







**Julio Vinuesa  
Dolores Puga**

# **Técnicas y ejercicios de Demografía**

**IN  
e**

**Colección *de* *La.*  
Libros  
de autor**

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA

Madrid, 2017

## **Ficha editorial**

---

**Título:** Técnicas y ejercicios de Demografía. Ed. rev. 1ª reimpresión 2017

---

**Nº INE:** 181

---

**NIPO:** 065-17-012-4

---

**Depósito Legal:** M-10570-2018

---

**ISBN:** 978-84-260-3774-9

---

**Tarifa:** 11

Catálogo de publicaciones de la Administración General del Estado  
<http://publicacionesoficiales.boe.es>

Edita: INE  
Paseo de la Castellana, 183 - 28046 Madrid

Servinform, S. A.  
Avenida de los Premios Nobel, 37  
Polígono Casablanca  
28850 Torrejón de Ardoz (Madrid)

En esta publicación se ha utilizado papel con certificación FSC

# Índice

<b>Introducción</b> .....	7
<b>1. Demografía: entre la Estadística y las Ciencias Sociales</b> .....	9
1.1 Conceptos demográficos básicos.....	10
1.2 El diagrama de Lexis.....	13
1.3 Tipos de observación de los fenómenos demográficos.....	16
1.4 Indicadores demográficos.....	23
Ejercicios.....	28
<b>2. Mortalidad</b> .....	37
2.1 Principales indicadores.....	38
2.1.1 Tasa bruta de mortalidad.....	38
2.1.2 Tasas específicas de mortalidad.....	39
2.1.3 Esperanza de vida.....	42
2.2 Mortalidad infantil.....	42
2.3 Estandarización.....	47
2.4 Tabla de mortalidad.....	49
2.4.1 Funciones de la tabla de mortalidad.....	51
2.4.2 Construcción de la tabla de mortalidad.....	64
2.4.3 Tablas-tipo.....	74
2.5 Morbilidad y causas de muerte.....	77
2.5.1 Morbilidad.....	77
2.5.2 Clasificación de las causas de muerte.....	78
2.5.3 Análisis de la mortalidad por causa de muerte.....	78
Ejercicios.....	80
<b>3. Natalidad y fecundidad</b> .....	107
3.1 Conceptos básicos.....	107
3.2 Tasa bruta de natalidad.....	109
3.3 Tasas de fecundidad.....	109
3.4 Calendario de la fecundidad.....	110
3.5 Índice sintético de fecundidad.....	113
Ejercicios.....	118
<b>4. Movimientos migratorios</b> .....	147
4.1 Conceptos básicos.....	148
4.2 Matrices migratorias.....	150
4.3 Índices simples.....	153
4.3.1 Proporciones.....	154

4.3.2 Tasas de migración .....	156
4.4 Calendario migratorio .....	159
4.4.1 La movilidad de una generación .....	163
4.5 Las corrientes migratorias .....	166
4.6 Análisis con fuentes indirectas .....	170
Ejercicios.....	176
<b>5. Estructura de la población.....</b>	<b>205</b>
5.1 Composición por sexo y edad .....	206
5.1.1 Composición por sexo .....	207
5.1.2 Composición por edad.....	208
5.1.3 La pirámide de edades .....	214
5.2 El proceso de envejecimiento.....	220
5.3 Otras características demográficas.....	223
5.3.1 Estado civil.....	223
5.3.2 Naturaleza y nacionalidad.....	224
5.3.3 Situación de escolaridad y nivel de estudios.....	225
5.3.4 Relación con la actividad.....	228
Ejercicios.....	230
<b>6. Hogares y forma de convivencia.....</b>	<b>253</b>
6.1 Conceptos básicos.....	255
6.2 Estudio de la estructura de hogares .....	258
6.2.1 El tamaño del hogar .....	258
6.2.2 Clasificación de hogares según su composición....	261
6.3 Dinámica de hogares .....	264
6.3.1 Crecimiento del número de hogares.....	264
6.3.2 Eventos demográficos en la dinámica de hogares.	266
6.4 Principales fenómenos demográficos en la dinámica de hogares .....	270
6.4.1 Emancipación.....	270
6.4.2 Nupcialidad.....	278
6.4.3 Extinción de hogares .....	280
6.5 El ciclo de vida del hogar .....	281
Ejercicios.....	283
<b>7. Crecimiento de la población. Proyecciones.....</b>	<b>299</b>
7.1 Conceptos básicos en el análisis del crecimiento .....	300
7.2 La medición del crecimiento.....	300
7.3 Estimaciones, previsiones, proyecciones y otros conceptos	304
7.4 Métodos de proyección .....	306
7.5 Proyectar una población.....	310
7.6 Proyección de los componentes.....	322
Ejercicios.....	327
<b>8. Fuentes estadísticas demográficas.....</b>	<b>371</b>
8.1 El Censo de Población .....	373
8.2 Padrón Municipal de Habitantes .....	377
8.3 Movimiento Natural de Población.....	381
8.4 Estadística de Variaciones Residenciales .....	391
<b>Referencias bibliográficas .....</b>	<b>395</b>

## Introducción

Este manual está dirigido a atender las necesidades formativas básicas en técnicas demográficas del personal del INE y de quienes desde diversos campos académicos o profesionales tienen que utilizar la información estadística demográfica elaborada por el INE.

Nace con la voluntad de explicar, con el mayor afán didáctico, los conceptos y técnicas necesarios para el análisis y la comprensión de los actuales procesos demográficos.

Pero lo que más caracteriza a este libro es el conjunto de ejercicios que complementan los contenidos teóricos de cada capítulo. No se trata sólo de utilizar una herramienta que ayude a entender mejor las técnicas previamente explicadas, con los ejercicios se busca también proponer y dar soluciones a problemas de análisis demográfico.

Es limitada la discrecionalidad a la hora de fijar los contenidos de un manual básico de Demografía. Están suficientemente contrastados los fenómenos que inciden en la dinámica demográfica y los aspectos de ésta que mejor la definen y que mejor ayudan a su comprensión. Sin obviar la explicación y las técnicas de análisis de ninguno, se ha pretendido resaltar aquellos aspectos a los que actualmente cabe atribuir un mayor protagonismo en la dinámica de la población española.

La estadística es una herramienta necesaria pero no suficiente en el análisis demográfico. En este manual se ha procurado no sobrepasar innecesariamente las razonables exigencias de conocimiento estadístico, evitando los procedimientos que, aumentando la dificultad del aprendizaje de las técnicas, no contribuyen en igual medida a la elaboración de interpretaciones más acertadas. En cada capí-

tulo se ha procurado facilitar al máximo la comprensión de los planteamientos teóricos y técnicos, teniendo siempre presente las peculiaridades de la naturaleza de los diferentes procesos demográficos, las características de la información estadística disponible y los objetivos de conocimiento a alcanzar.

## Capítulo 1

# **Demografía: entre la Estadística y las Ciencias Sociales**

Es conveniente comenzar por reconocer en la Demografía un doble carácter, necesario aunque de complicada convivencia. Su marcada base estadística anima a aferrarse con fuerza a la seguridad que producen las cifras y los indicadores obtenidos a través de procedimientos más o menos complejos. Por otro lado, lo que mide y trata de explicar pertenece a procesos sociales de una ilimitada complejidad, sujetos a interpretaciones que sólo en teoría pueden quedar libres de subjetivismos.

La idea más clásica de la Demografía la define como la disciplina que se ocupa del estudio estadístico de las poblaciones humanas. Se trata de un estudio dirigido fundamentalmente a medir su tamaño, su crecimiento y su composición a partir de la definición de ciertas características de interés demográfico. Pero no se limita únicamente a contar y clasificar individuos, también elabora indicadores estadísticos para valorar de la forma más precisa y más completa posible la estructura y la dinámica de las poblaciones.

Pero si nos preguntamos si los datos demográficos tienen siempre un valor único e indiscutible, inequívoco, la respuesta no puede ser todo lo rotunda que cabría esperar de una disciplina tan sustentada en la Estadística. El análisis demográfico habrá de partir de considerar los diversos significados o, si se prefiere, valoraciones de una misma cifra, sobre todo si quiere utilizarse como herramienta necesaria para un mejor y más profundo conocimiento de la realidad social, económica y territorial. Por ejemplo, el porcentaje de personas mayores de 65 años es un indicador que en principio no parece plantear la más mínima dificultad de interpretación. La comparación entre los valores de tal indicador en cualquier población ilustra rápidamente sobre el proce-

so de envejecimiento demográfico. Pero, si quisiéramos analizar las implicaciones socioeconómicas de su evolución, habrá que comenzar por preguntarse si son equiparables en sus dimensiones biológicas, psíquicas, sociales o económicas las personas de 65 y más años, por ejemplo, en 1950, 2001 o 2050.

El análisis de la dinámica demográfica a veces transita por los territorios abstrusos de complejas herramientas estadísticas y, en ocasiones, se plantea con una simplicidad excesiva. Encontrar en cada caso el correcto equilibrio entre la idoneidad y la fiabilidad de las *fuentes* y las técnicas estadísticas utilizadas, en razón de la naturaleza del proceso objeto de estudio y de los objetivos perseguidos, constituye la virtud del análisis demográfico. El aprendizaje que pueda adquirirse con este manual ha de estar imbuido de esa idea básica.

## 1.1 Conceptos demográficos básicos

Como otras disciplinas, la Demografía se sustenta en una serie de conceptos con los que se pretende definir, con la máxima precisión posible, los diferentes aspectos y dimensiones de la realidad que se trata de analizar. Como se verá a lo largo del libro, no siempre resulta fácil la precisión conceptual absoluta, pero introducirse en el análisis demográfico sin un dominio suficiente de ciertos conceptos básicos es estar abocado al error.

En este capítulo introductorio vamos a definir e ilustrar con ejemplos los conceptos de carácter general. En los sucesivos capítulos habrá oportunidad de explicar otros más específicos.

Una *población* suele definirse como el conjunto de los individuos que habitan un territorio en un momento dado. La población de España según el Censo de 2001 estaba formada por los 40.847.371 individuos que en el *momento censal* (1 de noviembre) *residían* en España (territorio).

Obsérvese que, incluso en el caso de que el dato responda fielmente a la realidad de acuerdo con su definición, tiene un valor limitado, porque sólo sería válido para el momento censal. No para un día antes o para un día después, ya que durante ese año se produjeron como media 1.113,3 nacimientos y 988,7 defunciones al día. Tampoco habría contado a todos los individuos presentes en ese momento en el territorio español, ya que el dato censal no incluye a los que no tienen su residencia habitual en España.

Al considerar cualquier población es necesario tener en cuenta sus referencias *temporal y territorial*. En el ejemplo anterior se trata de una población referida a un momento exacto del calendario. Es lo que se conoce como un *stock* de población.

Además, la población ha de estar referida a un ámbito espacial delimitado, con el que se asigna a los habitantes una de sus características básicas: el *lugar de residencia*.

Como veremos, la práctica del análisis demográfico podrá quedar así limitada a los momentos, períodos y unidades espaciales de análisis que se utilizan para la elaboración de las fuentes estadísticas.

Una población incluye normalmente a individuos muy diversos. Las *características demográficas*, como el *sexo, la edad, el estado civil, la naturaleza, las formas de convivencia...*, pueden ser utilizadas como criterios de agregación y permiten estudiar la *estructura o composición* de las poblaciones.

La consideración simultánea de varias *características*, para concretar y profundizar en el análisis de la población, lleva a manejar poblaciones cada vez más reducidas. Las actuales posibilidades de algunas fuentes estadísticas permiten realizar cruces de características de forma casi ilimitada. Por ejemplo, según el Censo de 2001, del total de la población de 2001 *que vivía en familia*, 20.676.965 eran mujeres y, de ellas, 266.998 estaban divorciadas. Si nos interesamos por las mujeres de 25 años de *edad* encontramos que en total son 345.434 y 2.905 estaban divorciadas. Pero si además estamos interesados por las que a las características anteriores añadan el haber nacido en la provincia de Segovia, el resultado que obtenemos es una población formada tan sólo por 2 mujeres.

El afán de concretar encontrará limitaciones por la obligación del INE de preservar el *secreto estadístico*, por la fiabilidad del dato y por su significado. Bastaría con que el estado civil de una de esas dos mujeres estuviese equivocado para que tuviésemos que hablar de un error que duplica la población real. Cualquier incremento de una o dos divorciadas, causado por cualquier eventualidad, produciría un cambio que estadísticamente podría visualizarse como muy acusado, aun cuando su significado sociodemográfico sería irrelevante.

Entre dos momentos dados ( $t$ ,  $t+1$ ) una población necesariamente experimenta variaciones. El paso del tiempo hará que algunas características cambien. Por ejemplo, si pasado un año exacto volvemos a interesarnos por la población española de

mujeres de 25 años, nos encontraremos con una población con un tamaño y unas características similares, pero debemos saber que estamos ante otra *generación*. Las mujeres que integran la población que observamos ahora son las que en el momento anterior tenían 24 años de edad. Mientras la edad cambia automáticamente con el calendario, las otras características no tienen reglas fijas ni únicas de variación.

Pero además, los individuos de una población protagonizan *sucesos, acontecimientos o eventos demográficos* que implican incorporaciones (*nacimientos e inmigraciones*) o salidas de individuos (*defunciones y emigraciones*). Como si de un ejercicio de contabilidad se tratara, los *sucesos* arrojan *saldos o crecimientos*. El análisis ha de incorporar aquí la *dimensión temporal*. Frente al carácter estático del *stock*, el concepto de *flujo* responde al número de *sucesos* que se han producido a lo largo de un período de tiempo, generalmente un año del calendario.

A 1.01.2002 la población de la provincia de Ávila era de 165.138 residentes; entre esa fecha y el 1.01.2003 se produjeron 1.123 nacimientos y 2.023 defunciones. Si a la diferencia entre esos dos *flujos* le sumamos los que han llegado desde fuera para residir en la provincia y descontamos los que se han ido a residir fuera de la provincia, el ejercicio contable de sumar el *saldo natural* y el *saldo migratorio* daría como resultado el *crecimiento* de la población durante el período. Teniendo en cuenta que a 1.01.2003 la población de la provincia era 165.480, el *crecimiento* durante 2002 fue de 342 habitantes. Pero esa cifra, que podrá presentarse con diferentes expresiones estadísticas, sólo refleja una pequeña parte de lo sucedido. Nos dice que la población es un poco mayor que en el momento anterior, pero nada refleja de los muchos cambios que han podido producirse en su composición. Sin duda, esa población ha cambiado más de lo que ha crecido.

*Nacimiento, defunción, inmigración y emigración* no son los únicos *sucesos demográficos*. Como ocurre con las características, la lista de eventos demográficos es larga y difícil de acotar: *matrimonio, separación, divorcio, emancipación, entrada en actividad ...*

Los *sucesos* protagonizados por los individuos de una población constituyen el motor de la dinámica demográfica y, en conjunto, se definen como *comportamiento demográfico*.

Al considerar cada *suceso*, además del hecho preciso a que hace referencia, habrá que considerar algunas de sus características intrínsecas, que obligan a adap-

tar las técnicas estadísticas de análisis. Por ejemplo, el suceso fallecimiento es el que ofrece menos incertidumbre y mayor facilidad para su análisis. Se trata de un suceso *inevitable*, circunstancia que no se da en ningún otro. Una mujer puede tener o no tener hijos, el cambio de estado civil puede producirse o no, lo mismo que los cambios de residencia. El fallecimiento es también un suceso *no repetible*, pero la maternidad, los cambios de estado civil, la emigración sí pueden repetirse. Si se considera el orden con que se producen los sucesos *repetibles* se les incorpora su *rango*, pudiendo darles entonces tratamiento estadístico propio de los eventos no repetibles. Por último, el fallecimiento es *irreversible*, mientras que los individuos que han vivido los sucesos migratorios, la emancipación, la entrada en actividad o el matrimonio, pueden volver a la situación anterior.

Por su parte, la *migración* puede ser observada como dos sucesos simultáneos pero claramente diferenciables en sus causas y sus consecuencias, imputables además a dos poblaciones distintas: la de salida y la de llegada.

Es también oportuno tener en cuenta que el suceso *nacimiento* tiene una doble perspectiva: como maternidad para la mujer que da a luz y como momento inicial de la vida del que nace.

Debe quedar como una idea básica, sobre la que sustentar el planteamiento de los análisis de los procesos demográficos, que el *comportamiento* y la *composición* de una población son realidades indisolubles.

## 1.2 El diagrama de Lexis

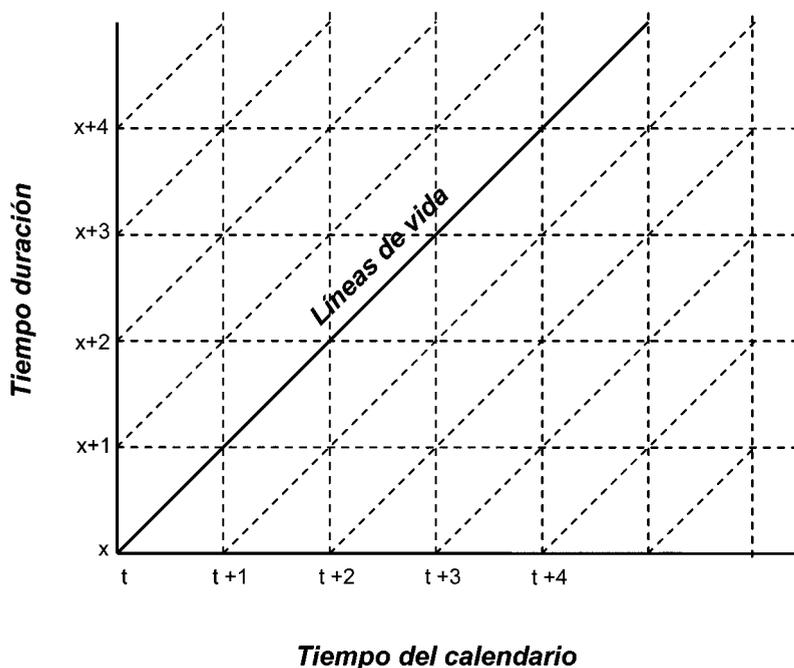
Como ya se ha indicado, el *tiempo* es un elemento básico a la hora de analizar las poblaciones y todos los *acontecimientos* que forman parte de su evolución. El análisis demográfico cuenta con una herramienta gráfica de gran utilidad para representar los fenómenos y los efectivos demográficos en el tiempo.

El diagrama de Lexis permite enmarcar los datos demográficos de acuerdo con tres formas diferentes y complementarias de considerar el tiempo (Figura 1.1).

El tiempo que se mide con el calendario es el tiempo común de todos: tiempo histórico o *cronológico*, y en el diagrama aparece representado en el eje de abscisas, sobre el que se delimitan períodos de tiempo "oficial". Las líneas verticales, de *contemporáneos*, compartimentan el gráfico marcando los períodos del calendario, normalmente años naturales: del uno de enero de un año a idéntica fecha del año siguiente.

La utilización del *tiempo duración* persigue hacer mediciones particulares. El tiempo comienza a contar en el momento en que se produce algún *suceso demográfico* concreto. El más frecuente es el nacimiento, pero podría ser cualquier otro como el matrimonio, la inmigración, el inicio de los estudios ... . En el diagrama de Lexis se representa sobre el eje de ordenadas. Las líneas horizontales (*de aniversarios*) delimitan períodos de la vida de los individuos a partir del suceso de origen, necesariamente con la misma amplitud temporal utilizada en el eje de abscisas.

**Figura 1.1. Triple representación del tiempo en el diagrama de Lexis**



La tercera posibilidad es la resultante de considerar a la vez las dos anteriores, y se representa sobre las diagonales que cruzan sus intersecciones. La bisectriz del eje de coordenadas traza la trayectoria o *línea de vida*, que nos muestra el desplazamiento de los individuos en el tiempo y nos permite situar exactamente los eventos demográficos en función del momento en el que se producen (*tiempo cronológico*) y del tiempo transcurrido desde el origen fijado (*edad o duración*). Lo más frecuente es que la *línea de vida* tenga su origen en el nacimiento pero, según el aná-

lisis de que se trate, también podrá comenzar con el matrimonio, la incorporación al trabajo u otros sucesos demográficos.

Las *líneas de vida* permiten delimitar las *cohortes* o *generaciones*, que son los conjuntos de individuos que han vivido un mismo suceso durante un mismo período de tiempo del calendario<sup>1</sup>.

Por ejemplo, forman una *generación* los 1.123 individuos nacidos en la provincia de Ávila durante el año 2003. También podríamos considerar como *cohorte* las 216.451 mujeres que se casaron en España durante el año 2000. En el primer caso la medida de la duración coincide con la edad de los individuos, en el segundo ejemplo hablaremos de los años transcurridos desde el momento en el que se produjo el matrimonio a efectos de situar otros sucesos, por ejemplo, el nacimiento del primer hijo, la separación, la viudez ... .

En el diagrama de Lexis, los *flujos* se expresan como superficies delimitadas por las líneas que ayudan a considerar las tres perspectivas temporales, pero cuando los *flujos* se refieren a *edades exactas*, como ocurre con los nacimientos desde la perspectiva del nacido o en la formación de cualquier cohorte, se representan como segmentos sobre *la línea de aniversarios*, al carecer de amplitud en el eje de ordenadas.

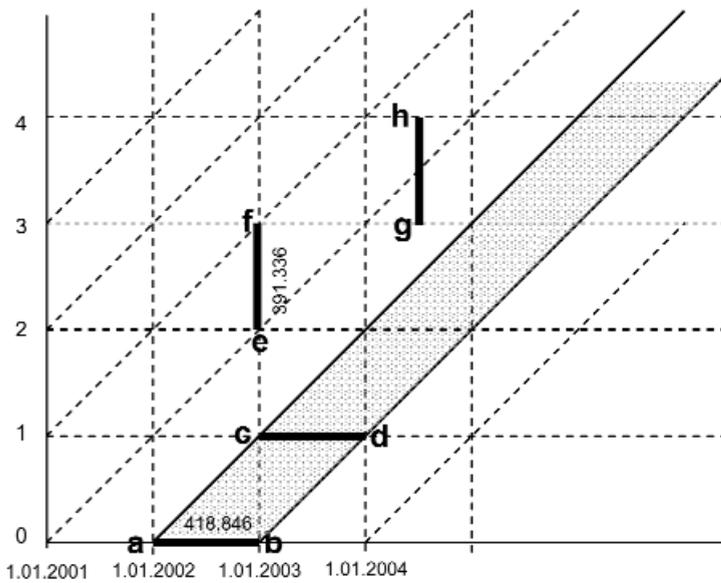
A título de ejemplo en la Figura 1.2 se representan algunas dimensiones correspondientes a la población de España. Los 418.846 nacidos entre el 1.01.2002 y 1.01.2003 se representan en el segmento  $\overline{ab}$ . Consideramos el suceso *nacimiento* desde la perspectiva de los nacidos y estamos manejando, por tanto, el *flujo a edad exacta* que constituye la *generación* de 2002. Son individuos que se irán desplazando por la franja delimitada por las dos *líneas de vida* de los momentos inicial y final del período. Irán atravesando las líneas verticales en las que se pueden representar los *stock* correspondientes a un momento concreto o los sucesos ocurridos en una misma fecha. El segmento  $\overline{cd}$  de la *línea de aniversarios* o de coetáneos de 1 año de edad marca los momentos en los que los individuos de la generación de 2002 tienen exactamente 1 año de edad. En el segmento  $\overline{ef}$  de la *línea de contemporáneos* correspondiente a 1.01.2003 se sitúan los 391.336 individuos que en ese momento tienen 2 años de edad. En el caso de que sea necesario considerar el *stock*

---

<sup>1</sup> El período considerado es generalmente un año natural, los sucesos vividos pueden ser nacimientos, matrimonios, incorporación al trabajo, o emancipación, entre otros. Si el suceso es el nacimiento la cohorte se suele denominar generación. En la práctica los conceptos de generación y cohorte se usan indistintamente.

a mitad de un período, por ejemplo los individuos de 3 años de edad a 1.07.2004 (segmento  $\overline{gh}$ ), tendremos una población formada por individuos pertenecientes a dos generaciones distintas, en este caso la de los nacidos en 2000 y la de los nacidos en 2001.

