish-flu-largest-influenza-pandemic-in-history>