**Figura 1.2. Representaciones en el diagrama de Lexis**



### 1.3 Tipos de observación de los fenómenos demográficos

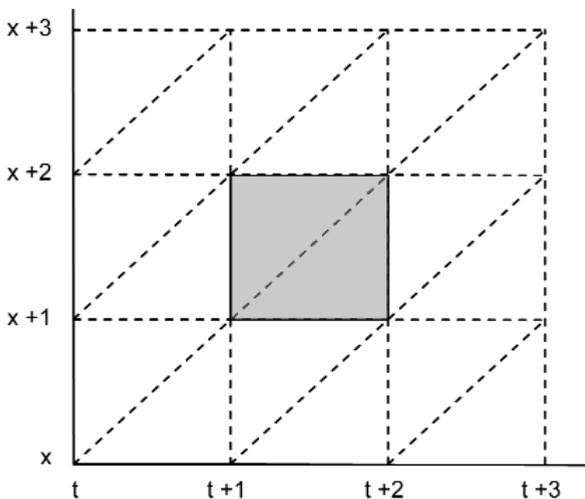
Los *fenómenos demográficos* son la expresión de los *flujos de sucesos* en una población determinada. El suceso *fallecimiento* en relación con una determinada población nos permite hablar del fenómeno *mortalidad*. De igual manera, el estudio de los flujos de *nacimientos* permite el análisis de los fenómenos *natalidad* y *fecundidad*, los sucesos *inmigración* y *emigración* dan lugar al *fenómeno migratorio* ... .

Las *líneas* del diagrama de Lexis permiten delimitar figuras geométricas, dentro de las cuales tienen lugar los sucesos. Mediante estas figuras el diagrama nos muestra distintos tipos posibles de observaciones del comportamiento de las poblaciones.

Los distintos tipos de observaciones se adecuan a los diversos objetos de análisis, pero suelen estar condicionados por la disponibilidad de la información estadística necesaria.

La observación *período-edad* es la más frecuente, y considera los sucesos delimitados en el diagrama de Lexis por dos líneas de calendario y dos líneas de aniversario. En la Figura 1.3 la observación se refiere a los sucesos ocurridos entre  $t+1$  y  $t+2$  entre individuos que, habiendo cumplido la edad  $x+1$ , no han cumplido aún la edad  $x+2$ . Se trata por tanto de individuos pertenecientes a dos generaciones diferentes. Es un tipo de observación que parte de datos con referencia al *tiempo del calendario* y a la *edad*, pero no a la *cohorte*.

**Figura 1.3. Representación de una observación período-edad**



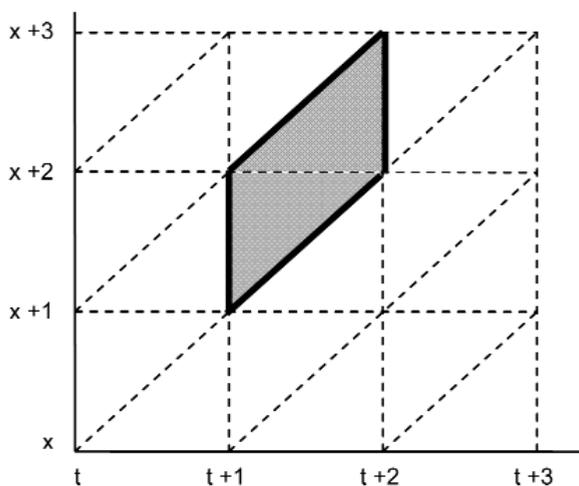
Por ejemplo, son observaciones *período-edad* el número de fallecimientos de individuos de 75 años de edad durante el año 2003; el número de nacimientos de madres de 28 años de edad durante el año 2001, etc.

La observación *período-cohorte* (Figura 1.4) delimita los sucesos ocurridos entre los individuos pertenecientes a una *cohorte* ( $t-1$ ) durante un *período del calendario*

$(t+1, t+2)$ . En este caso, el suceso será protagonizado por individuos de dos edades diferentes ( $x+1$  y  $x+2$ ) y la información que se maneja no tiene referencia de *edad*.

Por ejemplo, los nacimientos durante el año 1999 correspondientes a mujeres de la generación de 1970, o los varones nacidos en 1973 que se emanciparon durante el año 2000 ... .

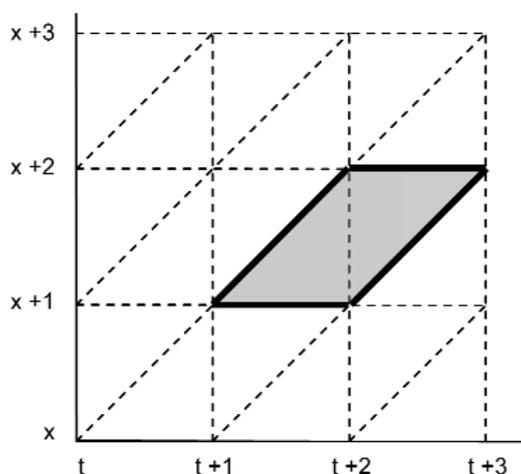
**Figura 1.4. Representación de una observación período-cohorte**



La observación *cohorte-edad* (Figura 1.5) delimita los sucesos ocurridos entre individuos de la misma edad ( $x+1$ ) pertenecientes a una misma *generación*. En este caso se trata de sucesos que ocurren en dos años diferentes ( $t+1$  y  $t+2$ ) y no se dispone de la referencia exacta al año.

Por ejemplo, las defunciones de la generación del año 1940 a los 65 años de edad, o las correspondientes a las mujeres que se casaron en 1995 y tuvieron su primer hijo durante el tercer año de matrimonio ...

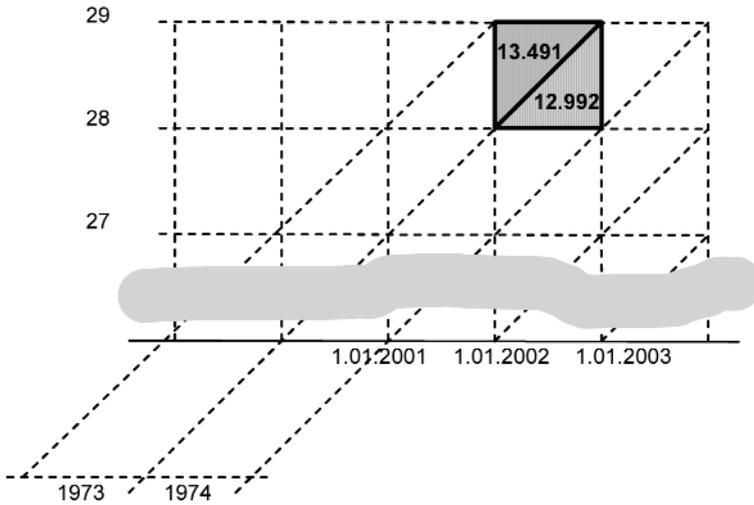
**Figura 1.5. Representación de una observación cohorte-edad**



La observación más completa será la que resulta de utilizar datos con las tres referencias temporales. En el diagrama se representan en forma de triángulo y, por consiguiente, permiten completar cualquiera de los anteriores tipos de observación.

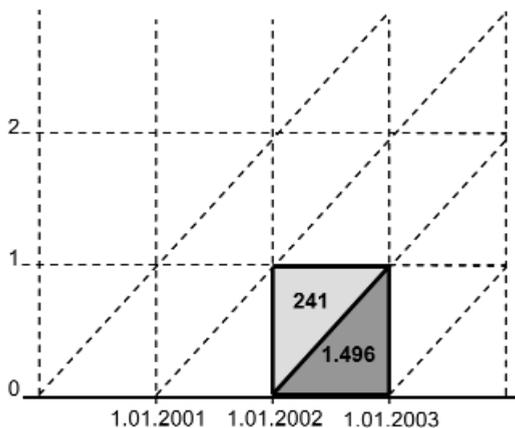
En la Figura 1.6 se representan en sendos triángulos los nacimientos habidos durante 2002 de madres de 28 años de edad nacidas durante 1973 (13.491) y los nacimientos durante el mismo año, de madres de 28 años pero de la generación de 1974 (12.992). Los datos de la estadística de *Movimientos Naturales de Población* (Capítulo 8), referidos a un año natural, aparecen bajo la doble clasificación de *edad* y *generación*.

**Figura 1.6. Representación de nacimientos según la edad y la fecha de nacimiento de las madres**



También, a título de ejemplo, en la Figura 1.7 se representan los fallecimientos de individuos de menos de un año de edad durante el año 2002, diferenciando los correspondientes a la generación de 2001 (241) de los nacidos en 2002 (1.496).

**Figura 1.7. Representación de fallecimientos según la edad y la fecha de nacimiento**

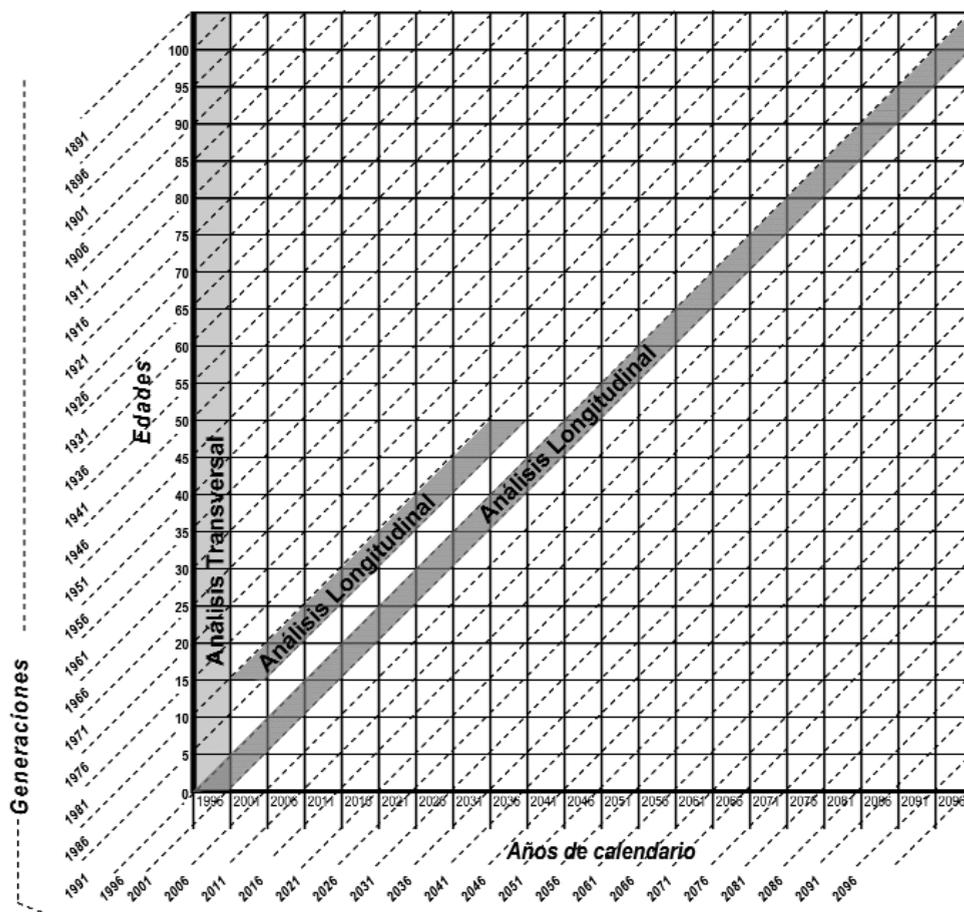


De lo visto hasta ahora pueden deducirse dos tipos de análisis demográfico. La observación *período-edad*, que como hemos indicado es la más frecuente, corresponde al tipo de *análisis transversal*. Se manejan datos demográficos, poblaciones y sucesos, referidos a un momento o período, que responden a una referencia concreta en el calendario. En el diagrama de Lexis quedan delimitados mediante las *líneas de contemporáneos* (Figura 1.8). Este análisis considera conjuntamente y de forma indiferenciada a los individuos de las diferentes *generaciones*.

Por otra parte, el *análisis longitudinal* implica el seguimiento de una población correspondiente a una *cohorte* o *generación* a lo largo del *tiempo del calendario*. En este caso se observan el volumen, las características y los sucesos, considerando a la vez el paso del tiempo y la *duración* o *edad* de la *cohorte*. Este tipo de análisis ha de seguir sin interrupción, a lo largo del tiempo, los cambios que se producen en los integrantes de la cohorte. Siendo el método conceptualmente más sólido, en la práctica presenta numerosas dificultades y limitaciones. Con el paso de los años, son muchas las vicisitudes que pueden ir surgiendo en relación con la información ofrecida por las estadísticas o con cambios sobrevenidos, incluida la desaparición de buena parte de la cohorte, que comprometan la continuidad del estudio, y siempre será un problema el hecho de que haya que esperar largos períodos de tiempo para obtener resultados definitivos. Pensemos que el análisis de la mortalidad de la generación de los nacidos desde 1.01.1996 a 1.01.2001 nos llevaría a mantener el estudio abierto al menos hasta 2101 (Figura 1.8). Si quisiésemos hacer un análisis longitudinal para conocer la *fecundidad* de la generación de las mujeres que durante el quinquenio 2001-2005 se incorporan a la edad fértil, tendríamos que esperar al menos los 35 años (1.01.2041) que teóricamente dura el *período de fertilidad*.

Los estudios longitudinales también pueden tener carácter retrospectivo cuando se mira hacia el pasado para analizar el comportamiento que ha tenido una *generación*.

**Figura 1.8. Representación de los análisis *transversal* y *longitudinal***

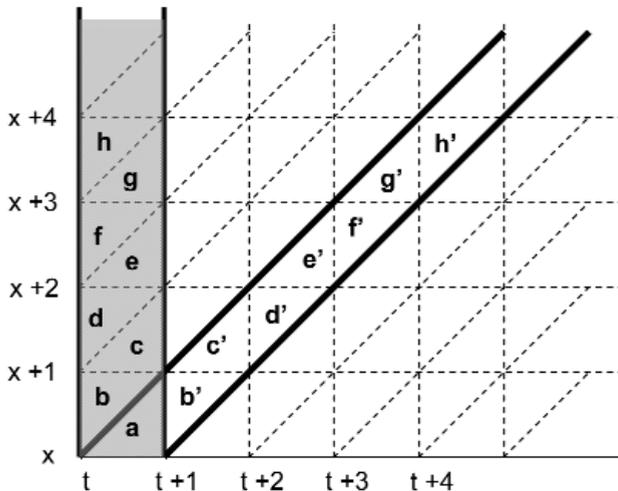


Ante las dificultades de operar con análisis longitudinales, el método transversal se utiliza para hacer aproximaciones diacrónicas, al comparar o relacionar varias observaciones transversales de distintos momentos.

También, sin salir del *análisis transversal* (Figura 1.9), al tomar los distintos tramos de las diferentes generaciones que cruzan un período ( $a, b, c, d, e, f, g, h \dots$ ) e imaginarlos como pertenecientes a una única cohorte ( $a, b', c', d', e', f', g', h' \dots$ ), se crea lo que se denomina *cohorte* o *generación ficticia*. Dicho de otra manera, se trata de una simulación estadística que permite pensar que los com-

portamientos de los individuos de distintas edades en un momento dado equivalen a los de una generación imaginada (Figura 1.9). Es un procedimiento de síntesis con una gran utilidad práctica, como podremos observar al abordar la explicación de las Tablas de Mortalidad (Capítulo 2) o del Índice Sintético de Fecundidad (Capítulo 3), pero que, en todo caso, está referido a un *momento* y que, por tanto, no pretende expresar la trayectoria temporal futura de una generación, como a veces erróneamente se interpreta.

**Figura 1.9. Representación de una generación ficticia**



## 1.4 Indicadores demográficos

Es oportuno recordar que la calidad del análisis demográfico va a depender en primer lugar de la fiabilidad y la adecuación de la información estadística disponible y de un tratamiento estadístico adecuado. El componente cuantitativo es la base sobre la que se sustenta la interpretación de los fenómenos demográficos.

Como ya se ha dicho, la Demografía no se limita a cuantificar los individuos o los sucesos, utiliza una variada serie de herramientas estadísticas que completan la información y, sobre todo, la mejoran al establecer referencias y permitir efectuar comparaciones que no tendrían sentido con los valores absolutos y que se convierten, por tanto, en elementos indispensables para el análisis.

Las *tasas*, que son los indicadores demográficos más utilizados, miden la frecuencia de un suceso dentro de una población a lo largo de un período de tiempo.

Las *tasas brutas* son los indicadores con menores exigencias de información, pero presentan serias limitaciones de significado. A partir del flujo total de un suceso durante un año ( $t$ ), se establece su frecuencia con respecto a la población total.

Los ejemplos más sencillos son la Tasa Bruta de Natalidad y la Tasa Bruta de Mortalidad:

$$TBN^t = \frac{\text{Nacimientos}^t}{\text{Población total media}^t} \quad TBM^t = \frac{\text{Fallecimientos}^t}{\text{Población total media}^t}$$

Como se trata de calcular el número de sucesos por habitante y año, y dado que la población total cambia de tamaño desde el principio al final del período, se utiliza una *población media* que suele identificarse con la población a mitad del período. A falta de ese dato suele calcularse la semisuma de las poblaciones al inicio y al final del período.

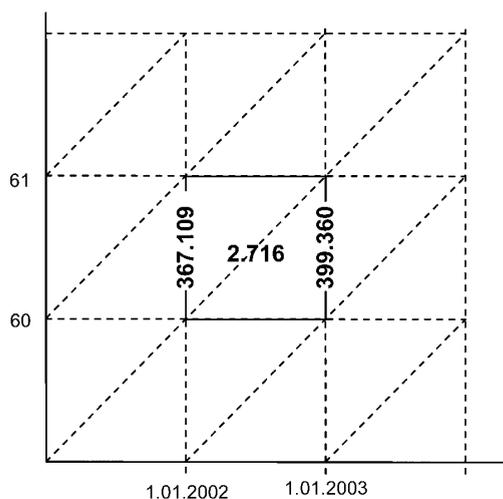
Los valores de estas tasas brutas están muy condicionados por la estructura por edades, que permanece oculta, y ello limita seriamente su capacidad para reflejar el comportamiento demográfico.

Las *tasas específicas* vienen a corregir estas deficiencias al relacionar los flujos de sucesos con las poblaciones concretas susceptibles de generarlos, generalmente clasificadas por edad y sexo.

Por medio de algunos ejemplos vamos a ver tasas específicas que se corresponden con los distintos tipos de observación anteriormente descritos.

Ejemplo de *tasa específica de mortalidad período-edad*, correspondiente a los españoles de 60 años de edad en el año 2002:

Población de 60 años cumplidos a 1.01.2002:	367.109
Población de 60 años cumplidos a 1.01.2003:	399.360
Defunciones de individuos de 60 años durante 2002:	2.716

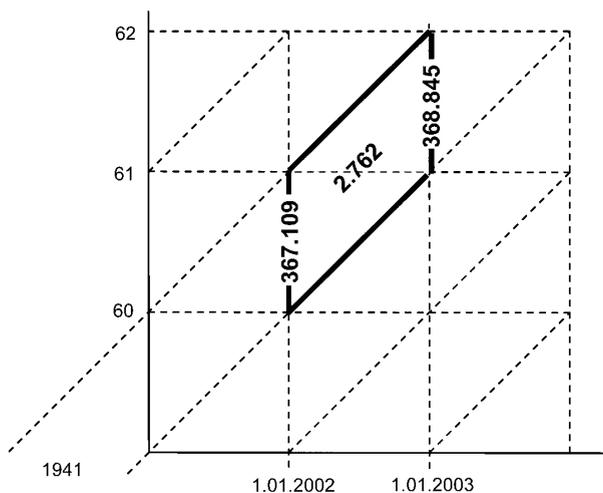


$$m_{60}^{2002} = \frac{d_{60}^{2002}}{(P_{60}^{1.01.2002} + P_{60}^{1.01.2003})/2} = 0,00708704$$

Esta es la tasa de uso más frecuente por cuanto que no siempre se dispone de la información estadística necesaria para calcular los tipos de tasas referidos a *cohortes*.

Ejemplo de *tasa específica de mortalidad período-cohorte*, correspondiente al año 2002 y a los españoles nacidos en 1941:

Población de 60 años a 1.01.2002:	367.109
Población de 61 años a 1.01.2003:	368.845
Defunciones de individuos nacidos en 1941 durante 2002:	2.762

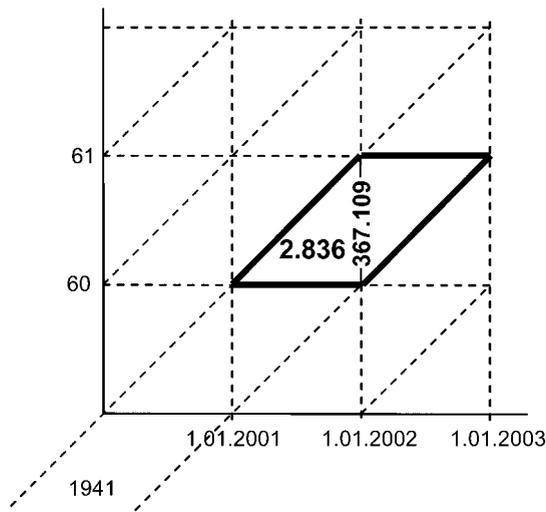


$${}_{1941}m^{2002} = \frac{{}_{1941}d^{2002}}{(P_{60}^{1.01.2002} + P_{61}^{1.01.2003})/2} = 0,00750590$$

Ejemplo de *tasa específica de mortalidad cohorte-edad*, correspondiente a los españoles nacidos en 1941 con 60 años cumplidos:

Población de 60 años a 1.01.2002: 367.109

Defunciones de individuos de 60 años nacidos durante 1941: 2.836



$${}_{1941}m_{60} = \frac{{}_{1941}d_{60}}{P_{60}^{1.01.2002}} = 0,00772523$$

Todas las tasas suelen expresarse en número de sucesos por cada 1.000 habitantes. En el último ejemplo la tasa se expresaría como 7,73.

Para el estudio de los fenómenos de *sucesos no repetibles*, como la *mortalidad*, existe la posibilidad de medir, además de la frecuencia con que ocurren los sucesos, como acabamos de ver, el *riesgo* de que se produzca un suceso en un período determinado. Son indicadores que se fundamentan en el concepto de probabilidad y, por tanto, se trata de relacionar el número de sucesos reales con el número de casos posibles al inicio del período. Al estudiar la mortalidad (Capítulo 2) se desarrollarán estos indicadores.

Las *proporciones* son también indicadores estadísticos muy utilizados en el análisis demográfico. Están referidas a un momento concreto, pero carecen de dimensión temporal. Son cocientes en los que se manejan datos del mismo tipo, *stock* con *stock* o *flujos* con *flujos*. Cuando el numerador está incluido en el denominador podemos expresar el resultado en tantos por ciento. Por ejemplo, la proporción de varones con respecto a la población total; la proporción de nacimientos de madres de 25 a 29 años con respecto al total de nacimientos; la proporción de personas activas con respecto a la población total. En algunos casos, ciertas proporciones

reciben impropriamente la denominación de tasa. Las de actividad y de paro son probablemente los ejemplos más recurrentes.

También hay indicadores con los que se busca establecer la *razón o relación* existente entre dos magnitudes independientes. Por ejemplo, la relación existente entre las poblaciones de varones y mujeres (*sex ratio*); la relación existente entre la población mayor de 65 años y la que se encuentra en edad activa (también impropriamente denominada tasa de dependencia).

## Ejercicios del Capítulo 1

### Ejercicio 1.1

Supongamos una población de la que conocemos las siguientes dimensiones:

Durante el año 2003 nacieron 50.000 individuos.

Durante el año 2003 se produjeron 300 fallecimientos de individuos nacidos en 2003 y con 0 años de edad.

Durante el año 2003 se produjeron 50 fallecimientos de individuos nacidos en 2002 y con 0 años de edad.

La población de 0 años cumplidos a 1.01.2004 es de 49.700 individuos.

Durante el año 2004 fallecieron 60 individuos nacidos en 2003 y con 0 años de edad.

Los supervivientes en el primer aniversario de la generación de 2003 son 49.640.

Durante 2004 han fallecido 25 individuos, nacidos durante 2003 y con un año cumplido.

La población con un año cumplido a 1.01.2005 es de 49.615.

**1.1.1** Indicar para cada dimensión si se trata de un flujo o de un stock.

**1.1.2** Representar todas las dimensiones en el diagrama de Lexis.

### Respuestas al Ejercicio 1.1

**1.1.1** Tipos de dimensiones:

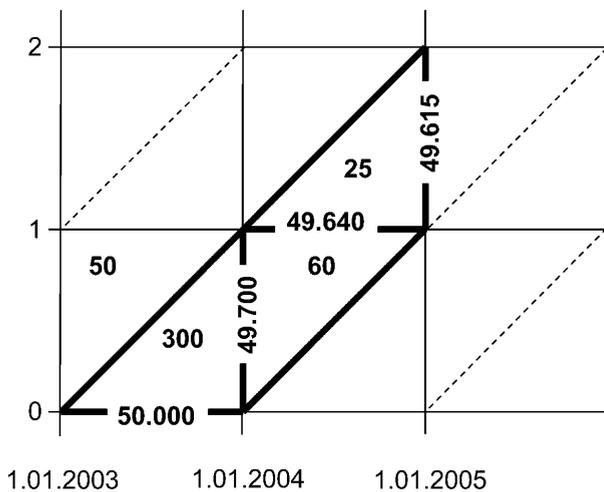
Los 50.000 nacimientos durante 2003 constituyen un *flujo a edad exacta* y se representan sobre el segmento de la línea de 0 años correspondiente al período entre 1.01.2003 y 1.01.2004.

Los 49.640 supervivientes son considerados también como un flujo a edad exacta, en este caso el primer aniversario o 1 año de edad. Se representan sobre el segmento de la *línea de aniversario* de 1 año de edad correspondiente al *período* entre 1.01.2004 y 1.01.2005.

Las distintas cifras de fallecidos son flujos observados desde una triple perspectiva temporal: *generación, duración y período*. En el diagrama se representan mediante las superficies de los respectivos triángulos.

Las dos cifras de población referidas a un momento concreto constituyen el *stock* de 0 años cumplidos a 1.01.2004 y de 1 año cumplido a 1.01.2005, respectivamente. Se representan sobre las correspondientes *líneas de contemporáneos*.

### 1.1.2 Representación sobre el diagrama de Lexis.



### Ejercicio 1.2

Disponemos de los siguientes datos sobre la población española, obtenidos del Padrón Municipal de Habitantes y de la estadística del Movimiento Natural de la Población.

	Total	Varones	Mujeres
Residentes de 75 años en 1.01.2001	320.111	136.968	183.143
Residentes de 75 años en 1.01.2002	333.451	143.912	189.539
Residentes de 76 años en 1.01.2002	309.937	130.898	179.039
Fallecidos durante 2001 con 75 años cumplidos	9.848	5.956	3.892
Fallecidos durante 2002 con 75 años cumplidos	10.018	6.166	3.852
Fallecidos durante 2001 con 75 años cumplidos y nacidos en 1925	4.663	2.773	1.890
Fallecidos durante 2001 con 75 años cumplidos y nacidos en 1926	5.185	3.183	2.002
Fallecidos durante 2001 con 76 años cumplidos y nacidos en 1925	5.445	3.251	2.194
Fallecidos durante 2002 con 75 años cumplidos y nacidos en 1926	5.113	3.124	1.989
Fallecidos durante 2002 con 75 años cumplidos y nacidos en 1927	4.905	3.042	1.863

**A. Representar en el diagrama de Lexis indicando, en su caso, el tipo de observación:**

**1.2.1** Los stocks de varones de 75 años cumplidos facilitados en el enunciado.

**1.2.2** Flujo de varones fallecidos durante 2001 con 75 años cumplidos.

**1.2.3** El flujo de los varones fallecidos con 75 años cumplidos entre los nacidos en 1926.

**1.2.4** El flujo de los varones fallecidos durante 2001 pertenecientes a la generación de 1925.

**1.2.5** El flujo de los varones fallecidos durante 2002 con 75 años cumplidos, pertenecientes a la generación de 1927.

**1.2.6** Qué observaciones permiten realizar análisis longitudinal.

**B. Con los datos facilitados calcular las siguientes tasas de mortalidad:**

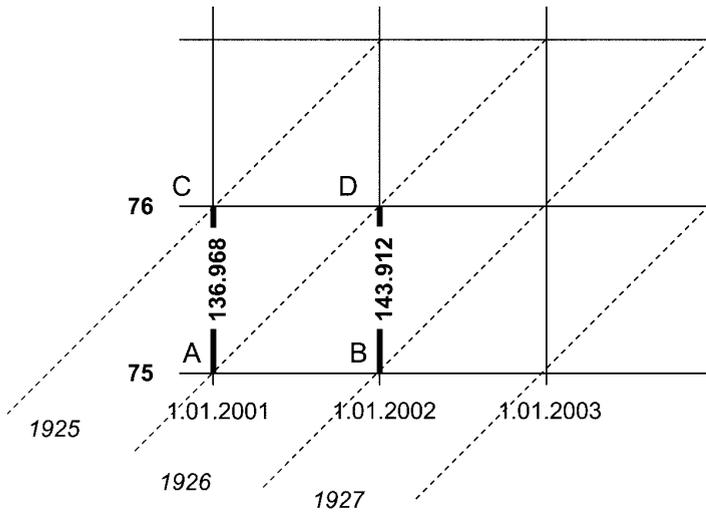
**1.2.7** Tasa específica período-edad en 2001 para la población total.

**1.2.8** Tasa específica cohorte-período en 2001 para las mujeres nacidas en 1925.

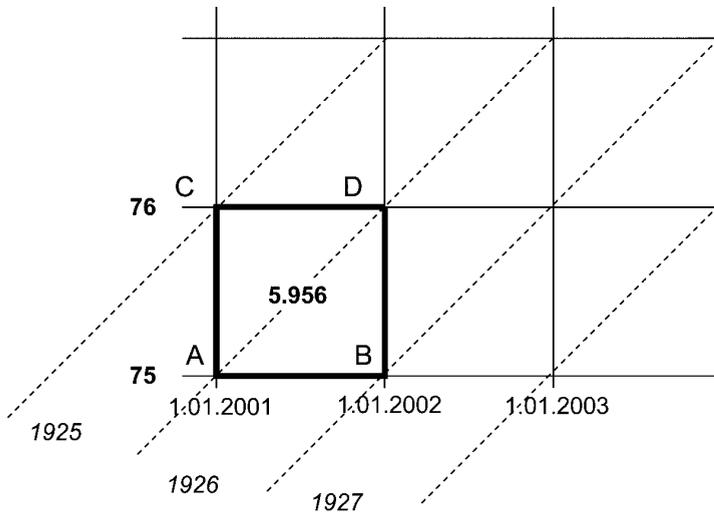
**1.2.9** Tasa específica cohorte-edad para los varones de la generación de 1926.

**Respuestas al Ejercicio 1.2**

**1.2.1** Se han facilitado dos stocks de varones con 75 años cumplidos: el que corresponde a 1.01.2001, que se representa con el segmento  $\overline{AC}$ , y el que corresponde a 1.01.2002, que se representa con el segmento  $\overline{BD}$ .



**1.2.2** El flujo de varones fallecidos durante el año 2001 con 75 años cumplidos queda representado por el cuadrado ACDB, delimitado por las líneas de calendario o contemporáneos  $\overline{AC}$  y  $\overline{BD}$ , comienzo y final respectivamente del período, y por las líneas de aniversario  $\overline{AB}$  y  $\overline{CD}$ , que delimita a los que han cumplido 75 años de edad y aún no han cumplido 76.



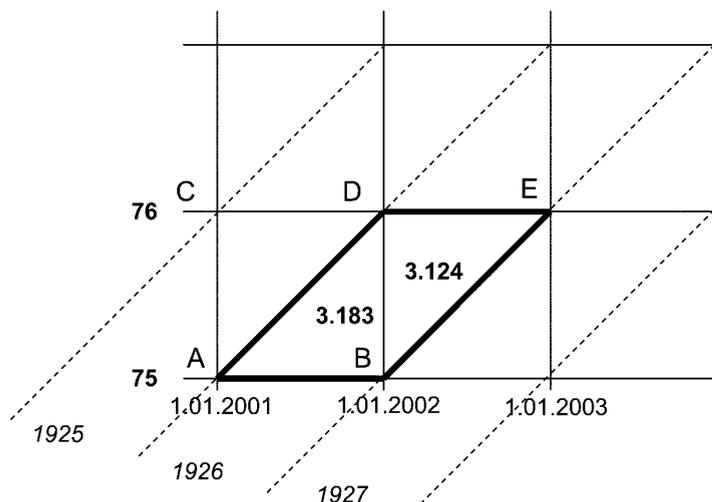
Se trata, por tanto, de una *observación período-edad*.

**1.2.3** El flujo de los varones fallecidos con 75 años cumplidos entre los nacidos en 1926 queda delimitado por el paralelogramo ADEB, formado por las líneas de vida que delimitan la cohorte de los nacidos en 1926 y dos líneas de aniversario que delimitan a los que, habiendo cumplido los 75 años de edad, aún no han cumplido los 76.

Se trata de una *observación cohorte-edad*.

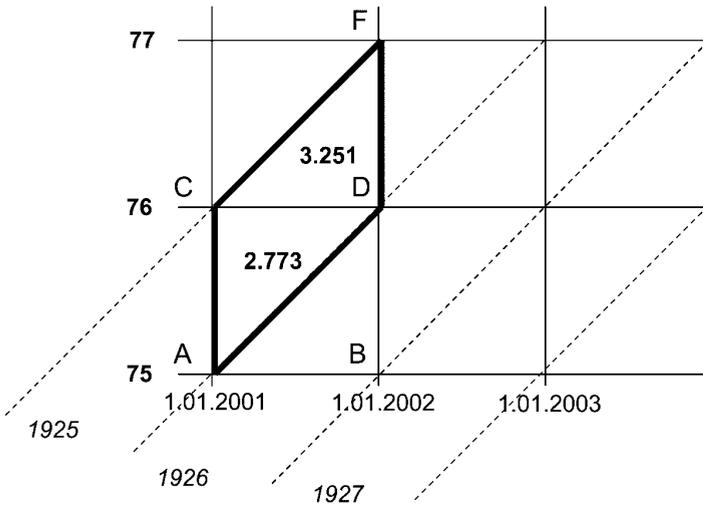
La coincidencia, a 1 de enero, de las líneas de *coetáneos*, *aniversario* y *de vida* se resuelve mediante la siguiente ecuación:

$$\begin{aligned} \text{Calendario} - \text{Duración} - 1 &= \text{Cohorte} \\ 2002 - 75 - 1 &= 1926 \end{aligned}$$



**1.2.4** El flujo de los varones fallecidos durante 2001 pertenecientes a la generación de 1925 se representa mediante el paralelogramo formado por las líneas de vida que delimitan la cohorte de los nacidos durante 1925 y las líneas de coetáneos de los que tienen 75 años cumplidos en 1.01.2001 y los que tienen 76 años cumplidos en 1.01.2002.

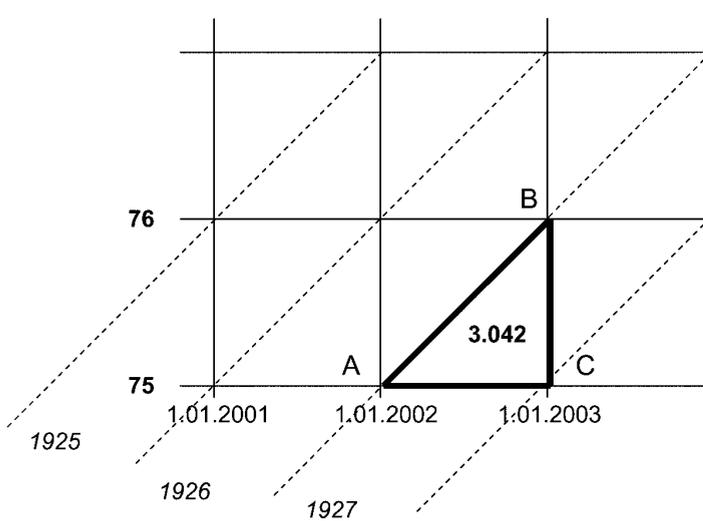
Se trata de una *observación cohorte-período*.



**1.2.5** El flujo de los varones fallecidos durante 2002 con 75 años cumplidos, pertenecientes a la generación de 1927, se representa en el triángulo ABC.

Se trata de una observación en la que se consideran las tres dimensiones: generación, edad y período.

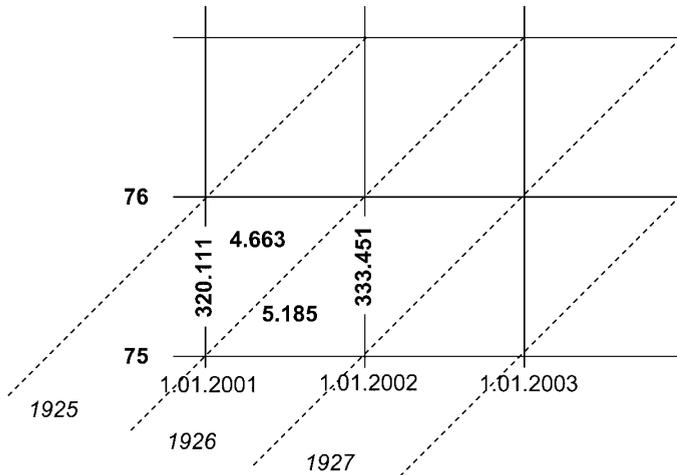
Exige información estadística de doble clasificación: *edad y año de nacimiento*.



**1.2.6** Para realizar *análisis longitudinal* hay que utilizar observaciones que consideren *cohortes*.

**1.2.7** La tasa específica período-edad en 2001.

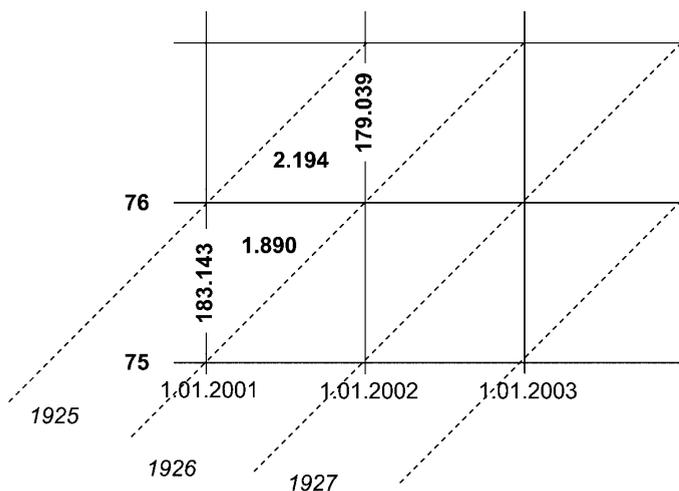
**Datos correspondientes a la población total**



$$TEM_{75}^{2001} = \frac{9.848}{(320.111 + 333.451) * 0,5} * 1.000 = 30,1364$$

**1.2.8** Tasa específica cohorte-período en 2001 para las mujeres nacidas en 1925.

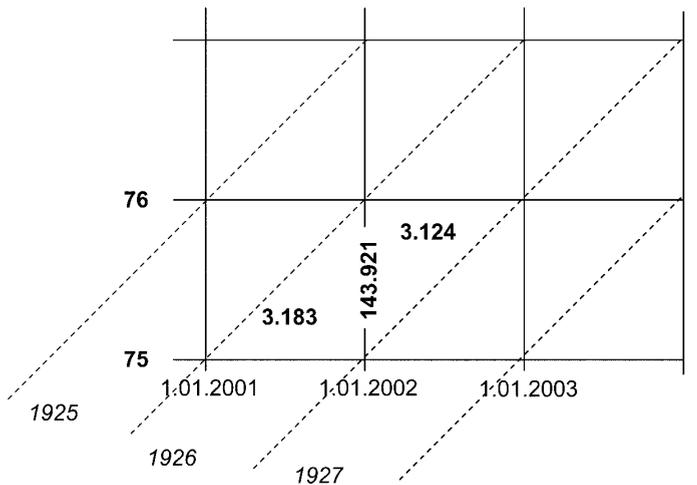
**Datos correspondientes a la población de mujeres**



$${}_{1925}TEM^{2001} = \frac{4.084}{(183.143 + 179.039) * 0,5} * 1.000 = 22,5522$$

**1.2.9** Tasa específica de mortalidad cohorte-edad para los varones de la generación de 1926.

**Datos correspondientes a la población de varones**



$${}_{1926}TEM^{75} = \frac{6.307}{(143.921)} * 1.000 = 43,8227$$

**Ejercicio 1.3**

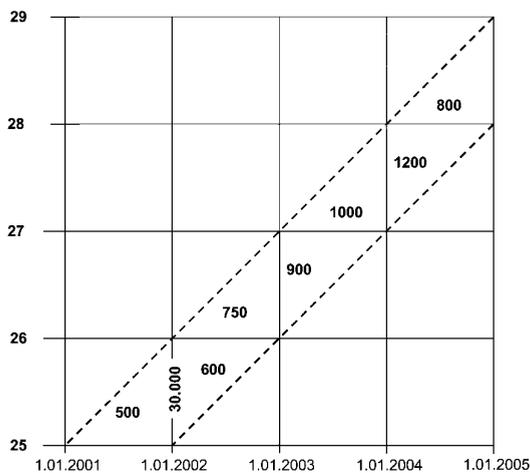
Los datos que aparecen en el diagrama de Lexis corresponden a las salidas por emigración y a los stocks de los individuos de una generación, suponiendo la ausencia de mortalidad y de inmigración, calcular:

**1.3.1** El número de individuos con 28 años cumplidos en 1.01.2005.

**1.3.2** Los individuos que no han emigrado a la edad exacta de 27 años.

**1.3.3** Representar sobre el diagrama de Lexis el stock y el flujo a edad exacta de los ejercicios anteriores.

**1.3.4** Indicar el año de nacimiento de los emigrantes.



### Respuestas al Ejercicio 1.3

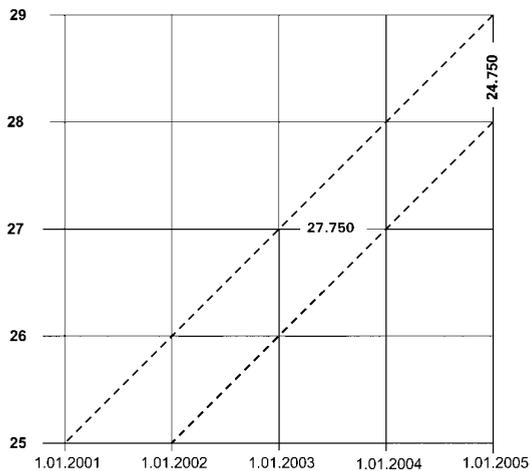
**1.3.1** El stock de población a 1.01.2005 es:

$$30.000 - 600 - 750 - 900 - 1.000 - 1.200 - 800 = 24.750$$

**1.3.2** El flujo de los que cumplen 27 años durante 2003 es:

$$30.000 - 600 - 750 - 900 = 27.750$$

**1.3.3**



**1.3.4**

$$2002 - 25 - 1 = 1976$$

## Capítulo 2

# Mortalidad

Los *nacimientos* y las *defunciones* son los principales agentes de la *dinámica* de una población. Por tanto, los principales determinantes del *cambio demográfico* son la *mortalidad* y la *fecundidad*.

El estudio de la mortalidad se basa en la observación de las defunciones que ocurren en una población durante un tiempo determinado, y en su evolución. Las técnicas para el análisis de la mortalidad tienen una larga historia dentro del análisis demográfico, y han sido más desarrolladas que otros tipos de análisis. Por ejemplo, la fecundidad comenzó a ser estudiada a comienzos del siglo XX, mientras las demandas de cálculo actuarial por parte de las compañías de seguros impulsaron los análisis de mortalidad ya durante los siglos XVIII y XIX. Por otra parte, la defunción es un evento preciso, fácil de definir y que ocurre una única vez a cada individuo.

A pesar de que la mortalidad es un hecho inevitable, su comportamiento presenta diferencias muy importantes entre países, regiones, clases sociales y grupos culturales. Esto evidencia la necesidad de analizar, no solamente su patrón general, sino también el comportamiento de grupos particulares, y las principales *causas de defunción*. La mortalidad también es diferencial por sexo y edad. Por otro lado, en los primeros años de vida el riesgo de mortalidad es muy alto; sin embargo, baja rápidamente alcanzando los niveles mínimos entre los 6 y los 15 años; posteriormente comienza un progresivo aumento que se intensifica a partir de los 60 años. En la mayoría de las edades, la mortalidad masculina supera a la femenina.

## 2.1 Principales indicadores

### 2.1.1 Tasa bruta de mortalidad

La *tasa bruta de mortalidad* o *tasa de mortalidad general* es una de las medidas más utilizadas para medir la mortalidad. En términos estrictos se define como el cociente del número total de defunciones ocurrido en el período estudiado entre la población media del período (o la población a mitad de período si se cuenta con ella). Al igual que la mayoría de tasas, generalmente se multiplica por mil:

$$TBM^{t,t+n} = \frac{D^{t,t+n}}{n * \left( \frac{P^t + P^{t+n}}{2} \right)} * 1.000$$

El valor de  $TBM$  indica el número de defunciones anuales por cada mil habitantes en la población  $P$  durante el período observado  $t, t+n$ .

Por ejemplo, en España en el año 2003 se produjeron 384.828 defunciones. Suponiendo un crecimiento regular de la población entre el primero de enero de 2003 y el primero de enero de 2004, se puede estimar la población a mitad de período a partir de las actualizaciones del Padrón Municipal de Habitantes:

$$P^{1.07.03} = \frac{42.717.064 + 43.197.684}{2} = 42.957.374$$

Por tanto, la tasa bruta de mortalidad española en 2003 fue:

$$TBM^{2003} = \frac{384.828}{42.957.374} * 1.000 = 8,958$$

Es decir, en España durante el año 2003 fallecieron, por término medio, nueve de cada mil habitantes.

Aunque es fácil de calcular y de comprender, la tasa bruta es una medida pobre de la mortalidad, ya que no tiene en cuenta la estructura por edad de la población. De esta forma, por ejemplo, en muchos países en desarrollo con poblaciones muy

jóvenes podemos encontrar tasas brutas de mortalidad más bajas que las de algunas de las poblaciones más longevas del mundo pero con una estructura por edades muy envejecida, como Japón o España. Además la tasa bruta de mortalidad observa en conjunto todas las edades, cuando uno de los aspectos cruciales en el análisis de la mortalidad es cómo ésta varía con la edad.

### 2.1.2 Tasa específica de mortalidad

La *tasa específica de mortalidad* representa la frecuencia con que ocurren las defunciones en una determinada edad o grupo de edades con respecto al total de población de esta edad o grupo. Las tasas específicas se pueden calcular para todas las causas de muerte o de forma específica para cada una de ellas.

Generalmente las tasas específicas se representan con  $m_x$  para el caso de una edad simple  $x$  o con  ${}_n m_x$  ó  $m_{x,x+n}$  para el caso del grupo de edad entre  $x$  y  $x+n$ . Al igual que la tasa bruta de mortalidad, estas tasas se obtienen como el cociente entre el número de defunciones de personas con edad cumplida  $x$  (o entre  $x$  y  $x+n$ ), ocurridas en el período, y la estimación de la población en ese grupo de edad durante el período.

$$m_x = \frac{D_x^{t,t+n}}{n * \left( \frac{P_x^t + P_x^{t+n}}{2} \right)}$$

$${}_n m_x = \frac{{}_n D_x^{t,t+n}}{n * \left( \frac{{}_n P_x^t + {}_n P_x^{t+n}}{2} \right)}$$

Si tomamos la población española a 1 de julio de 2003, y las defunciones por edad ocurridas durante el año 2003, que se reproducen en el Cuadro 2.1, podemos calcular las tasas específicas de mortalidad de la población española durante dicho año. Tomaremos la población con más de un año cumplido, puesto que la mortalidad infantil merece una observación más detallada. De esta forma, la tasa de mortalidad para los primeros grupos de edad se calcularía:

$$m_1 = \frac{442}{1.627.456} = 0,00027$$

$$m_5 = \frac{254}{1.938.350} = 0,00013$$

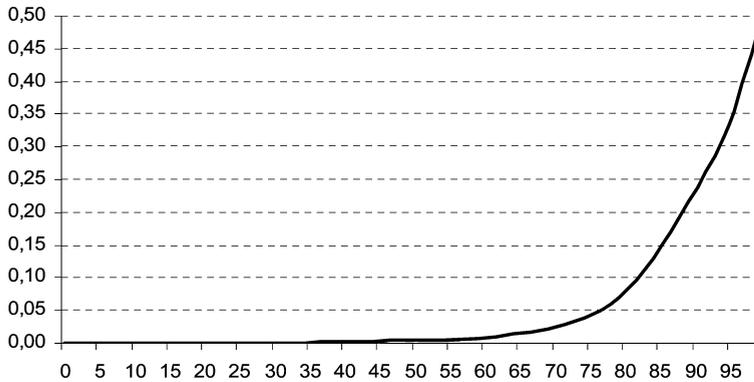
### **Cuadro 2.1. Tasas específicas de mortalidad de la población española durante el año 2003**

$x$	$P_x$	$D_x$	$m_x$
1	1.627.456	442	0,00027
5	1.938.350	254	0,00013
10	2.104.636	341	0,00016
15	2.388.049	1.032	0,00043
20	3.070.467	1.746	0,00057
25	3.614.444	2.136	0,00059
30	3.545.550	2.872	0,00081
35	3.431.304	3.933	0,00115
40	3.182.840	5.545	0,00174
45	2.791.972	7.193	0,00258
50	2.498.361	9.401	0,00376
55	2.334.676	13.294	0,00569
60	1.953.022	15.972	0,00818
65	1.978.465	26.636	0,01346
70	1.898.370	41.879	0,02206
75	1.492.487	57.377	0,03844
80	974.162	68.007	0,06981
85	495.260	63.748	0,12872
90	203.924	44.198	0,21674
95	46.078	14.609	0,31705
100	5.139	2.480	0,48258

Fuente: INE, Movimiento Natural de la Población, 2003; y Proyecciones de la Población Española, 2002-2050.

Las tasas correspondientes a las restantes edades quedan reproducidas en el Cuadro, y si se representan gráficamente (Figura 2.1) se puede observar el calendario de la mortalidad en la población española actual.

**Figura 2.1. Tasas específicas de mortalidad de la población española durante el año 2003**



Fuente: INE, Movimiento Natural de la Población, 2003; y Proyecciones de la Población Española, 2002-2050.

Como se ha comentado, existen importantes diferencias en los patrones de mortalidad entre hombres y mujeres. Para realizar la comparación se puede recurrir a tasas específicas de mortalidad por sexo. Estas tasas para hombres y mujeres se calcularán respectivamente por medio de las fórmulas:

$${}_n m M_x = \frac{{}_n DM_x^{t,t+n}}{n * \left( \frac{PM_x^t + PM_x^{t+n}}{2} \right)} * 1.000$$

$${}_n m F_x = \frac{{}_n DF_x^{t,t+n}}{n * \left( \frac{PF_x^t + PF_x^{t+n}}{2} \right)} * 1.000$$

La mortalidad masculina supera a la femenina prácticamente en todos los grupos de edad. Para poder analizar con mayor detalle este fenómeno resulta de interés calcular la *sobremortalidad masculina*, que se obtiene por medio del cociente de las tasas de mortalidad masculina entre las correspondientes tasas femeninas.

$$\frac{{}_n m M_x}{{}_n m F_x} * 100$$

El valor de esta medida indica el número de defunciones masculinas por cada 100 defunciones femeninas en el grupo de edad entre  $x$  y  $x+n$ .

### 2.1.3 Esperanza de vida

Para el cálculo de este indicador se simula el comportamiento de una *cohorte ficticia* (ver apartado 1.3) que experimentase un patrón de mortalidad similar al de una población en un momento dado. Se trata de determinar la supervivencia de dicha cohorte ficticia a lo largo del tiempo, lo que permite determinar el promedio de vida de un individuo de dicha cohorte.

La esperanza de vida al nacer se puede definir como el número medio de años que vivirán los miembros de una generación ficticia de individuos, desde su nacimiento hasta su extinción, de acuerdo con el patrón de mortalidad vigente para la población objeto de análisis. Además de la esperanza de vida al nacer, o a los 0 años, se puede calcular la esperanza de vida para cualquier edad  $x$ . Su valor representaría el número promedio de años que, a la edad  $x$ , le restarían por vivir a una persona de dicha cohorte ficticia, siempre que las condiciones de mortalidad permaneciesen constantes.

Este indicador tiene la ventaja que no se ve afectado por la estructura por edades. Es una medida hipotética que supone que la cohorte completa se va a comportar de acuerdo con el patrón de mortalidad de una población en un determinado año. Es decir, es una medida de tipo transversal, por lo que puede cambiar año a año según evolucionen las condiciones de mortalidad de una población. Dado que las condiciones de mortalidad en la actualidad decrecen en casi todas las poblaciones, la esperanza de vida se incrementa a medida que transcurre el tiempo vivido de las generaciones.

La esperanza de vida es un buen indicador de las condiciones de salud de una población. Según el *Population Reference Bureau* en el año 2001 los países de África Central presentaban una esperanza de vida media al nacer cercana a los 48 años, con casos como el de Angola que presentaba una esperanza de vida al nacer de apenas 38 años, o el de Zambia con 37 años. Por el contrario, Japón presenta una esperanza de vida al nacer de 81 años.

Para poder estimar la esperanza de vida se requiere construir una *tabla de mortalidad*, como se verá en el apartado 2.4.

## 2.2 Mortalidad infantil

La *mortalidad infantil* es la que ocurre antes de cumplir el primer año de vida. La mortalidad durante el primer año de vida es mucho mayor que la que se presenta en los años posteriores, y a través del tiempo ha sido un foco de atención prioritario para

políticas de salud. La tasa de mortalidad infantil se utiliza como un indicador de las condiciones de salud y mortalidad de una población, e incluso como indicador de desarrollo social.

La mortalidad infantil llegó a alcanzar valores muy elevados en el pasado. Se ha estimado que, en promedio, aproximadamente uno de cada tres niños que nacían con vida, moría antes de cumplir su primer año. Aún en la actualidad, la mortalidad infantil es muy alta en países en vías de desarrollo. Mientras en los países desarrollados la mortalidad infantil generalmente varía en un rango entre 7‰ y 15‰, en países en vías de desarrollo puede encontrarse en un rango entre 50‰ y 200‰. Según el *Population Reference Bureau*, en el año 2001 en los países de África Central ocurrían, de promedio, 113 defunciones de menores de un año por cada 1.000 nacimientos, dándose el caso extremo de Angola, donde prácticamente el índice llega a las 200 defunciones. Por el contrario, los países desarrollados presentan valores muy bajos; por ejemplo, en Europa Occidental, se producen 5 defunciones de menores de un año por cada mil nacimientos.

La *tasa de mortalidad infantil* para un año, se obtiene de la relación entre las defunciones de menores de un año y los nacidos vivos en un año. Generalmente se representa con *TMI* y su valor para el año *t* se obtiene:

$$TMI = \frac{D_0^t}{N^t} * 1.000$$

El valor de la *TMI* se interpreta como el número de defunciones por cada mil nacidos vivos.

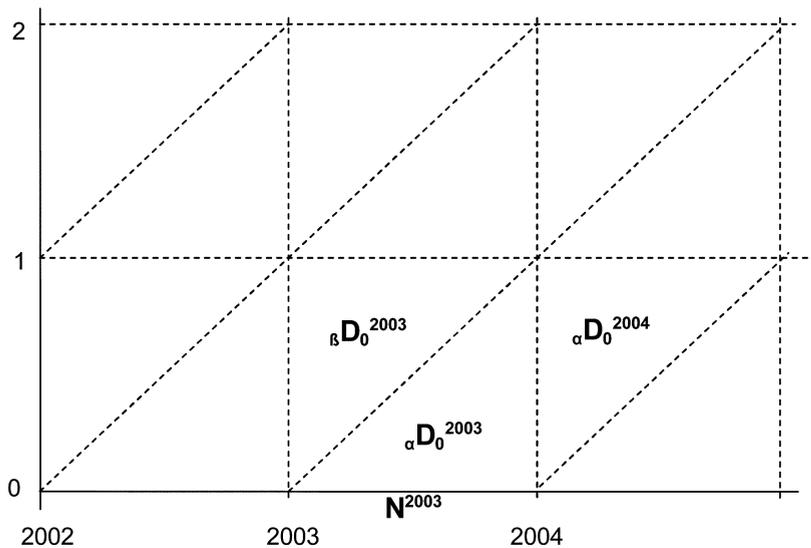
Si tomamos los nacimientos habidos en España en 2003 (441.881) y las defunciones de menores de un año durante el mismo (1.733), tenemos que en la población española en la actualidad mueren, durante el primer año de vida, aproximadamente 4 de cada 1.000 nacidos:

$$TMI^{2003} = \frac{1.733}{441.881} * 1.000 = 3,92$$

La tasa de mortalidad infantil en ocasiones se interpreta también como la probabilidad de morir antes de cumplir el primer año de vida, pero esta interpretación

no es del todo correcta. Para poder comprender con mayor detalle el concepto de TMI, obsérvese el siguiente diagrama (Figura 2.2):

**Figura 2.2. Diagrama explicativo de la diferencia entre mortalidad infantil y probabilidad de muerte antes de cumplir un año**



Las defunciones de menores de un año para el año 2003 son:

$$D_0^{2003} = \beta D_0^{2003} + \alpha D_0^{2003}$$

Por tanto, la tasa de mortalidad infantil para 2003 es:

$$TMI^{2003} = \frac{\beta D_0^{2003} + \alpha D_0^{2003}}{N^{2003}} * 1.000$$

Por consiguiente, el denominador no es exactamente la población sujeta a riesgo de ocurrencia del suceso que se recoge en el numerador, dado que algunos de los menores de un año han nacido durante el año anterior, y algunos de los nacidos

durante el año observado pueden fallecer antes de su primer cumpleaños, durante el año siguiente ( ${}_aD_0^{2004}$ ).

Por el contrario, la probabilidad de morir antes de cumplir el primer año de vida para un niño nacido en 2003 sería:

$$q_0^{2003} = \frac{\alpha D_0^{2003} + {}_aD_0^{2004}}{N^{2003}} * 1.000$$

Como puede observarse, el segundo sumando del numerador difiere con respecto al que se utiliza al calcular la tasa de mortalidad infantil. Sin embargo, debido a que entre estos términos no suelen existir grandes diferencias, puede utilizarse la *TMI* para aproximar el valor de la probabilidad.

La mortalidad infantil se puede descomponer de acuerdo con la edad a la que ocurre la defunción. La mayor parte de las defunciones durante el primer año de vida tienden a concentrarse en la primera semana o en el primer mes. Además durante estos primeros momentos de vida las causas de la mortalidad infantil tienden a ser distintas a las de la mortalidad que ocurre con posterioridad. De esta forma, la mortalidad infantil suele dividirse entre *neonatal* y *posneonatal*. Si la defunción se produce durante el primer mes de vida se dice que ocurre en la *etapa neonatal*, mientras que si se produce con posterioridad se dice que se produce en la *etapa posneonatal*. La primera, a su vez, puede ser dividida entre *mortalidad neonatal temprana* y *mortalidad neonatal tardía*. La mortalidad *neonatal temprana* observa las defunciones ocurridas durante la primera semana de vida, mientras la mortalidad *neonatal tardía* contempla las ocurridas durante el período restante del primer mes de vida.

Por tanto, las *tasas de mortalidad neonatal* y *posneonatal* se calculan:

$$TMn^t = \frac{Dn^t}{N^t} * 1.000$$

$$TMn^t_{temprana} = \frac{Dn^t_{<8 \text{ días}}}{N^t} * 1.000$$

$$TMn^t_{tardía} = \frac{Dn^t_{1-3 \text{ semanas}}}{N^t} * 1.000$$

$$TMpn^t = \frac{Dpn^t}{N^t} * 1.000$$

Donde  $D_n$  son defunciones en la etapa neonatal,  $D_{pn}$  son defunciones en la etapa posneonatal y  $N$  son nacimientos.

De este modo, la tasa de mortalidad infantil es igual a la suma de la tasa de *mortalidad neonatal* y la tasa de *mortalidad posneonatal*.

$$TMI = TMn + TMpn$$

Dado que la intensidad de la mortalidad es una función decreciente en los primeros años de vida, en términos relativos la mortalidad neonatal supera a la mortalidad posneonatal. La mortalidad posneonatal se relaciona más con *causas exógenas*: infecciones, diarreas ... . Por ello es más fácil evitarla mediante la vacunación, mejoras en la higiene, o en la atención médica. La mortalidad neonatal está más relacionada con *causas endógenas*: males congénitos, problemas del parto, problemas respiratorios, sufrimiento fetal ... . La reducción de esta mortalidad es mucho más difícil. El descenso en la mortalidad infantil se debe generalmente a una disminución en la mortalidad posneonatal.

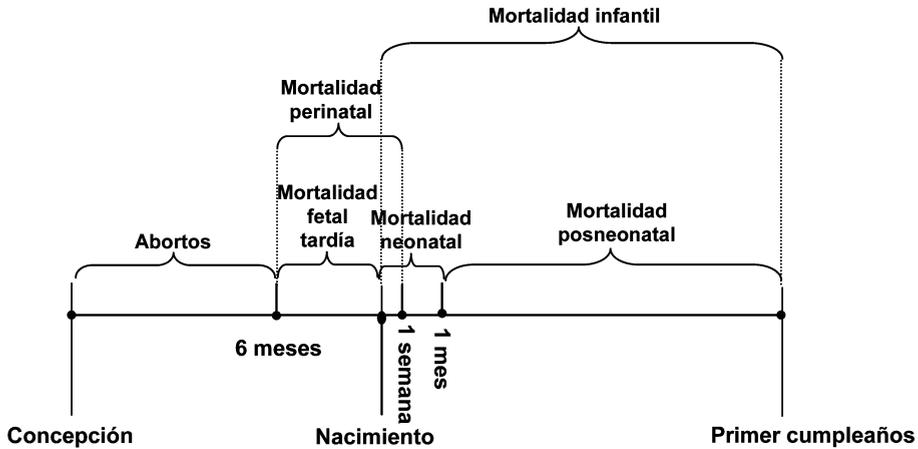
Cuando se estudia la mortalidad en los primeros años de vida, resulta de interés estudiar la ocurrencia de abortos (antes de seis meses de gestación) y de las *muertes fetales tardías* o *mortinatalidad*. No obstante, es muy difícil poder estudiar los abortos pues, por lo general, se carece de información fiable. Para las muertes fetales tardías la situación es diferente. Si se cuenta con la información necesaria se puede definir la tasa de mortalidad fetal tardía como:

$$\text{Tasa de mortalidad fetal tardía}^t = \frac{\text{Muertes fetales tardías}^t}{N^t} * 1.000$$

La *mortalidad perinatal* evita el problema de definición de *muerte fetal tardía* (que varía entre países), incluyendo en el mismo cómputo ésta y la *mortalidad neonatal temprana*, debido a que ambas suelen estar producidas por causas similares. La *tasa de mortalidad perinatal* se define como:

$$\text{Tasa de mortalidad perinatal}^t = \frac{\text{Muertes fetales tardías}^t + Dn_{<8 \text{ días}}^t}{N^t} * 1.000$$

El siguiente esquema (Figura 2.3) resume la clasificación de la mortalidad desde la concepción hasta el primer año de vida.

**Figura 2.3. Esquema de clasificación de la mortalidad infantil**

## 2.3 Estandarización

En el análisis demográfico, generalmente, un indicador no debe su valor únicamente al fenómeno que trata de reflejar, sino que intervienen otras variables que lo afectan directa o indirectamente. Estas variables reciben el nombre de "*perturbadoras*" y se debe recurrir a algún método para eliminar su efecto, especialmente a la hora de hacer comparaciones.

En el caso de la mortalidad, sus medidas están fuertemente afectadas por una serie de factores, entre los que destacan la estructura por edades de la población, la estructura por sexo, por nivel de educación, por nivel socioeconómico ... .

La estandarización es un procedimiento relativamente sencillo y que permite el cálculo de indicadores demográficos controlando el efecto de factores perturbadores. Se usa habitualmente para comparar dos o más tasas brutas tras eliminar los efectos estructurales. Durante el proceso de estandarización de la mortalidad se elimina el efecto estructural, de forma que se manifieste el efecto residual, que es un buen indicador del nivel de mortalidad entre distintas poblaciones.

$$\text{Efecto total} = \text{Efecto residual} + \text{efecto estructural}$$

Existen dos métodos de estandarización, conocidos como estandarización directa e indirecta. Supongamos que se desea comparar el valor de una tasa de mortalidad entre

varias poblaciones, eliminando el efecto de la estructura por edades de las mismas. La *estandarización directa* consiste en aplicar el calendario de mortalidad, o tasas específicas de mortalidad por edades, mostrado por dos o más poblaciones a comparar, a una misma estructura de población o *población-tipo*. En primer lugar, se ha de tomar una *población-tipo* y aplicarle las tasas específicas por edades de cada una de las poblaciones a comparar. Este cálculo produce un número de defunciones estimadas que puede utilizarse para construir una tasa bruta de mortalidad. La ratio entre defunciones estimadas y total de población observada en la *población-tipo* utilizada, nos da directamente la tasa estandarizada:

$$\text{Tasa estandarizada} = \frac{\sum D_{\text{estimadas}}}{\sum P_x^{\text{tipo}}}$$

Los valores de la tasa estandarizada de mortalidad se encuentran libres del efecto perturbador de las diferentes estructuras por edades de las poblaciones a comparar.

Cualquier población puede ser utilizada como población tipo, la elección de la misma es arbitraria. Una de las recomendaciones que se suelen hacer consiste en buscar una población cuya estructura por edades tenga un valor intermedio con respecto a la distribución de las poblaciones en estudio. Por ello es frecuente utilizar una población que englobe a las distintas subpoblaciones a comparar. Generalmente se recomienda que si la comparación es entre países de diferentes continentes, se utilice la población mundial como tipo. Si es entre distintos países europeos es recomendable utilizar la población europea como tipo; y si, por ejemplo, se quisiese comparar la mortalidad provincial en España, puede utilizarse la estructura por edades de la población española. Otra opción es que una de las mismas poblaciones objeto de estudio sea elegida como población-tipo.

Respecto a los grupos de edades utilizados, en la medida de lo posible se deben utilizar grupos pequeños, dado que los grupos muy amplios pueden presentar grandes diferencias internas. Se pueden utilizar grupos quinquenales de edad, pero como la mortalidad en los primeros años es muy cambiante, es recomendable separar el primer grupo en menores de un año y de 1 a 4 años.

La *estandarización indirecta* consiste en la aplicación de una *mortalidad-tipo* a las poblaciones a comparar. Las tasas de mortalidad específicas por edades se obtienen a partir de una población-tipo, y se aplican a las poblaciones que queremos compa-

rar, obteniendo una serie de defunciones estimadas en cada una de las poblaciones. El cociente entre las defunciones observadas y las defunciones estimadas se conoce como *Índice de Mortalidad Estándar*:

$$IME = \frac{\sum D_{observadas}}{\sum D_{estimadas}}$$

Para calcular indirectamente las tasas estandarizadas de mortalidad en las poblaciones a comparar, debemos multiplicar la *TBM* de la población-tipo por el *IME* obtenido para cada una de las poblaciones. Mientras en la estandarización directa la tasa estandarizada de mortalidad se obtiene directamente, en la indirecta se calcula a través del *IME*. La principal ventaja de la estandarización indirecta es que no necesitamos conocer las tasas específicas de mortalidad de las poblaciones que deseamos comparar (ver Ejercicio 2.5).

## 2.4 Tabla de mortalidad

Una tabla de mortalidad es un modelo teórico que describe el tiempo de vida de una *cohorte ficticia* que mostrase los mismos patrones de mortalidad que una población en un momento dado. La tabla de mortalidad es la herramienta más completa para el análisis de la mortalidad de una población, puesto que permite determinar las probabilidades de sobrevivir a una edad exacta  $x$  o entre edades  $x$  y  $x+n$ .

Los supuestos fundamentales para la creación de una tabla de mortalidad son:

a) Se trata de un modelo teórico que describe numéricamente el proceso temporal de desaparición por mortalidad de un grupo inicial, generalmente una cohorte ficticia de recién nacidos que constituyen la base de la tabla.

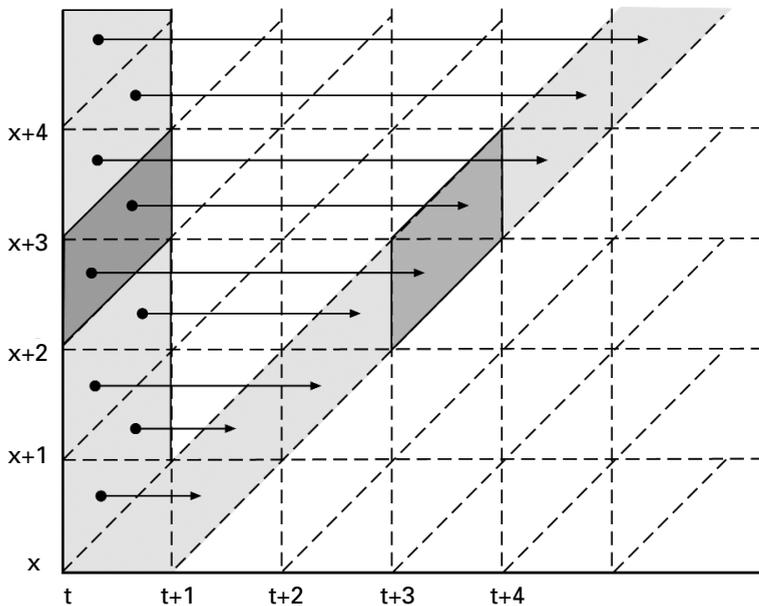
b) El patrón temporal de desaparición de la cohorte ficticia corresponde a la mortalidad experimentada por una población durante un período de tiempo específico, relativamente corto (generalmente un año).

c) El patrón temporal de la mortalidad se plantea en función del calendario o edad ( $m_x$ ) y se considera constante durante el tiempo de vida de la cohorte ficticia.

La tabla de mortalidad es un análisis transversal, dado que se basa en el patrón de mortalidad de un momento dado, observada sobre los miembros de una población

real. Por esta razón se le llama también *tabla de contemporáneos*, a diferencia de una *tabla de generaciones*, que se basa en un análisis longitudinal de la mortalidad de una generación específica, desde su nacimiento hasta su extinción completa (ver apartado 1.3). En este último caso, se requiere de un período muy prolongado para concluir el estudio, lo cual lo hace poco operativo. En la tabla de contemporáneos, los patrones de mortalidad para la cohorte en estudio corresponden en realidad a las distintas cohortes coexistentes en un mismo momento, tal como se muestra en el diagrama de Lexis representado en las Figuras 2.4 y 1.9.

**Figura 2.4. Comparación del análisis de la tabla de contemporáneos y de la tabla de generación**



Por medio del análisis transversal se puede simular el comportamiento longitudinal de la generación nacida entre  $t$  y  $t+1$ . Por ejemplo, las defunciones de la generación nacida entre  $t-3$  y  $t-2$ , ocurridas en el año  $t$ , se hacen corresponder con las defunciones de la cohorte nacida entre  $t$  y  $t+1$  que ocurrirían en el año  $t+3$ . Del mismo modo se efectúa una simulación de las defunciones en las restantes cohortes.

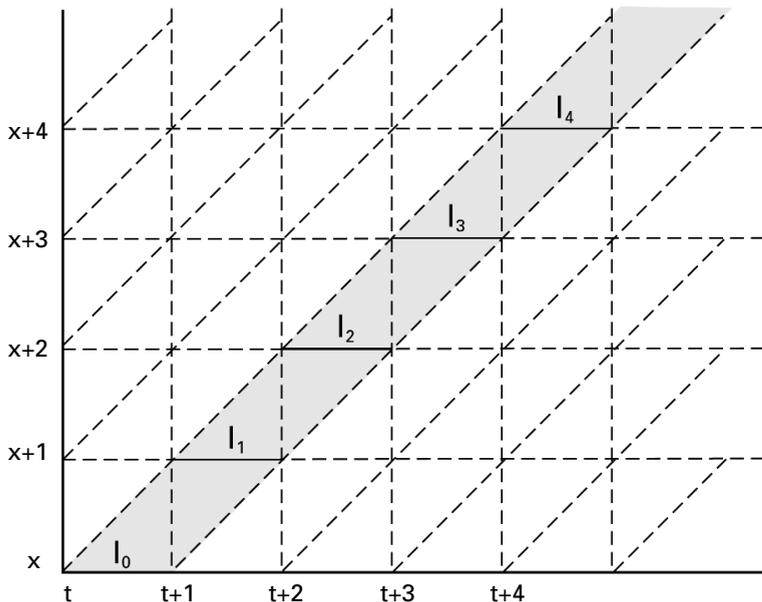
### 2.4.1 Funciones de la tabla de mortalidad

Para construir una tabla de mortalidad se debe considerar una serie de funciones relativas a la edad. Conviene tener una clara comprensión de cada una de estas funciones, así como de su formulación e interpretación. A continuación, antes de proceder a la construcción de una tabla de mortalidad, se detalla el comportamiento de cada una de las funciones.

#### Supervivientes: $l_x$

Esta función representa el número de personas de la generación ficticia inicial que llegan con vida a la edad exacta  $x$ . El valor  $l_0$  representa el tamaño de la cohorte inicial (nacimientos) y se conoce como *raíz de la tabla*. Como se está trabajando con un modelo teórico, se acostumbra a partir de una raíz de 100.000 individuos. Por otra parte, se acostumbra representar con  $\omega$  (omega) la edad a la que muere el último miembro de la generación, por lo que  $l_\omega = 0$ . En un diagrama de Lexis se puede apreciar cómo los valores  $l_x$  corresponden a la base de cada paralelogramo (Figura 2.5).

**Figura 2.5. Representación de  $l_x$  en el Diagrama de Lexis**



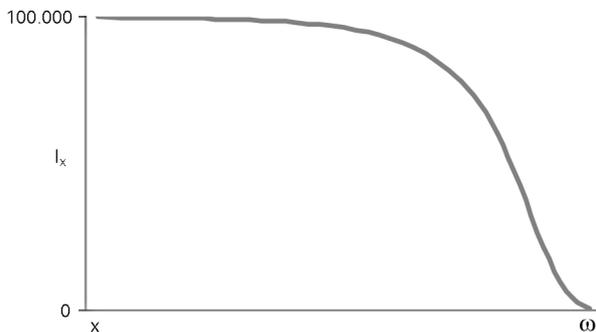
Los supervivientes a una edad exacta  $x+n$  corresponden a los supervivientes a la edad  $x$  menos las defunciones que se producirían en el período  $x, x+n$  de acuerdo con el patrón de mortalidad que se está estudiando:

$$l_{x+n} = l_x - (l_x \cdot {}_nq_x)$$

Siendo  $q_x$  la probabilidad de muerte, tal como se explica posteriormente.

La función  $l_x$  es decreciente, con una curvatura más marcada en los primeros años debida a la mortalidad infantil (Figura 2.6). La forma de la curva va a depender del patrón de mortalidad que se dé en la población. A medida que el patrón de mortalidad de la población disminuya, la curva tenderá a asemejarse a un rectángulo, fenómeno que adquiere relevancia en los países más desarrollados, denominado *rectangularización de la mortalidad*, y que se relaciona con el envejecimiento por la cúspide de la pirámide (ver apartado 5.2).

**Figura 2.6. Curva de supervivientes**



El valor de  $\omega$  puede ser muy elevado, pero frecuentemente se trabaja con la población de las últimas edades en forma agrupada. Por lo general, las tablas se construyen hasta una edad suficientemente elevada, 85, 90, 95 ó 100 años, dejándose a partir de la misma un grupo abierto ( $z^+$ ).

La función  $l_x$  dividida por 100.000, en ocasiones se interpreta como la probabilidad de llegar con vida a la edad  $x$ . Por ejemplo si  $l_{20}$  es 99.131, la probabilidad de llegar con vida a los 20 años sería de aproximadamente 0,99 o de un 99%.

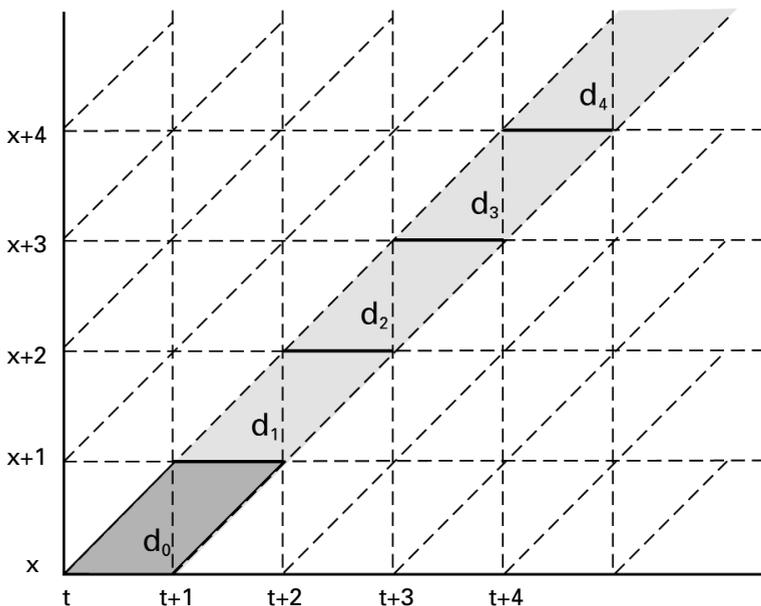
### Defunciones de la tabla: $d_x$

Esta función representa el número de defunciones de la generación inicial, ocurridas entre las edades  $x$  y  $x+n$ . Estas defunciones corresponden a una cohorte hipotética, por lo que se les llama *defunciones de la tabla* a diferencia de las defunciones observadas en la población real. Por tanto  $d_x$  se corresponde con:

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

En un diagrama de Lexis se pueden representar los valores  $d_x$  a lo largo de la franja correspondiente a la cohorte. El área de cada paralelogramo de la Figura 2.7 representa las defunciones entre  $x$  y  $x+n$  para la cohorte correspondiente al año  $t$ .

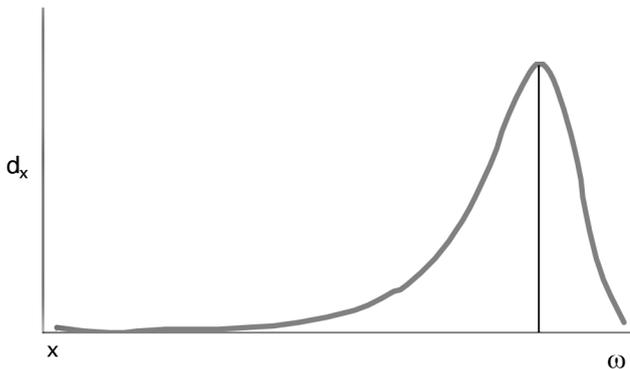
**Figura 2.7. Representación de  $d_x$  en el Diagrama de Lexis**



Si se trabaja con grupos de edades la función de defunciones se expresa como  ${}_n d_x$  donde  $n$  representa el número de años del grupo (generalmente se utilizan grupos quinquenales). En este caso la función de defunciones se puede calcular por:

$${}_n d_x = l_x - l_{x+n}$$

**Figura 2.8. Curva de la función  $d_x$**



La edad donde la función  $d_x$  alcanza el valor máximo se conoce como *edad modal de las defunciones*. A esta edad es donde se produce la mayor cantidad de muertes. Entre la población española actual la edad modal de las defunciones son los 87 años.

Para el intervalo abierto del final de la tabla el número de funciones durante el mismo  $d_{z+}$  debe corresponder al número de supervivientes al comienzo de dicho intervalo  $l_{z+}$ :

$$d_{z+} = l_{z+}$$

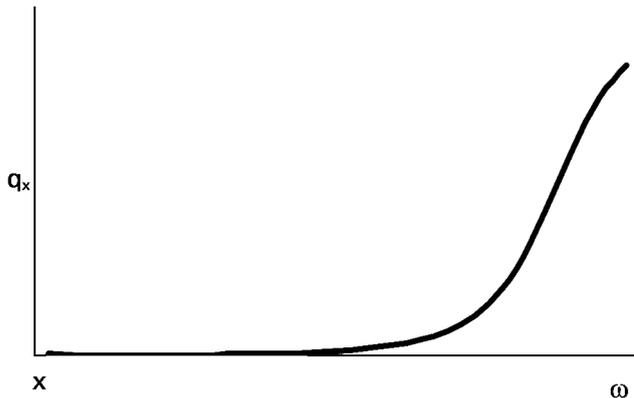
### **Probabilidad de muerte: $q_x$**

Esta función representa la probabilidad de que un individuo perteneciente a la cohorte ficticia muera a la edad cumplida  $x$  (o durante el período comprendido entre  $x$  y  $x+n$ ). De acuerdo con el concepto de probabilidad,  $q_x$  es una relación entre  $d_x$  e  $l_x$  es decir, una relación entre los casos ocurridos (defunciones a la edad cumplida  $x$ ) y el total de casos posibles (supervivientes a la edad  $x$ ):

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

Su comportamiento gráfico (Figura 2.9) se asemeja mucho al obtenido con las *tasas específicas de mortalidad por edad* (Figura 2.1):

### Figura 2.9. Curva de probabilidad de muerte



Cuando se trabaja con grupos de edades, la probabilidad de muerte entre las edades  $x$  y  $x+n$  se representa con  ${}_nq_x$  y se calcula mediante la fórmula:

$${}_nq_x = \frac{{}_nd_x}{l_x} = \frac{l_x - l_{x+n}}{l_x}$$

Aplicada al primer año  $q_0$  representa la probabilidad de morir durante el primer año de vida, que como se ha explicado, es una aproximación a la *tasa de mortalidad infantil* (ver apartado 2.2):

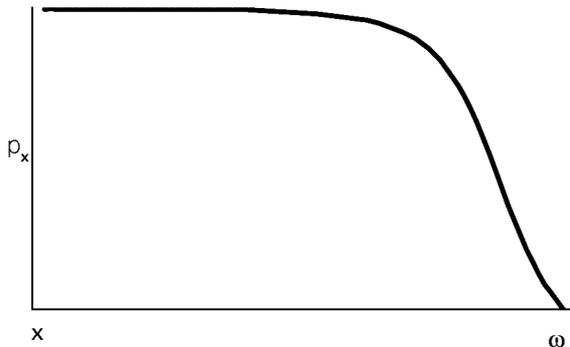
$$q_0 = \frac{d_0}{l_0} = \frac{l_0 - l_1}{l_0}$$

Nótese también que la probabilidad de morir en el último grupo (el intervalo abierto) debe ser siempre 1,0 dado que todos los supervivientes al comienzo del intervalo morirán durante el mismo.

**Supervivencia:  $p_x$** 

A partir de las probabilidades de muerte  $q_x$  o  ${}_nq_x$  se pueden definir las probabilidades de supervivencia  $p_x$  o  ${}_np_x$ , que representan las probabilidades de sobrevivir entre las edades  $x$  y  $x+1$ , o entre  $x$  y  $x+n$  respectivamente. La función de supervivencia se define como:

$$p_x = \frac{l_{x+1}}{l_x} \quad \text{ó} \quad {}_np_x = \frac{l_{x+n}}{l_x}$$

**Figura 2.10. Curva de la probabilidad de supervivencia**

La probabilidad de supervivencia se puede determinar más fácilmente por medio de las fórmulas:

$$p_x = 1 - q_x \quad \text{ó} \quad {}_np_x = 1 - {}_nq_x$$

**Coficiente de reparto de defunciones:  $a_x$** 

Esta función estima la fracción de intervalo vivida por aquellos que fallecen durante el mismo. Se puede calcular a partir de otras funciones de la tabla, utilizando la fórmula:

$${}_na_x = \frac{{}_nL_x - (n * l_{x+n})}{l_x - l_{x+n}}$$

Siendo  ${}_nL_x$  la *población estacionaria* de la tabla, como se verá a continuación.

El valor de  $a_x$  corresponde al porcentaje de defunciones que se producen durante la segunda mitad del intervalo. Se puede suponer que las muertes se producen de forma aleatoria a lo largo de un año o de un período de  $n$  años y, por ello, se puede asumir que cada persona que falleció en dicho período vivió la mitad de la duración del mismo. Por ello, generalmente se asume que el valor de  $a_x$  se corresponde en la mayor parte de los intervalos con 0,5. Pero esto no ocurre para las primeras edades, para las que se puede utilizar la fórmula:

$$a_0 = 1 - \frac{l_0}{d_0} + \frac{1}{m_0} = 1 - \frac{1}{q_0} + \frac{1}{m_0}$$

aunque, en países de baja mortalidad generalmente se asume que  $a_0$  vale 0,1 y  $a_x$  vale 0,4.

Esta función es útil para el cálculo de  $L_x$ , la población estacionaria.

### **Población estacionaria: $L_x$**

Esta función corresponde al tiempo que vive toda la generación entre las edades  $x$  y  $x+n$ .

El principal problema para determinar el valor de esta medida radica en evaluar el aporte en tiempo vivido de las personas que mueren entre estas edades. Cada persona superviviente a un intervalo  $n$  contribuye  $n$  años/persona, pero aquellos que fallecen durante el mismo tan sólo contribuirán  $n * {}_n a_x$ .

Por tanto, la función de población estacionaria puede ser estimada, para edades simples o grupos de edades, por medio de la fórmula:

$${}_nL_x = n(l_{x+n} + {}_n a_x * {}_n d_x)$$

Si asumimos que  $a_x$  se corresponde con 0,5 para la mayoría de las edades:

$${}_nL_x = n(l_{x+n} + 0,5 {}_n d_x)$$

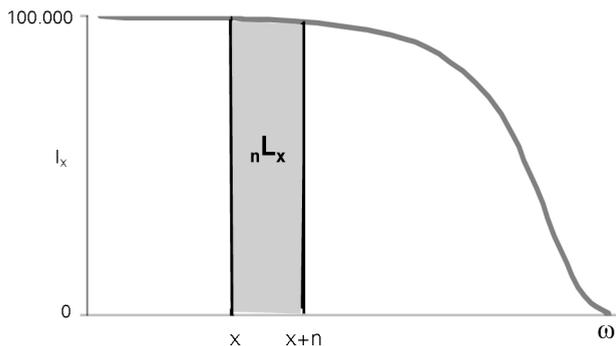
Y siendo  $l_{x+n} = l_x - {}_n d_x$  se puede obtener una fórmula mucho más sencilla para el cálculo de  $L_x$ :

$${}_n L_x = \frac{n(l_x + l_{x+n})}{2}$$

Aunque ésta no es válida para  $L_0$  ó  ${}_4 L_1$ , para las que  ${}_n d_x$  no se corresponde con 0,5.

El valor de esta función representa el área comprendida bajo la representación gráfica de  $l_x$  entre las edades  $x$  y  $x+1$  o entre  $x$  y  $x+n$  según se trabaje con edades simples o grupos respectivamente (Figura 2.11).

**Figura 2.11. Representación gráfica de la población estacionaria de una tabla de mortalidad**



Existe un problema con respecto al último intervalo, puesto que al ser un grupo abierto hay que estimar cuántos años, aproximadamente, sobrevivirán por término medio los supervivientes al comienzo del mismo. El método más habitual para ello usa las tasas específicas por edad. En general, si se tiene confianza en las tasas específicas de mortalidad por edad, se puede utilizar la relación para despejar el valor correspondiente a la población estacionaria, con lo cual se tendría que:

$${}_n m_x = \frac{{}_n d_x}{{}_n L_x}$$

$$L_x = \frac{d_x}{m_x} \quad \text{ó} \quad {}_n L_x = \frac{{}_n d_x}{{}_n m_x}$$

$$L_{z+} = \frac{d_{z+}}{m_{z+}}$$

Pero dado que  $d_{z+} = l_{z+}$ , puesto que todos los supervivientes al comienzo del intervalo deben morir a lo largo del mismo:

$$L_{z+} = \frac{l_{z+}}{m_{z+}}$$

Si no se dispone del valor de  $m_{z+}$  entonces es preferible estimar el valor de  $L_{z+}$  usando una *tabla-tipo* (apartado 2.5), o una tabla de mortalidad de una población con un nivel de mortalidad similar.

### Tiempo vivido: $T_x$

A diferencia de la función anterior esta función corresponde al tiempo que le falta por vivir a la generación hasta su desaparición. Una manera práctica de definir  $T_x$  es:

$$T_x = \sum_{i=x}^{\omega-1} {}_n L_i$$

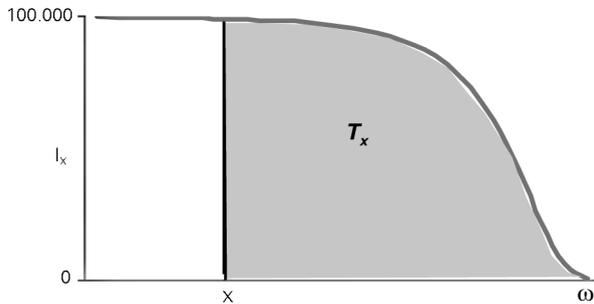
O lo que es lo mismo:

$$T_x = T_{x+n} + {}_n L_x$$

Siendo  $T_{z+} = L_{z+}$

Gráficamente, el valor de  $T_x$  corresponde al área bajo la curva de  $l_x$  desde  $x$  hasta  $\omega$  (Figura 2.12).

**Figura 2.12. Representación de la función de tiempo vivido**



El objetivo principal de esta función es permitir el cálculo de la esperanza de vida.

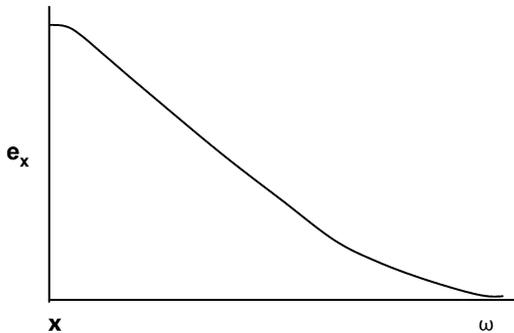
### **Esperanza de vida: $e_x$**

La esperanza de vida para una persona de edad  $x$ , corresponde al número medio de años que le restaría por vivir. Su valor se obtiene de la ratio entre el número de años que le resta vivir a la generación ficticia completa a partir de la edad  $x$  y el número de supervivientes teóricos a esta edad:

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

Un valor muy particular de esta función corresponde a la esperanza de vida al nacer, que es una medida resumen de la mortalidad de una población.

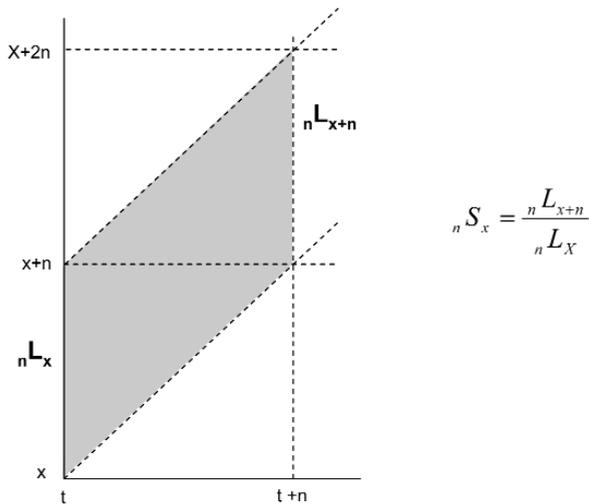
**Figura 2.13. Representación de la función de esperanza de vida por edades**



**Probabilidad perspectiva de paso:  ${}_nS_x$**

Las probabilidades de supervivencia ( ${}_n p_x$ ) permiten obtener los supervivientes de una población con edad cumplida  $x$ . A diferencia de ellas, que se calculan entre edades exactas ( $x$  y  $x+n$ ), las *probabilidades perspectivas de paso* se calculan entre intervalos de edad. Por ejemplo, la probabilidad perspectiva de paso mediría la probabilidad de la población estacionaria de la tabla entre  $x$  y  $x+n$ ,  ${}_n L_x$ , de sobrevivir hasta alcanzar el intervalo de edad  $x+n$ ,  $x+2n$ . Por ello es importante que los intervalos sean de la misma amplitud.

**Figura 2.14. Representación de la probabilidad perspectiva de paso en el Diagrama de Lexis**

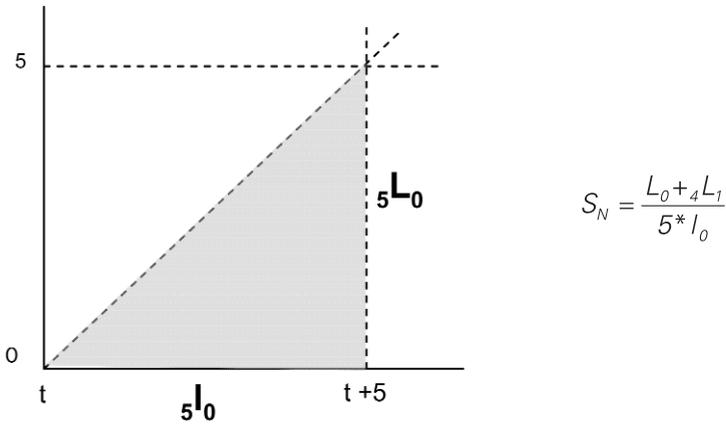


La interpretación de esta relación corresponde a la probabilidad que tiene una persona de edad entre  $x$  y  $x+n$  en el año  $t$ , de llegar con vida al año  $t+n$  (Figura 2.14). La función es calculada simplemente mediante la relación entre dos  ${}_nL_x$ ; por ejemplo, la probabilidad de una persona de 60-65 años de sobrevivir hasta el intervalo 80-85 sería:

$$S_{60} = \frac{{}_5L_{80}}{{}_5L_{60}}$$

Nuevamente los grupos extremos presentan problemas. Para la probabilidad perspectiva de paso al nacimiento debe considerarse la razón entre  ${}_5L_0$  y los nacimientos ocurridos en los 5 años ( ${}_5l_0$ ).

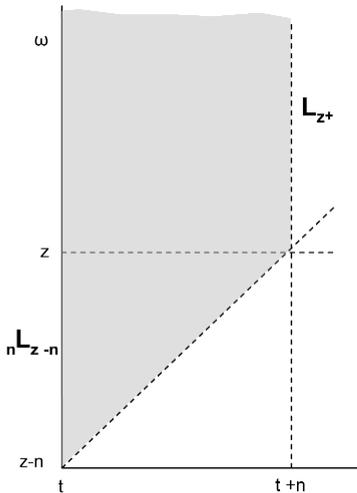
**Figura 2.15. Representación en un Diagrama de Lexis de la probabilidad perspectiva de paso en el primer grupo de edad**



Finalmente, para el grupo abierto final se ha de tener en cuenta un grupo adicional. De esta forma si la edad inicial del intervalo abierto es  $z$ , la última probabilidad perspectiva de paso podremos calcularla para  $z-n$ , pues la relación de supervivencia para el grupo se establece por:

$$S_{z-n} = \frac{L_{z+}}{{}_nL_{z-n} + L_{z+}}$$

**Figura 2.16. Representación en un diagrama de Lexis de la probabilidad perspectiva de paso en el grupo abierto**



Como se verá, estas probabilidades tienen especial trascendencia cuando se desean realizar proyecciones de población.

### 2.4.2 Construcción de la tabla de mortalidad

Si se dispone de información por grupos de edades simples se puede construir una *tabla de mortalidad completa*. Sin embargo, a menudo se construyen tablas de mortalidad a partir de datos quinquenales, éstas son denominadas *tablas de mortalidad abreviadas*. Sin embargo, no todos los grupos de edad en una tabla abreviada deben ser quinquenales. Debido a las diferencias en mortalidad durante los primeros momentos de la vida se debe diferenciar la edad 0 años del grupo de edad 1-4 años; a partir de este punto los grupos son quinquenales hasta el último que será un grupo abierto. El modo de construcción de una tabla de mortalidad es similar tanto si se trata de tablas completas como abreviadas.

En primer lugar, para calcular los valores de las funciones  $l_x$  y  $d_x$  se requiere conocer el valor de las probabilidades de morir en cada edad o grupo de edades. Por tanto, la primera columna que se ha de calcular es la que corresponde a las probabilidades de muerte. En el proceso de construcción de una tabla de mortalidad, las

probabilidades de mortalidad se generan a partir de las *tasas específicas de mortalidad por edad*. Si  $m_x$  es la tasa de mortalidad para la edad cumplida  $x$ :

$${}_nq_x = \frac{2n \cdot {}_n m_x}{2 + (n \cdot {}_n m_x)}$$

Este cálculo de la probabilidad es tan sólo una aproximación. Con él se está asumiendo que las defunciones ocurren de forma regular durante el período de observación, por ejemplo, a lo largo de un año. El grado de ajuste de este cálculo dependerá por tanto, de la medida en que en la realidad las defunciones se distribuyan de esta forma en la realidad.

De forma general, esta distribución es bastante ajustada para todas las edades, excepto para las primeras y para las últimas. Aquellos que fallecen durante el primer tramo de edad generalmente no llegan a cumplir medio año, pues las defunciones tienden a concentrarse en la primera parte del mismo. Para  $x = 0$ , se asume que  $q_0 = TMI$  y para las restantes edades (1-4) se puede utilizar el *coeficiente de reparto de defunciones*. En estos casos la probabilidad se calculará:

$${}_nq_x = \frac{n \cdot m_x}{1 + n \cdot (1 - a_x) \cdot m_x}$$

Los valores de  $a_0, a_1, \dots$  varían entre las distintas poblaciones según el nivel de mortalidad. Como ya se ha dicho, en países con baja mortalidad el valor de  $a_x$  se aproxima de forma bastante constante a 0,5, salvo para  $a_0$  que se aproxima a 0,1, y  $a_4$  que se aproxima a 0,4.

Finalmente, la probabilidad de morir en el último grupo (el intervalo abierto) debe ser siempre 1, dado que todos los supervivientes al comienzo del intervalo morirán durante el mismo.

Si retomamos las tasas específicas de mortalidad para la población española en 2003 (ver Cuadro 2.1), podemos comenzar a construir una tabla de mortalidad a partir de ellas.

La probabilidad de muerte en el primer grupo de edad corresponde a la TMI ya calculada (ver apartado 2.2); la correspondiente al grupo de edad entre 1 y 4 años la calcularemos teniendo en cuenta el coeficiente de reparto de defunciones, puesto que a estas edades éstas no muestran una distribución lineal:

$$q_1 = \frac{4 * 0,00027}{1 + 4 (1 - 0,4) * 0,00027} = 0,00109 \quad ^1$$

Para las restantes edades utilizaremos la fórmula actuarial:

$$q_5 = \frac{2 * 5 * 0,00013}{2 + (5 * 0,00013)} = 0,00065$$

Se ha de recordar que para el grupo abierto la probabilidad de muerte ha de ser necesariamente 1:

$$q_{100+} = 1,00000$$

Tenemos ya la primera función de la tabla de mortalidad.

### **Cuadro 2.2. Cálculo de la probabilidad de muerte**

$x$	$P_x$	$D_x$	$m_x$	${}_nq_x$
N	441.881			
0	429.563	1.733	0,00403	0,00392
1	1.627.456	442	0,00027	0,00109
5	1.938.350	254	0,00013	0,00065
10	2.104.636	341	0,00016	0,00081
...	...	...	...	...
90	203.924	44.198	0,21674	0,70285
95	46.078	14.609	0,31705	0,88432
100	5.139	2.480	0,48258	1,00000

A partir del valor  $l_0$  y de los valores de  $q_x$  se obtienen los valores de las funciones  $d_x$  y  $l_x$ , mediante el proceso siguiente:

---

<sup>1</sup> NB:

A lo largo de todo el libro, en los ejemplos resueltos y, de forma muy especial en los ejercicios, se ha de tener en cuenta que los cálculos han sido efectuados utilizando una hoja de cálculo, y por tanto manejando un número de decimales mayor que el que aparece publicado. Debido a ello, los resultados pueden presentar pequeñas diferencias, si se opera con las cifras redondeadas que aparecen publicadas.

$$d_0 = l_0 * q_0 \text{ y entonces } l_1 = l_0 - d_0$$

$$d_1 = l_1 * q_1 \text{ y entonces } l_2 = l_1 - d_1$$

$$d_2 = l_2 * q_2 \text{ y entonces } l_3 = l_2 - d_2$$

$$l_{100+} * q_{100+} = d_{100+}$$

Siguiendo con nuestro ejemplo, si establecemos  $l_0 = 100.000$ ,  $d_0$  se calcularía:

$$d_0 = 100.000 * 0,00392 = 392$$

y los restantes valores para  $l_x$  y  $d_x$ :

$$l_1 = 100.000 - 392 = 99.608$$

$$d_1 = 99.608 * 0,00109 = 108$$

hasta que en el último intervalo:

$$l_{100+} = 6.470 - 5.722 = 748$$

$$d_{100+} = 748$$

### Cuadro 2.3. Cálculo de los supervivientes y las defunciones de la tabla

$x$	$P_x$	$D_x$	$m_x$	${}_nq_x$	$d_x$	$l_x$
0	429.563	1.733	0,00403	0,00392	392	100.000
1	1.627.456	442	0,00027	0,00109	108	99.608
5	1.938.350	254	0,00013	0,00065	65	99.500
10	2.104.636	341	0,00016	0,00081	81	99.434
...	...	...	...	...	...	...
90	203.924	44.198	0,21674	0,70285	15.303	21.773
95	46.078	14.609	0,31705	0,88432	5.721	6.470
100	5.139	2.480	0,48258	1,00000	748	748

A partir de los valores de la probabilidad de muerte se calcula la probabilidad de supervivencia, mediante la fórmula:

$${}_n p_x = 1 - {}_n q_x$$

Aplicándola a la tabla de mortalidad que estamos construyendo, tenemos que:

$$p_0 = 1 - 0,00392 = 0,99608$$

$$p_1 = 1 - 0,00109 = 0,99891$$

### Cuadro 2.4. Cálculo de la probabilidad de supervivencia

$x$	$P_x$	$D_x$	$m_x$	${}_nq_x$	$d_x$	$l_x$	$p_x$
0	429.563	1.733	0,00403	0,00392	392	100.000	0,99608
1	1.627.456	442	0,00027	0,00109	108	99.608	0,99891
5	1.938.350	254	0,00013	0,00065	65	99.500	0,99935
10	2.104.636	341	0,00016	0,00081	81	99.434	0,99919
...	...	...	...	...	...	...	...
90	203.924	44.198	0,21674	0,70285	15.303	21.773	0,29715
95	46.078	14.609	0,31705	0,88432	5.721	6.470	0,11568
100	5.139	2.480	0,48258	1,00000	748	748	0,00000

Se puede asumir sin demasiado margen de error que las defunciones se distribuyen de forma lineal a lo largo del intervalo para todas las edades salvo para las primeras. Como ya se ha indicado, en una población con baja mortalidad como la española  $a_0$  asume un valor cercano a 0,1 y  ${}_4a_1$  se aproxima a 0,4. Utilizando estos coeficientes de reparto de defunciones podemos calcular la población estacionaria de la tabla:

$${}_nL_x = n(l_{x+n} + {}_n a_x * {}_n d_x)$$

Esta fórmula se puede simplificar para todas aquellas edades para las que se puede asumir que el reparto es lineal:

$${}_nL_{x \geq 5} = \frac{n(l_x + l_{x+n})}{2}$$

Salvo para el grupo abierto, para el que hemos de aplicar:

$$L_{z+} = \frac{l_{z+}}{m_{z+}}$$

Por tanto:

$${}_1L_0 = 1(99.608 + (0,1 * 392)) = 99.647$$

$${}_4L_1 = 4(99.500 + (0,4 * 108)) = 398.172$$

$$L_5 = \frac{5(99.500 + 99.434)}{2} = 497.335$$

$$L_{100+} = \frac{748}{0,48258} = 1.551$$

Con lo que la población estacionaria de la tabla sería:

### Cuadro 2.5. Cálculo de la población estacionaria de la tabla

$x$	$P_x$	$D_x$	$m_x$	${}_nq_x$	$d_x$	$l_x$	$p_x$	${}_nL_x$
0	429.563	1.733	0,00403	0,00392	392	100.000	0,99608	99.647
1	1.627.456	442	0,00027	0,00109	108	99.608	0,99891	398.172
5	1.938.350	254	0,00013	0,00065	65	99.500	0,99935	497.335
10	2.104.636	341	0,00016	0,00081	81	99.434	0,99919	496.971
...	...	...	...	...	...	...	...	...
90	203.924	44.198	0,21674	0,70285	15.303	21.773	0,29715	70.606
95	46.078	14.609	0,31705	0,88432	5.721	6.470	0,11568	18.045
100	5.139	2.480	0,48258	1,00000	748	748	0,00000	1.551

El tiempo vivido corresponde al sumatorio de la población estacionaria de la tabla, desde la edad  $x$  hasta  $\omega$ :

$$T_{z+} = L_{z+} \qquad T_x = T_{x+n} + {}_nL_x$$

Aplicándolo a la tabla que estamos construyendo:

$$T_{100+} = 1.551$$

$$T_{95} = 1.551 + 18.045 = 19.596$$

$$T_{90} = 19.596 + 70.606 = 90.202$$

$$T_0 = 7.859.109 + 99.647 = 7.958.756$$

**Cuadro 2.6. Cálculo del tiempo vivido**

$x$	$P_x$	$D_x$	$m_x$	$nq_x$	$d_x$	$l_x$	$p_x$	${}_nL_x$	$T_x$
0	429.563	1.733	0,00403	0,00392	392	100.000	0,99608	99.647	7.958.756
1	1.627.456	442	0,00027	0,00109	108	99.608	0,99891	398.172	7.859.109
5	1.938.350	254	0,00013	0,00065	65	99.500	0,99935	497.335	7.460.937
10	2.104.636	341	0,00016	0,00081	81	99.434	0,99919	496.971	6.963.602
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
90	203.924	44.198	0,21674	0,70285	15.303	21.773	0,29715	70.606	90.202
95	46.078	14.609	0,31705	0,88432	5.721	6.470	0,11568	18.045	19.596
100	5.139	2.480	0,48258	1,00000	748	748	0,00000	1.551	1.551

El cálculo del tiempo vivido permite obtener la esperanza de vida a las distintas edades a partir de una formulación simple:

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

Por tanto, en nuestro ejemplo

$$e_0 = \frac{7.958.756}{100.000} = 79,59$$

$$e_1 = \frac{7.859.109}{99.608} = 78,90$$

Los valores de la esperanza de vida así calculados configuran la penúltima columna de la tabla:

**Cuadro 2.7. Cálculo de la esperanza de vida**

$x$	$nq_x$	$d_x$	$l_x$	$p_x$	${}_nL_x$	$T_x$	$e_x$
0	0,00392	392	100.000	0,99608	99.647	7.958.756	79,59
1	0,00109	108	99.608	0,99891	398.172	7.859.109	78,90
5	0,00065	65	99.500	0,99935	497.335	7.460.937	74,98
10	0,00081	81	99.434	0,99919	496.971	6.963.602	70,03
...	...	...	...	...	...	...	...
90	0,70285	15.303	21.773	0,29715	70.606	90.202	4,14
95	0,88432	5.721	6.470	0,11568	18.045	19.596	3,03
100	1,00000	748	748	0,00000	1.551	1.551	2,07

Finalmente, el cálculo de las probabilidades perspectivas de paso nos será útil a la hora de proyectar una población. Su cálculo relaciona los supervivientes entre dos intervalos, como se ha visto al examinar las funciones de la tabla:

$${}_nS_x = \frac{{}_nL_{x+n}}{{}_nL_x}$$

Pero, para los intervalos extremos de la tabla correspondientes a los más jóvenes y los más mayores, las calcularemos:

$$S_N = \frac{L_0 + {}_4L_1}{5 * I_0}$$

$${}_5S_0 = \frac{{}_5L_5}{L_0 + {}_4L_1}$$

$$S_{z-n} = \frac{L_{z^+}}{{}_nL_{z-n} + L_{z^+}}$$

Aplicando esta formulación podremos concluir la construcción de la tabla de mortalidad de la población española 2003-2004:

$$S_N = \frac{99.647 + 398.172}{5 * 100.000} = 0,99564$$

$${}_5S_0 = \frac{497.335}{99.647 + 398.172} = 0,99903$$

$${}_5S_5 = \frac{496.971}{497.335} = 0,99927$$

$$S_{95^+} = \frac{1.551}{18.045 + 1.551} = 0,07914$$

**Cuadro 2.8. Tabla de mortalidad**

$x$	$P_x$	$D_x$	$m_x$	${}_nq_x$	$d_x$	$l_x$	$P_x$	${}_nL_x$	$T_x$	$e_x$	${}_nS_x$
0	429.563	1.733	0,00403	0,00392	392	100.000	0,99608	99.647	7.958.756	79,59	0,99564
1	1.627.456	442	0,00027	0,00109	108	99.608	0,99891	398.172	7.859.109	78,90	0,99903
5	1.938.350	254	0,00013	0,00065	65	99.500	0,99935	497.335	7.460.937	74,98	0,99927
10	2.104.636	341	0,00016	0,00081	81	99.435	0,99919	496.971	6.963.602	70,03	0,99852
15	2.388.049	1.032	0,00043	0,00216	214	99.354	0,99784	496.234	6.466.631	65,09	0,99750
20	3.070.467	1.746	0,00057	0,00284	281	99.140	0,99716	494.994	5.970.397	60,22	0,99711
25	3.614.444	2.136	0,00059	0,00295	292	98.858	0,99705	493.561	5.475.403	55,39	0,99650
30	3.545.550	2.872	0,00081	0,00404	398	98.566	0,99596	491.836	4.981.842	50,54	0,99512
35	3.431.304	3.933	0,00115	0,00571	561	98.168	0,99429	489.437	4.490.006	45,74	0,99281
40	3.182.840	5.545	0,00174	0,00867	847	97.607	0,99133	485.919	4.000.568	40,99	0,98927
45	2.791.972	7.193	0,00258	0,01280	1.238	96.760	0,98720	480.706	3.514.650	36,32	0,98430
50	2.498.361	9.401	0,00376	0,01864	1.780	95.522	0,98136	473.159	3.033.944	31,76	0,97669
55	2.334.676	13.294	0,00569	0,02807	2.631	93.742	0,97193	462.129	2.560.785	27,32	0,96601
60	1.953.022	15.972	0,00818	0,04007	3.651	91.110	0,95993	446.423	2.098.656	23,03	0,94766
65	1.978.465	26.636	0,01346	0,06512	5.696	87.459	0,93488	423.057	1.652.232	18,89	0,91583
70	1.898.370	41.879	0,02206	0,10454	8.547	81.764	0,89546	387.450	1.229.175	15,03	0,86200
75	1.492.487	57.377	0,03844	0,17537	12.840	73.216	0,82463	333.982	841.725	11,50	0,76958
80	974.162	68.007	0,06981	0,29719	17.943	60.377	0,70281	257.026	507.743	8,41	0,62451
85	495.260	63.748	0,12872	0,48690	20.661	42.434	0,51310	160.515	250.717	5,91	0,43987
90	203.924	44.198	0,21674	0,70285	15.303	21.773	0,29715	70.606	90.202	4,14	0,25558
95	46.078	14.609	0,31705	0,88432	5.721	6.470	0,11568	18.045	19.596	3,03	0,07914
100	5.139	2.480	0,48258	1,00000	748	748	0,00000	1.551	1.551	2,07	

En el Cuadro 2.9 se resumen las fórmulas fundamentales que permiten la construcción de una tabla de mortalidad, tanto completa como abreviada.

### **Cuadro 2.9. Resumen de las fórmulas para la construcción de una tabla de mortalidad**

• Probabilidad de muerte:	$q_x = \frac{2n \cdot {}_n m_x}{2 + (n \cdot {}_n m_x)}$	
$q_0 = TMI$	$q_{z^+} = 1$	${}_n q_x = \frac{n \cdot {}_n m_x}{1 + n(1 - {}_n a_x) \cdot {}_n m_x}$
• Defunciones teóricas:	$d_x = l_x \cdot q_x$	$d_{z^+} = l_{z^+}$
• Supervivientes:	$l_0 = 100.000$	$l_x = l_{x-n} - d_{x-n}$
• Probabilidad de supervivencia:	${}_n p_x = 1 - {}_n q_x$	
• Coeficiente de reparto de las definiciones:		
	$a_0 = 1 - \frac{1}{q_0} + \frac{1}{m_0}$	${}_n a_x = \frac{nL_x - (n \cdot l_{x+n})}{l_x - l_{x+n}}$
• Población estacionaria:	${}_x L_x = \frac{n(l_x + l_{x+n})}{2}$	$nL_x = n(l_{x+n} + {}_n a_x \cdot {}_n d_x)$
	$L_{z^+} = \frac{l_{z^+}}{m_{z^+}}$	
• Tiempo vivido:	$T_{z^+} = L_{z^+}$	$T_x = T_{x+n} + {}_n L_x$
• Esperanza de vida:	$e_x = \frac{T_x}{l_x}$	
• Probabilidad perspectiva de paso:	${}_n S_x = \frac{nL_{x+n}}{nL_x}$	
	$S_N = \frac{L_0 + 4L_1}{5 \cdot l_0}$	${}_5 S_0 = \frac{5L_5}{L_0 + 4L_1}$
		$S_{z-n} = \frac{L_{z^+}}{L_{z-n} + L_{z^+}}$

### 2.4.3 Tablas-tipo

No siempre se tiene acceso a la información necesaria para el cálculo de todos los indicadores que se han expuesto. Para salvar este escollo se cuenta con técnicas indirectas para el estudio de la mortalidad, de distinto grado de complejidad. Uno de los recursos más comunes es el uso de una *tabla-tipo*.

Las *tablas-tipo* recogen diversas estructuras por edades de la mortalidad correspondientes a diversos niveles generales de mortalidad, definidos por la esperanza de vida al nacer. Estas tablas no corresponden a ninguna población real, sino que son una abstracción a partir de la información de un gran número de poblaciones. Se trata de *estructuras medias*, obtenidas a partir de la comparación de diversas estructuras en poblaciones reales.

Las *tablas-tipo* se basan en la regularidad de la estructura por edades que presenta la mortalidad, es decir, en el hecho de que la mortalidad a la que está expuesta una población a una edad determinada, está fuertemente relacionada con la que sufre en las edades inmediatamente anteriores y posteriores. Debido a esta característica, si se conocen los valores de algunas edades, usando estas tablas es posible deducir la estructura completa de la mortalidad.

Por ello, las *tablas-tipo* resultan de gran utilidad a la hora de trabajar con poblaciones para las que no contamos con datos completos de mortalidad (por ejemplo, poblaciones de países en desarrollo, poblaciones del pasado, o del futuro). De esta forma, el uso de tablas-tipo de mortalidad es muy frecuente a la hora de trabajar con series históricas de población, y resultan de gran utilidad para establecer las *hipótesis de mortalidad* en las proyecciones de población (como se verá en el Capítulo 7).

Para su aplicación a poblaciones de mortalidad muy baja, como las europeas, son especialmente recomendables las tablas-tipo de Princeton (Coale y Guo, 1989). En la última versión publicada de estas tablas alcanzan ya esperanzas de vida notablemente elevadas. La tabla de nivel 27, la de menor mortalidad de las publicadas, presenta una esperanza de vida al nacer de 85 años para la población femenina y 79 para la masculina.

**Cuadro 2.10. Tablas-tipo de mortalidad de Princeton para regiones occidentales, niveles 26 y 27** (Continúa)

Nivel 26

$x$	$l_x$	$n^m_x$	$n^q_x$	$n^L_x$	$T_x$	$e_x$
<b>Mujeres</b>						
0	1.000,000	4,05	4,03	996,77	82.503	82,50
1	995,967	0,37	1,46	3.978,78	81.506	81,84
5	994,513	0,09	0,46	4.971,30	77.527	77,95
10	994,054	0,08	0,38	4.969,35	72.556	72,99
15	993,671	0,20	1,01	4.965,95	67.587	68,02
20	992,668	0,29	1,44	4.959,90	62.621	63,08
25	991,235	0,37	1,84	4.951,80	57.661	58,17
30	989,410	0,44	2,19	4.941,84	52.709	53,27
35	987,240	0,61	3,07	4.928,94	47.767	48,38
40	984,213	0,96	4,79	4.909,76	42.838	43,53
45	979,502	1,50	7,46	4.879,97	37.928	38,72
50	972,193	2,38	11,85	4.833,31	33.048	33,09
55	960,670	3,43	17,00	4.764,15	28.215	29,37
60	944,337	5,34	26,35	4.661,95	23.451	24,83
65	919,449	8,42	41,26	4.506,20	18.789	20,44
70	881,515	15,26	73,62	4.251,82	14.238	16,20
75	816,618	30,55	141,93	3.793,33	10.031	12,28
80	700,715	61,15	264,34	3.029,17	6.238	8,90
85	515,487	114,14	437,51	1.975,91	3.208	6,22
90	289,956	198,72	635,45	927,18	1.233	4,25
95	105,703	322,71	808,66	264,87	305	2,89
100	20,225	499,20	1.000,00	40,51	41	2,00
<b>Varones</b>						
0	1.000,000	5,13	5,10	995,92	76.187	76,19
1	994,896	0,45	1,78	3.973,37	75.191	75,58
5	993,121	0,14	0,72	4.963,65	71.217	71,71
10	992,409	0,13	0,66	4.960,47	66.254	66,76
15	991,754	0,55	2,74	4.952,24	61.293	61,80
20	989,032	0,90	4,49	4.934,50	56.341	56,97
25	984,590	1,02	5,09	4.910,91	51.406	52,21
30	979,574	0,97	4,83	4.886,51	46.495	47,47
35	974,840	1,20	5,99	4.860,19	41.609	42,68
40	969,001	1,87	9,32	4.823,33	36.749	37,92
45	959,970	3,00	14,87	4.765,58	31.925	33,26
50	945,691	5,15	25,43	4.670,75	27.160	28,72
55	921,646	7,68	37,72	4.524,79	22.489	24,40
60	886,880	12,24	59,47	4.307,83	17.964	20,26
65	834,141	19,63	93,75	3.983,03	13.657	16,37
70	755,943	32,56	151,00	3.505,75	9.673	12,80
75	641,793	58,34	254,58	2.800,49	6.168	9,61
80	478,405	99,28	395,12	1.903,98	3.367	7,04
85	289,379	161,46	561,82	1.006,92	1.463	5,06
90	126,800	250,97	727,82	367,73	456	3,60
95	34,512	372,84	860,42	79,65	89	2,57
100	4,817	537,15	1.000,00	8,97	9	1,86

## Cuadro 2.10. Tablas-tipo de mortalidad de Princeton para regiones occidentales, niveles 26 y 27

(Conclusión)

Nivel 27

$x$	$l_x$	$n^m_x$	$n^q_x$	$n^L_x$	$T_x$	$e_x$
<b>Mujeres</b>						
0	1.000,000	2,84	2,83	997,73	84.997	85,00
1	997,169	0,30	1,20	3.984,50	83.999	84,24
5	995,975	0,03	0,15	4.979,48	80.015	80,34
10	995,830	0,03	0,13	4.978,84	75.035	75,35
15	995,702	0,11	0,57	4.977,14	70.056	70,36
20	995,131	0,23	1,13	4.972,95	65.079	65,40
25	994,005	0,30	1,50	4.966,44	60.106	60,47
30	992,510	0,34	1,69	4.958,54	55.140	55,56
35	990,837	0,45	2,23	4.948,89	50.181	50,65
40	988,632	0,70	3,50	4.934,86	45.232	45,75
45	985,174	1,08	5,39	4.913,13	40.297	40,90
50	979,868	1,90	9,47	4.877,08	35.384	36,11
55	970,592	2,39	11,90	4.825,24	30.507	31,43
60	959,043	3,62	17,92	4.753,96	25.682	26,78
65	941,853	5,33	26,32	4.649,78	20.928	22,22
70	917,066	9,78	47,78	4.480,18	16.278	17,75
75	873,253	21,68	102,83	4.141,76	11.798	13,51
80	783,452	47,90	213,42	3.490,49	7.656	9,77
85	616,249	97,00	385,79	2.451,08	4.166	6,76
90	378,507	180,00	597,21	1.255,84	1.715	4,53
95	152,458	306,13	789,21	393,04	459	3,01
100	32,137	488,43	1.000,00	65,80	66	2,05
<b>Varones</b>						
0	1.000,000	3,57	3,56	997,15	78.979	78,98
1	996,436	0,37	1,46	3.980,64	77.982	78,26
5	994,977	0,05	0,23	4.974,26	74.002	74,38
10	994,749	0,05	0,23	4.973,20	69.027	69,39
15	994,523	0,33	1,64	4.968,69	64.054	64,41
20	992,889	0,75	3,75	4.955,50	59.085	59,51
25	989,163	0,90	4,51	4.935,12	54.130	54,72
30	984,707	0,80	3,98	4.914,13	49.195	49,96
35	980,789	0,93	4,63	4.893,04	44.281	45,15
40	976,244	1,45	7,22	4.864,29	39.388	40,35
45	969,191	2,28	11,33	4.819,60	34.523	35,62
50	958,208	4,32	21,39	4.741,85	29.704	31,00
55	937,714	5,62	27,74	4.626,13	24.962	26,62
60	911,698	8,78	43,02	4.464,36	20.336	22,31
65	872,479	13,37	64,78	4.226,75	15.871	18,19
70	815,961	22,48	106,65	3.870,96	11.645	14,27
75	728,943	44,49	200,18	3.279,90	7.774	10,66
80	583,019	82,42	339,93	2.404,60	4.494	7,71
85	384,833	143,44	517,09	1.387,30	2.089	5,4
90	185,840	234,51	699,87	554,61	702	3,78
95	55,776	360,19	846,35	131,06	147	2,64
100	8,570	527,85	1.000,00	16,24	16	1,89

Fuente: Coale, Ansley y Guo, Guang (1991): "The use of new model life tables at very low mortality in population projections", Population Bulletin of the United Nations, 30, pp.1-22.

## 2.5 Morbilidad y causas de muerte

Para poder llegar a comprender mejor el comportamiento de la mortalidad en una población, es necesario profundizar en las principales causas de muerte de sus habitantes. El análisis de las mismas y de su evolución permite lograr una mejor comprensión de las variaciones producidas en la mortalidad general.

Se entiende por causa de defunción el conjunto de todas aquellas enfermedades, estados mórbidos o lesiones que produjeron la muerte o que contribuyeron a ella, y las circunstancias accidentales o violentas que produjeron dichas lesiones. Las causas de muerte se encuentran estrechamente vinculadas con la estructura de edad y sexo de una población y con las condiciones de vida de sus habitantes. Mediante el análisis de estas causas se pueden estimar los principales problemas de salud, facilitando el diseño de programas y políticas específicas.

### 2.5.1 Morbilidad

Sin embargo, no basta con centrar los análisis en el motivo de la defunción, sino que estudiar el patrón de morbilidad de la población completa –que requiere un estudio detallado de las enfermedades por las que se ve afectada– permite comprender mejor las relaciones que se establecen.

En el proceso de una enfermedad se establecen dos etapas claves, el diagnóstico de la misma y la etapa clínica. Dentro del estudio de la morbilidad de una población, al estudio de los diagnósticos se le llama estudio de la *incidencia* de la enfermedad, y se pueden determinar tasas de incidencia que equivalen a una probabilidad, puesto que corresponden a la relación entre número de nuevos casos diagnosticados en la población en un período de tiempo, respecto a la población expuesta al riesgo. Por otro lado, la etapa clínica se cataloga como etapa de *prevalencia* de la enfermedad. Al igual que con la incidencia, es posible determinar tasas de prevalencia de enfermedades, que miden la relación entre el número de personas que padecen la enfermedad (independientemente del momento de inicio de la misma) con respecto a la población en un momento dado. Debido a que en la prevalencia no se conoce con certeza el momento inicial, la incidencia es un indicador más preciso para estudiar relaciones de causalidad dentro de los análisis de morbilidad, especialmente como complemento del estudio de la mortalidad; pero para el análisis de enfermedades con fases clínicas de duraciones cortas, por ejemplo, una gripe, el indicador más comúnmente usado es la prevalencia de la misma.

Se acostumbra a utilizar el término de *letalidad* como el porcentaje de personas que fallecen en un período dado, con respecto al número de personas diagnosticadas o afectadas.

tadas por una enfermedad. Mientras que el término *patogenicidad* se refiere al número de casos diagnosticados con respecto al número de personas expuestas. Relacionando estos dos elementos, se pueden determinar los patrones de comportamiento de las enfermedades, con respecto a su efecto sobre la mortalidad. Por ejemplo, una enfermedad como el cáncer de hígado tiene una baja patogenicidad, pero su letalidad es muy alta, mientras que una enfermedad como la gripe, tiene una alta patogenicidad, pero su letalidad es sumamente baja. Toda enfermedad puede ser clasificada por su patogenicidad y letalidad, permitiendo esta relación establecer las principales causas de muerte de una población. Aquellas enfermedades con alta patogenicidad y alta letalidad se convierten en las principales causas de muerte.

### 2.5.2 Clasificación de las causas de muerte

Toda defunción tiene una causa o una combinación de causas. Sin embargo, la asignación de una defunción a alguna de las causas de muerte no siempre es sencilla. En poblaciones muy envejecidas, como la española en la actualidad, en la que la mortalidad se ha retrasado mucho en el curso de vida, aumenta la importancia de las defunciones debidas a causas concurrentes, lo que dificulta su clasificación. También se ha de tener en cuenta que las tradiciones de distintas escuelas médicas, o incluso modas en los diagnósticos, pueden influir en que una defunción sea achacada a una causa u otra.

En la mortalidad de una población intervienen causas de origen biológico, pero también intervienen elementos culturales y socioeconómicos. La mayoría de las enfermedades son el resultado de la interacción de tres factores básicos, que se conoce como *triángulo epidemiológico*: el agente, el huésped y el ambiente. Por esta razón, en la mayoría de las ocasiones no existe una única causa de fallecimiento; y por ello, dentro de los certificados de defunción en España se incluyen hasta cuatro posibles causas de muerte para una persona (ver apartado 8.3).

Generalmente se entiende por causa de muerte una enfermedad, un traumatismo, lesión o envenenamiento. Pero existen una gran cantidad de causas de muerte, por ello, para su análisis es necesario agruparlas. La Organización Mundial de la Salud propone una *Clasificación Internacional de Enfermedades (CIE)*, que es actualizada cada 10 años. Desde 1999 se utiliza en España la CIE-10 (ver Apartado 8.3).

### 2.5.3 Análisis de la mortalidad por causa de muerte

Para el estudio de la mortalidad por causas se utilizan prácticamente los mismos indicadores que para la mortalidad general. La medida más simple consiste en deter-

minar la *proporción de defunciones* o porcentaje de muertes, atribuidas a cada uno de los grupos de causas de muerte. De esta manera, si  ${}_jD^t$  representa las defunciones atribuidas a la causa  $j$  en el año  $t$  y  $D^t$  el número total de defunciones en ese año, entonces la proporción de defunciones debidas a la causa  $j$  viene dada por:

$$\text{Proporción de defunciones}_{\text{causa } j} = \frac{{}_jD^t}{D^t} * 100$$

También se pueden calcular los años potenciales de vida perdidos debido a una causa de muerte:

$${}_jAPVP = \sum_x {}_jD_x * a_x$$

Siendo  $a_x$  el coeficiente de reparto de las defunciones dentro del intervalo, como se ha visto en el apartado 2.4.

Pero los indicadores más comunes son las tasas de mortalidad por causa, que pueden ser, al igual que para la mortalidad general, tasas brutas o tasas específicas. La tasa bruta de mortalidad por causa  $j$  sería:

$$TBM_j = \frac{{}_jD^{t,t+n}}{n * \left( \frac{P^t + P^{t+n}}{2} \right)} * 1.000$$

El cálculo de tasas específicas es especialmente recomendable para el estudio de las causas de muerte puesto que cada una de ellas muestra un calendario específico. La causa específica de mortalidad por causa  $j$  para la edad  $x$  sería:

$${}_j m_x = \frac{{}_jD_x^{t,t+n}}{n * \left( \frac{P_x^t + P_x^{t+n}}{2} \right)}$$

Mediante el cálculo de las tasas específicas se puede observar que, mientras las defunciones por problemas infecciosos están muy ligadas a la infancia, las defunciones por problemas degenerativos aumentan notablemente a edades avanzadas. Debido a esta diferencia de calendarios, en cada etapa del curso de vida varía la principal causa de muerte entre la población. En poblaciones con muy baja mortalidad, como la española, entre los niños destaca la mortalidad por problemas congénitos y perinatales, y entre los adolescentes y los jóvenes, las causas externas ligadas a accidentes, ya entre los adultos las principales causas de muerte son las oncológicas y las cardiovasculares y, a medida que las edades son más avanzadas, ganan presencia los problemas cerebrovasculares.

También se pueden obtener tasas estandarizadas para la comparación de la mortalidad según determinada causa entre diversas poblaciones. La tasa estandarizada por causa  $j$  en la población  $i$  sería:

$${}_jTEM_i = \frac{{}_j m_x * P'_x}{P'}$$

en donde  $P'_x$  es la *población-tipo* de edad  $x$ , y  $P'$  es la población-tipo total. De esta forma, el numerador representaría el número de defunciones esperadas en la población-tipo, si dicha población estuviese sometida a las tasas específicas de mortalidad por causa de la población  $i$ .

Otra posibilidad de análisis es el cálculo de tablas de mortalidad teniendo en cuenta las causas de muerte. La probabilidad de mortalidad por causa de muerte  $j$ , siendo  $t$  el conjunto de causas de muerte distintas de  $j$ , se obtendría:

$${}_j q_{x,x+n} = \frac{{}_j D_{x,x+n}}{l_x - \frac{{}_t D_{x,x+n}}{2}}$$

Aunque en estos casos lo más común es calcular la tabla de mortalidad en ausencia de la causa de muerte que se desea estudiar, lo que permite medir la ganancia de vida que se obtendría, por ejemplo, de la desaparición de una determinada enfermedad. De esta forma, la probabilidad de muerte en ausencia de  $j$  sería:

$${}_t q_{x,x+n} = \frac{{}_t D_{x,x+n}}{l_x - \frac{{}_j D_{x,x+n}}{2}}$$

Finalmente, se ha de recordar que este cálculo se basa en una supuesta independencia entre las causas de muerte cuando, por el contrario, la mortalidad general no es el resultado de la suma de diferentes causas de muerte, sino de su combinación.

## Ejercicios del Capítulo 2<sup>2</sup>

### Ejercicio 2.1

Utilizando los datos de defunciones que nos proporciona la Estadística de Movimiento Natural, y las estimaciones de Población a 1 de julio de cada año que se

---

<sup>2</sup> NB:

A lo largo de todo el libro, en los ejemplos resueltos y, de forma muy especial en los ejercicios, se ha de tener en cuenta que los cálculos han sido efectuados utilizando una hoja de cálculo, y por tanto manejando un número de decimales mayor que el que aparece publicado. Debido a ello, los resultados pueden presentar pequeñas diferencias, si se opera con las cifras redondeadas que aparecen publicadas.

recogen en el Cuadro 2.11, calcular las series históricas de las tasas de mortalidad neonatal, posneonatal, infantil y total, y representarlas gráficamente.

**Cuadro 2.11. Evolución de la población y el Movimiento Natural en el período 1975-2003**

	Defunciones			Población <sup>1</sup>	Nacimientos
	Total	Menores de 1 año	Menores de 1 mes		
1975	298.192	12.641	8.413	34.216.274	669.378
1976	299.007	11.590	7.967	34.571.714	677.456
1977	294.324	10.520	7.250	34.921.497	656.357
1978	296.781	9.715	6.712	35.287.558	636.892
1979	291.213	8.591	6.023	35.687.714	601.992
1980	289.344	7.048	4.854	36.118.035	571.018
1981	293.386	6.644	4.659	36.563.834	533.008
1982	286.655	5.822	4.094	36.971.471	515.706
1983	302.569	5.285	3.666	37.289.006	485.352
1984	299.409	4.670	3.178	37.526.911	473.281
1985	312.532	4.071	2.705	37.741.460	456.298
1986	310.413	4.038	2.719	37.943.702	438.750
1987	310.073	3.789	2.546	38.123.298	426.782
1988	319.437	3.371	2.173	38.279.494	418.919
1989	324.796	3.179	2.088	38.419.709	408.434
1990	333.142	3.050	1.997	38.536.531	401.425
1991	337.691	2.846	1.809	38.631.722	395.989
1992	331.515	2.798	1.830	38.716.779	396.747
1993	339.661	2.581	1.589	38.792.361	385.786
1994	338.242	2.239	1.431	38.851.322	370.148
1995	346.227	1.996	1.285	38.940.002	363.469
1996	351.449	2.008	1.266	39.068.718	362.626
1997	349.521	1.856	1.188	39.190.358	369.035
1998	360.511	1.774	1.086	39.295.902	365.193
1999	371.102	1.700	1.071	39.387.976	380.130
2000	360.391	1.740	1.113	39.479.159	397.632
2001	360.131	1.657	1.126	39.583.381	406.380
2002	368.618	1.737	1.165	39.722.075	418.846
2003	384.828	1.733	1.106	39.927.224	441.881

<sup>1</sup> Población a 1 de julio de los años respectivos, según las estimaciones intercensales del INE, salvo para los años 2002 y 2003, para los que se utilizan las proyecciones de población realizadas por el INE, a 1 de julio.

### Respuestas al Ejercicio 2.1

Para el año 1975 los cálculos serían los siguientes:

$$TMn^{1975} = \frac{8.413}{669.378} * 1.000 = 12,568\text{‰}$$

$$TMpn^{1975} = \frac{12.641 - 8.413}{669.378} * 1.000 = \frac{4.228}{669.378} * 1.000 = 6,316\text{‰}$$

$$TMI^{1975} = \frac{12.641}{669.378} * 1.000 = 18,884\text{‰}$$

o también:

$$TMI^{1975} = 12,568 + 6,316 = 18,884 \text{ ‰}$$

$$TBM^{1975} = \frac{298.192}{34.216.274} * 1.000 = 8,715\text{‰}$$

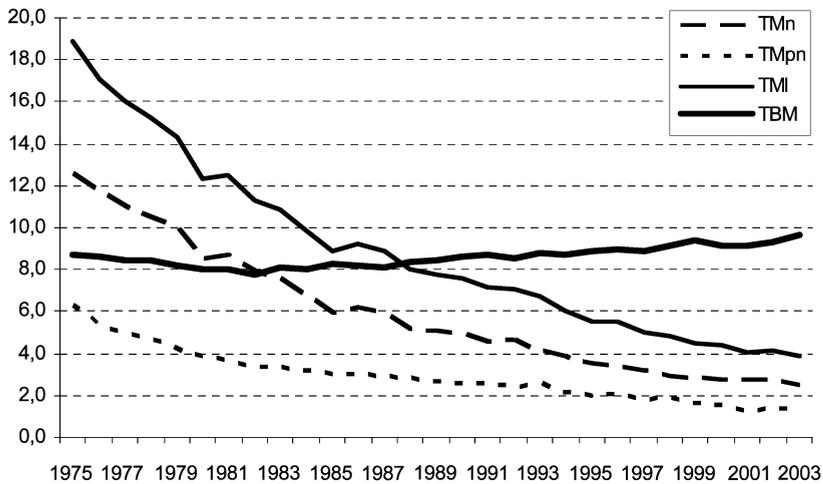
Calculando las tasas de la misma forma para todos los años de la serie, los resultados deben coincidir con los que se recogen en el Cuadro 2.12:

**Cuadro 2.12. Evolución de la tasa de mortalidad neonatal, posneonatal, infantil y total, 1975-2003**

	TMn	TMpn	TMI	TBM
1975	12,57	6,32	18,88	8,71
1976	11,76	5,35	17,11	8,65
1977	11,05	4,98	16,03	8,43
1978	10,54	4,72	15,25	8,41
1979	10,01	4,27	14,27	8,16
1980	8,50	3,84	12,34	8,01
1981	8,74	3,72	12,47	8,02
1982	7,94	3,35	11,29	7,75
1983	7,55	3,34	10,89	8,11
1984	6,71	3,15	9,87	7,98
1985	5,93	2,99	8,92	8,28
1986	6,20	3,01	9,20	8,18
1987	5,97	2,91	8,88	8,13
1988	5,19	2,86	8,05	8,34
1989	5,11	2,67	7,78	8,45
1990	4,97	2,62	7,60	8,64
1991	4,57	2,62	7,19	8,74
1992	4,61	2,44	7,05	8,56
1993	4,12	2,57	6,69	8,76
1994	3,87	2,18	6,05	8,71
1995	3,54	1,96	5,49	8,89
1996	3,49	2,05	5,54	9,00
1997	3,22	1,81	5,03	8,92
1998	2,97	1,88	4,86	9,17
1999	2,82	1,65	4,47	9,42
2000	2,80	1,58	4,38	9,13
2001	2,77	1,31	4,08	9,10
2002	2,78	1,37	4,15	9,28
2003	2,50	1,42	3,92	9,64

Si se representan gráficamente estas series se puede observar que durante el último cuarto del siglo XX la mortalidad general aumentó ligeramente debido al efecto que en la tasa bruta de mortalidad tiene la estructura por edades de la población, que durante este período envejeció sensiblemente (como se verá en el Capítulo 5).

**Figura 2.17. Evolución de la tasa de mortalidad neonatal, posneonatal, infantil y total, 1975-2003**

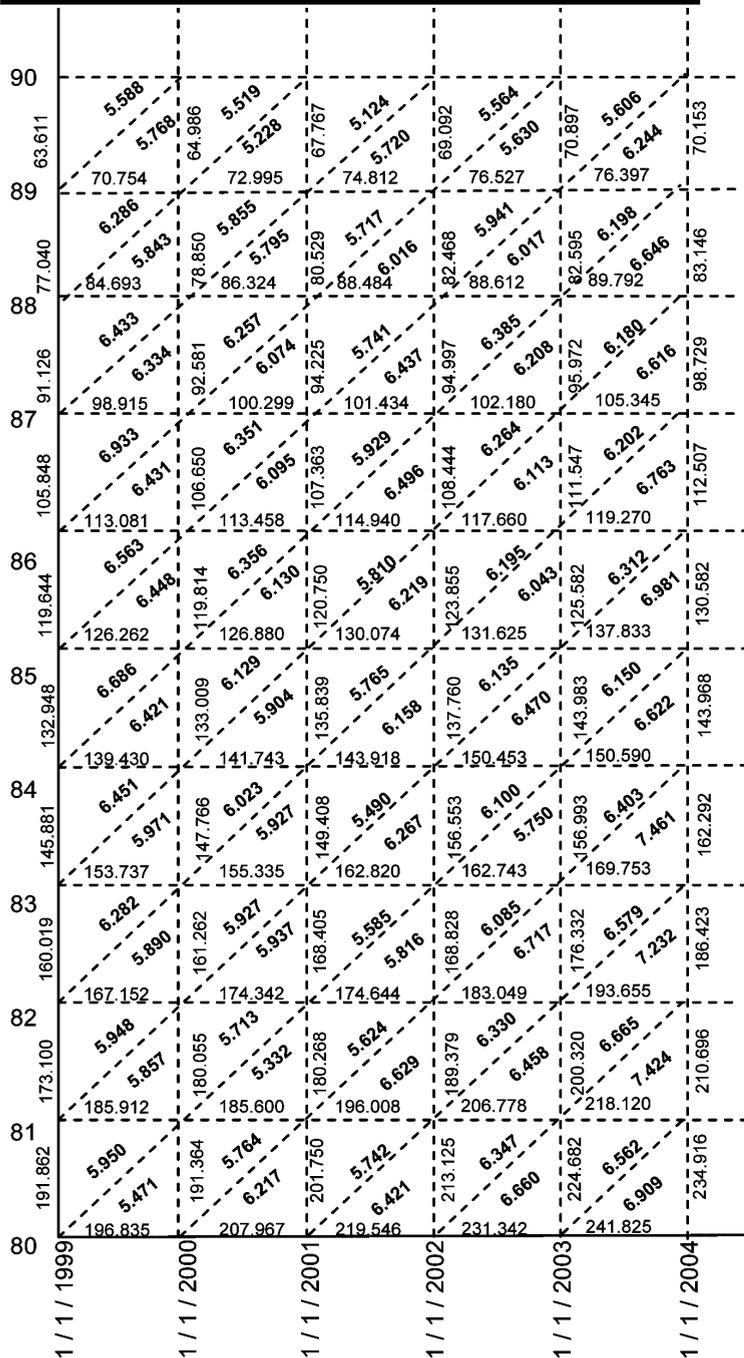


Por el contrario, la mortalidad infantil se redujo durante este período de forma muy drástica. Mientras en los años 70 la mortalidad infantil era todavía un importante componente de la mortalidad entre la población española, reduciendo sensiblemente la esperanza de vida, a partir de los años 90 la mortalidad que más pesa sobre la esperanza de vida de la población es ya la mortalidad a edades avanzadas, basculando la atención desde la supervivencia en las primeras edades de la vida a la longevidad a edades avanzadas. Asimismo, se puede observar que el principal componente de la mortalidad infantil es la mortalidad neonatal u ocurrida durante el primer mes de vida. Fueron las altas tasas de mortalidad neonatal las que resultaron en una alta mortalidad infantil durante los primeros años de la serie, y fue también el fuerte descenso de la mortalidad durante el primer mes de vida, sufrido durante el período observado, el principal factor de descenso general de la mortalidad infantil durante el período observado.

## Ejercicio 2.2

En el diagrama de Lexis de la Figura 2.18 se representan las defunciones ocurridas en una población entre 80 y 89 años según edad cumplida y generación de pertenencia, durante el período 1999-2003. Utilizando las poblaciones representadas en el diagrama:

**Figura 2.18. Defunciones según edad y generación entre 80 y 89 años, 1999-2003**



**2.2.1** Calcular las tasas de mortalidad por edad para cada una de las edades simples (80, 81, 82, etc.) y para cada uno de los años observados entre 1999 y 2003, ambos incluidos.

**2.2.2** Calcular las probabilidades de supervivencia a edades exactas, para cada una de las edades simples y cada año del período observado entre 1999 y 2002, ambos incluidos.

Obsérvese que los datos corresponden a una población cerrada, sin presencia de migraciones.

### Respuestas al Ejercicio 2.2

**2.2.1** La tasa de mortalidad entre la población de 80 años cumplidos en 1999 fue:

$$m_{80}^{1999} = \frac{5.950 + 5471}{\left( \frac{191.862 + 191.364}{2} \right)} * 1.000 = \frac{11.421}{191.613} * 1.000 = 59,60$$

Las restantes tasas se calculan de igual modo, y deben arrojar los resultados recogidos en el Cuadro 2.13:

**Cuadro 2.13. Tasas específicas de mortalidad entre 80 y 89 años, 1999-2003**

	1999	2000	2001	2002	2003
80	59,60	60,95	58,63	59,42	58,62
81	66,85	61,31	66,30	65,63	68,56
82	75,77	71,98	67,61	74,18	76,15
83	84,60	80,70	77,10	75,59	86,84
84	98,56	89,52	87,16	89,48	88,71
85	108,67	103,81	98,35	98,12	103,68
86	125,78	116,31	115,15	112,52	115,73
87	138,99	132,02	128,72	131,89	131,44
88	155,61	146,19	143,97	144,89	154,99
89	176,61	161,91	158,47	159,93	168,03

**2.2.2** La probabilidad de la población con 80 años exactos en 1999 de sobrevivir hasta cumplir 81 años sería:

$$p_{80}^{1999} = 1 - \frac{5.471 + 5.764}{196.835} = 1 - \frac{11.235}{196.835} = 0,9429$$

Las restantes probabilidades se calculan de igual modo, y deben arrojar los resultados recogidos en el Cuadro 2.14:

**Cuadro 2.14. Probabilidades de supervivencia entre 80 y 89 años, 1999-2002**

	1999	2000	2001	2002
80	0,943	0,942	0,942	0,943
81	0,938	0,941	0,934	0,937
82	0,929	0,934	0,932	0,927
83	0,922	0,927	0,924	0,925
84	0,910	0,918	0,915	0,916
85	0,899	0,906	0,905	0,906
86	0,887	0,894	0,889	0,895
87	0,873	0,882	0,874	0,879
88	0,862	0,867	0,865	0,862
89	0,840	0,858	0,849	0,853

### Ejercicio 2.3

En el Cuadro 2.15 se recoge una población por edad y sexo a uno de enero de los años 2000 y 2001, así como las defunciones ocurridas durante el año 2000 según sexo y edades simples. Con estos datos, y sabiendo que durante el año 2000 nacieron 205.596 niños y 192.036 niñas:

**2.3.1** Calcular las tasas de mortalidad por edad y sexo.

**2.3.2** Calcular la serie de sobremortalidad masculina por edad y representarla gráficamente. Es conveniente suavizar la curva mediante la aplicación de una media móvil.

**Cuadro 2.15. Población y defunciones según edad y sexo durante el período 01.01.2000-01.01.2001** (Continúa)

Edad	Población a 01.01.2000		Población a 01.01.2001		Defunciones 2000	
	Varones	Mujeres	Varones	Mujeres	Varones	Mujeres
0	153.578	145.199	172.059	160.213	959	781
1	178.620	169.825	169.061	159.870	88	62
2	173.886	166.360	175.684	166.676	55	38
3	177.905	171.515	182.868	175.000	45	28
4	189.241	179.740	182.510	175.731	32	35
5	192.393	181.830	191.682	181.615	38	24
6	200.430	189.871	194.172	184.062	40	25
7	208.198	197.782	202.790	191.833	34	27
8	207.353	195.833	210.443	200.374	33	26
9	212.080	200.984	209.802	198.016	36	17
10	215.978	204.802	214.344	202.974	32	34
11	218.994	207.186	218.585	207.067	31	14
12	223.739	211.822	221.343	209.252	34	26
13	230.985	219.054	225.643	213.388	45	37
14	240.920	228.896	232.285	220.529	78	34
15	250.359	236.944	242.366	229.917	89	55
16	259.353	246.686	251.929	238.577	136	51
17	274.961	261.348	260.269	247.440	193	72
18	289.762	274.757	277.081	263.550	211	70
19	304.090	290.775	292.697	277.361	233	88
20	316.650	302.629	308.950	295.813	283	93
21	333.625	318.731	322.529	307.457	295	83
22	340.599	325.525	341.862	325.121	293	95
23	349.617	336.777	349.812	332.455	314	83
24	351.146	337.544	360.164	344.644	348	109
25	348.998	336.774	362.201	345.592	345	107
26	344.535	332.144	360.262	345.233	361	101
27	344.295	332.424	355.822	339.859	335	112
28	340.692	329.115	355.936	340.511	387	110
29	337.830	327.250	351.615	336.728	378	103
30	335.005	326.621	349.014	334.635	377	156
31	334.787	326.454	345.968	333.328	426	129
32	338.378	331.844	344.367	333.087	448	155
33	335.291	328.561	348.103	338.639	472	173
34	335.105	329.814	344.234	334.349	468	171
35	339.016	335.340	342.390	335.252	565	185
36	324.860	320.084	347.869	341.786	580	240
37	314.525	311.852	332.993	326.254	573	226
38	308.613	307.962	321.576	317.392	610	221
39	312.136	311.342	314.332	311.927	607	245
40	304.874	304.533	318.529	316.092	697	328
41	299.799	299.706	310.000	308.207	671	283
42	292.338	292.891	304.609	303.204	739	325

**Cuadro 2.15. Población y defunciones según edad y sexo durante el período 01.01.2000-01.01.2001** (Continuación)

Edad	Población a 01.01.2000		Población a 01.01.2001		Defunciones 2000	
	Varones	Mujeres	Varones	Mujeres	Varones	Mujeres
43	274.806	275.476	297.970	297.564	767	313
44	266.853	267.820	278.998	278.356	804	340
45	256.323	258.616	270.799	271.280	819	331
46	258.606	258.943	258.792	260.552	816	371
47	258.756	257.554	261.290	260.946	985	401
48	240.890	241.681	261.638	260.276	959	388
49	238.983	240.290	243.680	244.423	1.024	429
50	247.553	251.703	239.876	240.525	1.183	443
51	258.917	263.434	248.040	252.298	1.258	540
52	236.203	240.130	261.090	265.575	1.397	551
53	228.054	234.066	238.225	242.362	1.342	530
54	239.072	246.536	227.378	233.711	1.511	576
55	226.959	235.210	240.018	247.771	1.583	681
56	223.081	229.899	226.825	235.647	1.763	670
57	193.368	200.218	225.267	232.856	1.756	648
58	182.650	189.080	194.703	202.544	1.597	616
59	219.470	230.580	179.782	186.760	1.923	787
60	146.106	158.890	222.356	234.034	1.986	807
61	168.027	181.896	145.582	159.020	1.891	766
62	190.051	206.598	167.062	181.596	2.271	951
63	206.816	231.231	188.027	204.767	2.799	1.202
64	201.297	222.287	205.676	231.593	3.178	1.276
65	200.850	224.070	200.218	222.596	3.420	1.465
66	205.693	230.899	198.177	222.551	3.637	1.691
67	201.357	228.670	203.564	230.580	4.154	1.853
68	190.899	218.868	199.142	228.305	4.182	2.077
69	188.944	223.305	188.080	217.181	4.615	2.326
70	175.566	210.072	185.599	222.195	4.762	2.509
71	170.889	208.698	172.320	208.767	5.087	2.723
72	157.222	195.355	167.269	207.731	5.246	2.957
73	154.453	195.712	153.244	193.063	5.563	3.225
74	141.500	185.938	149.985	193.211	5.642	3.613
75	134.286	180.496	136.968	183.143	5.992	4.004
76	126.089	171.898	129.337	177.617	6.215	4.348
77	117.090	168.902	120.958	168.160	6.416	4.777
78	105.847	150.503	111.802	165.723	6.608	5.277
79	89.168	142.910	100.799	146.231	6.276	5.351
80	72.261	120.672	84.552	139.236	6.057	5.924
81	65.244	116.932	67.744	115.924	5.302	5.743
82	57.515	105.855	60.533	111.995	5.423	6.441
83	51.975	97.803	53.149	100.665	5.169	6.781
84	47.016	92.160	47.371	92.101	5.121	6.912
85	41.430	85.010	42.591	86.229	5.063	7.423

**Cuadro 2.15. Población y defunciones según edad y sexo durante el período 01.01.2000-01.01.2001** (Conclusión)

Edad	Población a 01.01.2000		Población a 01.01.2001		Defunciones 2000	
	Varones	Mujeres	Varones	Mujeres	Varones	Mujeres
86	36.074	75.224	37.163	78.917	4.981	7.465
87	30.996	67.525	31.837	69.134	4.698	7.633
88	25.545	56.556	27.169	61.328	4.235	7.415
89	20.894	49.669	22.140	50.666	3.714	7.033
90	16.543	39.403	17.869	44.036	3.264	6.664
91	13.089	31.784	13.886	34.225	2.929	5.844
92	9.648	24.854	10.831	27.239	2.359	5.110
93	7.036	19.508	7.876	21.027	1.851	4.302
94	5.250	14.711	5.606	16.107	1.431	3.565
95	3.536	10.491	4.186	12.201	1.148	2.757
96	2.524	7.858	2.676	8.439	773	2.187
97	1.743	5.618	1.928	6.136	532	1.592
98	1.295	3.574	1.328	4.447	366	1.048
99	1.872	3.598	987	2.800	246	714
100+	1.664	4.038	2.813	5.953	365	1.180

Fuente: INE, Movimiento Natural de la Población, 2000; y Padrón Municipal de Habitantes, 2000-2001.

### Respuestas al Ejercicio 2.3

**2.3.1** La tasa de mortalidad infantil la calcularemos utilizando las cifras de nacimientos:

$$TMI_H^{2000} = \frac{959}{205.596} = 0,00466 \quad TMI_M^{2000} = \frac{781}{192.036} = 0,00407$$

Las tasas de mortalidad para las restantes edades se obtienen utilizando la población a mitad de período:

$$mM_1^{2000} = \frac{88}{\left(\frac{178.620 + 169.061}{2}\right)} = 0,00051$$

$$mF_1^{2000} = \frac{62}{\left(\frac{169.825 + 159.870}{2}\right)} = 0,00038$$

De esta forma se obtienen los resultados que se recogen en el Cuadro 2.16:

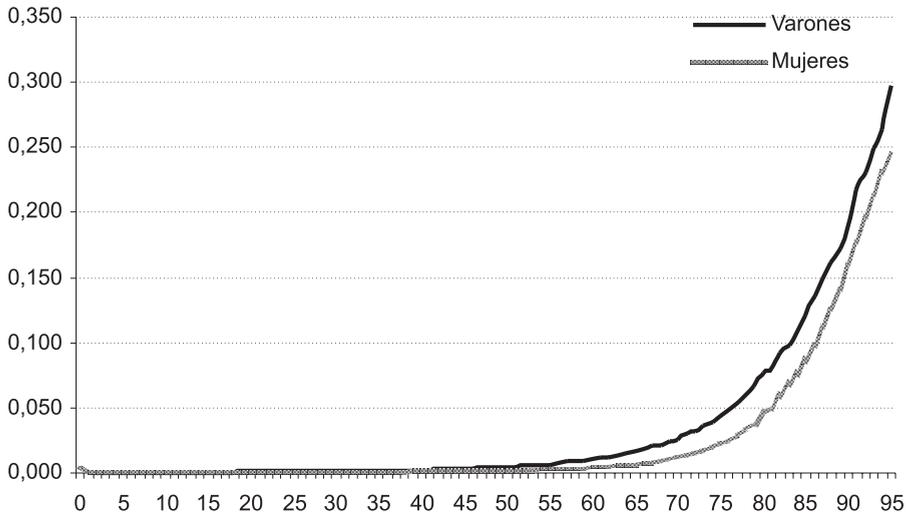
**Cuadro 2.16. Tasas específicas de mortalidad por edad y sexo, 2000** (Continúa)

Edad	$m_x$		Edad	$m_x$	
	Varones	Mujeres		Varones	Mujeres
0	0,00466	0,00407	51	0,00496	0,00209
1	0,00051	0,00038	52	0,00562	0,00218
2	0,00031	0,00023	53	0,00576	0,00222
3	0,00025	0,00016	54	0,00648	0,00240
4	0,00017	0,00020	55	0,00678	0,00282
5	0,00020	0,00013	56	0,00784	0,00288
6	0,00020	0,00013	57	0,00839	0,00299
7	0,00017	0,00014	58	0,00846	0,00315
8	0,00016	0,00013	59	0,00963	0,00377
9	0,00017	0,00009	60	0,01078	0,00411
10	0,00015	0,00017	61	0,01206	0,00449
11	0,00014	0,00007	62	0,01272	0,00490
12	0,00015	0,00012	63	0,01418	0,00551
13	0,00020	0,00017	64	0,01562	0,00562
14	0,00033	0,00015	65	0,01705	0,00656
15	0,00036	0,00024	66	0,01801	0,00746
16	0,00053	0,00021	67	0,02052	0,00807
17	0,00072	0,00028	68	0,02144	0,00929
18	0,00074	0,00026	69	0,02448	0,01056
19	0,00078	0,00031	70	0,02637	0,01161
20	0,00090	0,00031	71	0,02964	0,01305
21	0,00090	0,00027	72	0,03233	0,01467
22	0,00086	0,00029	73	0,03616	0,01659
23	0,00090	0,00025	74	0,03871	0,01906
24	0,00098	0,00032	75	0,04418	0,02202
25	0,00097	0,00031	76	0,04866	0,02488
26	0,00102	0,00030	77	0,05391	0,02834
27	0,00096	0,00033	78	0,06072	0,03337
28	0,00111	0,00033	79	0,06607	0,03701
29	0,00110	0,00031	80	0,07725	0,04559

**Cuadro 2.16. Tasas específicas de mortalidad por edad y sexo, 2000** (Conclusión)

Edad	$m_x$		Edad	$m_x$	
	Varones	Mujeres		Varones	Mujeres
30	0,00110	0,00047	81	0,07974	0,04933
31	0,00125	0,00039	82	0,09188	0,05913
32	0,00131	0,00047	83	0,09834	0,06833
33	0,00138	0,00052	84	0,10851	0,07502
34	0,00138	0,00051	85	0,12052	0,08670
35	0,00166	0,00055	86	0,13602	0,09686
36	0,00172	0,00073	87	0,14954	0,11171
37	0,00177	0,00071	88	0,16068	0,12580
38	0,00194	0,00071	89	0,17261	0,14019
39	0,00194	0,00079	90	0,18970	0,15973
40	0,00224	0,00106	91	0,21716	0,17707
41	0,00220	0,00093	92	0,23038	0,19619
42	0,00248	0,00109	93	0,24826	0,21226
43	0,00268	0,00109	94	0,26363	0,23136
44	0,00295	0,00125	95	0,29733	0,24299
45	0,00311	0,00125	96	0,29731	0,26839
46	0,00315	0,00143	97	0,28984	0,27089
47	0,00379	0,00155	98	0,27907	0,26131
48	0,00382	0,00155	99	0,17209	0,22319
49	0,00424	0,00177	100+	0,16306	0,23621
50	0,00485	0,00180			

Se puede observar la incidencia creciente de la mortalidad con la edad y su gran concentración en las edades avanzadas; así como la mayor mortalidad masculina, presente prácticamente a todas las edades.

**Figura 2.19. Probabilidad de muerte por edad y sexo, 2000**

**2.3.2** A partir de las tasas de mortalidad por edades se puede calcular la sobremortalidad masculina, utilizando simplemente el cociente de ambas tasas. De esta forma, para cada una de las edades sería:

$$\text{sobremortalidad masculina}_0 = \frac{0,00466}{0,00407} * 100 = 114,7$$

Es decir, durante el año 2000, por cada 100 niñas de 0 años que fallecieron, lo hicieron casi 115 niños de la misma edad.

Si se realiza el cálculo de la misma forma para las restantes edades obtenemos:

**Cuadro 2.17. Sobremortalidad masculina por edad, 2000**

Edad	Tasa sobre- mortalidad masculina						
0	114,7	25	309,4	50	269,7	75	200,6
1	134,6	26	343,5	51	237,0	76	195,6
2	137,9	27	287,2	52	257,8	77	190,2
3	154,4	28	338,2	53	258,7	78	181,9
4	87,4	29	353,4	54	270,1	79	178,5
5	149,8	30	233,6	55	240,4	80	169,5
6	151,6	31	320,1	56	272,3	81	161,7
7	119,4	32	281,5	57	280,3	82	155,4
8	120,4	33	266,4	58	269,1	83	143,9
9	200,3	34	267,60	59	255,4	84	144,6
10	89,2	35	300,6	60	262,4	85	139,0
11	209,6	36	237,8	61	268,4	86	140,4
12	123,7	37	249,9	62	259,6	87	133,9
13	115,2	38	273,9	63	257,1	88	127,7
14	217,9	39	246,5	64	277,8	89	123,1
15	153,3	40	211,6	65	260,0	90	118,8
16	253,1	41	236,4	66	241,5	91	122,6
17	254,8	42	227,1	67	254,3	92	117,4
18	286,3	43	245,2	68	230,8	93	117,0
19	252,1	44	236,6	69	231,8	94	114,0
20	291,1	45	248,7	70	227,2	95	122,4
21	339,2	46	220,8	71	227,2	96	110,8
22	294,0	47	244,9	72	220,4	97	107,0
23	362,0	48	246,9	73	217,9	98	106,8
24	306,2	49	239,7	74	203,1	99	77,1
						100+	69,0

Para representar gráficamente esta serie anual es preferible suavizarla. Para ello podemos usar simplemente una media móvil (3), de la siguiente forma:

$$\text{sobremortalidad masculina suavizada}_1 = \frac{114,7 + 134,6 + 137,9}{3} = 129,05$$

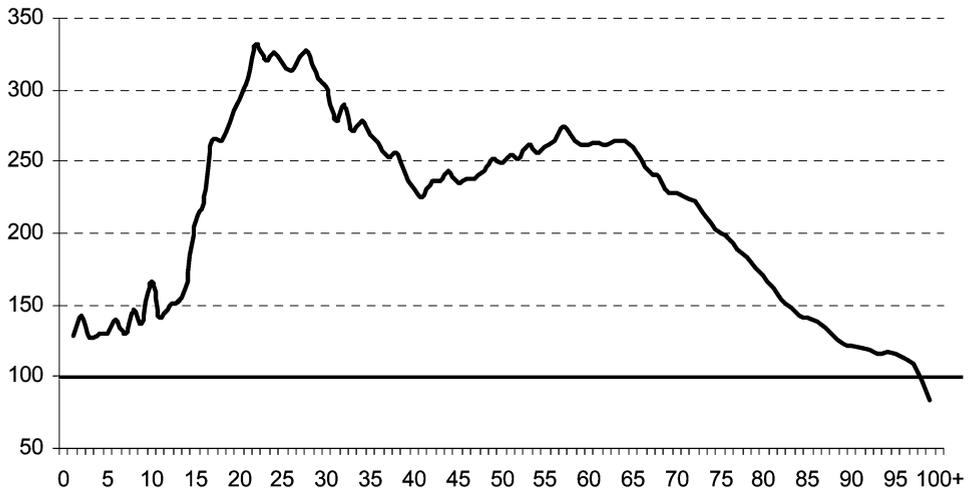
Siguiendo el mismo procedimiento obtenemos la serie de sobremortalidad masculina suavizada:

## Cuadro 2.18. Sobremortalidad masculina suavizada, 2000

Edad	Tasa sobre- mortalidad masculina	Media móvil (3)	Edad	Tasa sobre- mortalidad masculina	Media móvil (3)
0	114,7		51	237,0	254,8
1	134,6	129,1	52	257,8	251,2
2	137,9	142,3	53	258,7	262,2
3	154,4	126,6	54	270,1	256,4
4	87,4	130,5	55	240,4	260,9
5	149,8	129,6	56	272,3	264,3
6	151,6	140,3	57	280,3	273,9
7	119,4	130,5	58	269,1	268,3
8	120,4	146,7	59	255,4	262,3
9	200,3	136,6	60	262,4	262,1
10	89,2	166,4	61	268,4	263,5
...	...	...	...	...	...
39	246,5	244,0	90	118,8	121,5
40	211,6	231,5	91	122,6	119,6
41	236,4	225,0	92	117,4	119,0
42	227,1	236,2	93	117,0	116,1
43	245,2	236,3	94	114,0	117,8
44	236,6	243,5	95	122,4	115,7
45	248,7	235,4	96	110,8	113,4
46	220,8	238,2	97	107,0	108,2
47	244,9	237,5	98	106,8	97,0
48	246,9	243,8	99	77,1	84,3
49	239,7	252,1	100+	69,0	
50	269,7	248,8			

Su representación gráfica permite apreciar el notable aumento de la sobremortalidad masculina durante la juventud ligada a una mayor incidencia de las principales causas de muerte a estas edades (accidentes de tráfico). Aunque la sobremortalidad está presente durante todo el curso de vida, es especialmente notable durante la madurez, debido a una mayor incidencia entre los varones de morbilidad con una mayor letalidad (accidentes cardiovasculares), frente a una mayor incidencia entre las mujeres de estas edades de una morbilidad que reduce de forma muy notable la calidad de vida, pero menos letal (problemas osteoarticulares). Hacia las últimas edades de la vida las diferencias se reducen, circunstancia en la que se basan algunas hipótesis de mortalidad (tal como se verá en las proyecciones, Capítulo 7), según las cuales a medida que la mortalidad se concentre en las edades más avanzadas se reducirán las diferencias entre hombres y mujeres.

**Figura 2.20. Curva de sobremortalidad masculina por edad, 2000**



### Ejercicio 2.4

A partir de las tasas calculadas en el ejercicio anterior, se ha construido la tabla de mortalidad correspondiente a la población femenina, para el período de referencia (año 2000) que se presenta a continuación (Cuadro 2.19). Completa dicha tabla calculando los siguientes indicadores:

**2.4.1** Calcular  $l_{24}$ ,  $l_{52}$  y  $l_{78}$

**2.4.2** Calcular  $d_0$ ,  $d_{20}$ ,  $d_{55}$ ,  $d_{80}$  y  $d_{95}$

**2.4.3** Calcular  $q_1$ ,  $q_{45}$ ,  $q_{60}$  y  $q_{82}$

**2.4.4** Calcular  $p_1$ ,  $p_{20}$ ,  $p_{54}$ ,  $p_{75}$  y  $p_{90}$

**2.4.5** Calcular  $L_{23}$  y  $L_{74}$

**2.4.6** Calcular  $T_{10}$ ,  $T_{35}$  y  $T_{65}$

**2.4.7** Calcular  $e_0$ ,  $e_{30}$ ,  $e_{65}$  y  $e_{80}$

**Cuadro 2.19. Tabla de mortalidad de la población femenina, 2000** (Continúa)

2000-2001		Mujeres									
x	$P_x$	$D_x$	$m_x$	$q_x$	$d_x$	$l_x$	$p_x$	$L_x$	$T_x$	$e_x$	$S_x$
0	152.706	781	0,004	0,0041		100.000	0,9959	99.634	8.289.434		0,9994
1	164.848	62	0,000		37	99.593		99.571	8.189.800	82,2	0,9997
2	166.518	38	0,000	0,0002	23	99.556	0,9998	99.542	8.090.229	81,3	0,9998
3	173.258	28	0,000	0,0002	16	99.533	0,9998	99.523	7.990.687	80,3	0,9998
4	177.736	35	0,000	0,0002	20	99.517	0,9998	99.505	7.891.163	79,3	0,9999
5	181.723	24	0,000	0,0001	13	99.497	0,9999	99.491	7.791.658	78,3	0,9999
6	186.967	25	0,000	0,0001	13	99.484	0,9999	99.478	7.692.167	77,3	0,9999
7	194.808	27	0,000	0,0001	14	99.471	0,9999	99.464	7.592.690	76,3	0,9999
8	198.104	26	0,000	0,0001	13	99.457	0,9999	99.451	7.493.225	75,3	0,9999
9	199.500	17	0,000	0,0001	8	99.444	0,9999	99.440	7.393.775	74,4	0,9999
10	203.888	34	0,000	0,0002	17	99.436	0,9998	99.427		73,4	0,9999
11	207.127	14	0,000	0,0001	7	99.419	0,9999	99.416	7.194.907	72,4	0,9999
12	210.537	26	0,000	0,0001	12	99.412	0,9999	99.406	7.095.492	71,4	0,9999
13	216.221	37	0,000	0,0002	17	99.400	0,9998	99.392	6.996.085	70,4	0,9998
14	224.713	34	0,000	0,0002	15	99.383	0,9998	99.376	6.896.694	69,4	0,9998
15	233.431	55	0,000	0,0002	23	99.368	0,9998	99.356	6.797.318	68,4	0,9998
16	242.632	51	0,000	0,0002	21	99.345	0,9998	99.334	6.697.962	67,4	0,9998
17	254.394	72	0,000	0,0003	28	99.324	0,9997	99.310	6.598.627	66,4	0,9997
18	269.154	70	0,000	0,0003	26	99.296	0,9997	99.283	6.499.318	65,5	0,9997
19	284.068	88	0,000	0,0003	31	99.270	0,9997	99.254	6.400.035	64,5	0,9997
20	299.221	93	0,000	0,0003		99.239		99.224	6.300.780	63,5	0,9997
21	313.094	83	0,000	0,0003	26	99.208	0,9997	99.195	6.201.557	62,5	0,9997
22	325.323	95	0,000	0,0003	29	99.182	0,9997	99.168	6.102.362	61,5	0,9997
23	334.616	83	0,000	0,0002	25	99.153	0,9998		6.003.194	60,5	0,9997
24	341.094	109	0,000	0,0003	32		0,9997	99.113	5.904.053	59,6	0,9997
25	341.183	107	0,000	0,0003	31	99.097	0,9997	99.081	5.804.941	58,6	0,9997
26	338.689	101	0,000	0,0003	30	99.066	0,9997	99.051	5.705.860	57,6	0,9997
27	336.142	112	0,000	0,0003	33	99.036	0,9997	99.020	5.606.809	56,6	0,9997
28	334.813	110	0,000	0,0003	33	99.003	0,9997	98.987	5.507.789	55,6	0,9997
29	331.989	103	0,000	0,0003	31	98.971	0,9997	98.955	5.408.802	54,7	0,9996
30	330.628	156	0,000	0,0005	47	98.940	0,9995	98.917	5.309.847		0,9996
31	329.891	129	0,000	0,0004	39	98.893	0,9996	98.874	5.210.930	52,7	0,9996
32	332.466	155	0,000	0,0005	46	98.855	0,9995	98.832	5.112.056	51,7	0,9995
33	333.600	173	0,001	0,0005	51	98.809	0,9995	98.783	5.013.225	50,7	0,9995
34	332.082	171	0,001	0,0005	51	98.757	0,9995	98.732	4.914.442	49,8	0,9995
35	335.296	185	0,001	0,0006	54	98.706	0,9994	98.679		48,8	0,9994
36	330.935	240	0,001	0,0007	72	98.652	0,9993	98.616	4.717.031	47,8	0,9993
37	319.053	226	0,001	0,0007	70	98.580	0,9993	98.546	4.618.414	46,8	0,9993
38	312.677	221	0,001	0,0007	70	98.511	0,9993	98.476	4.519.869	45,9	0,9993
39	311.635	245	0,001	0,0008	77	98.441	0,9992	98.402	4.421.393	44,9	0,9991

**Cuadro 2.19. Tabla de mortalidad de la población femenina, 2000**  
(Continuación)

2000-2001		Mujeres									
x	$P_x$	$D_x$	$m_x$	$q_x$	$d_x$	$l_x$	$p_x$	$L_x$	$T_x$	$e_x$	$S_x$
40	310.313	328	0,001	0,0011	104	98.364	0,9989	98.312	4.322.990	43,9	0,9990
41	303.957	283	0,001	0,0009	91	98.260	0,9991	98.214	4.224.679	43,0	0,9990
42	298.048	325	0,001	0,0011	107	98.168	0,9989	98.115	4.126.465	42,0	0,9989
43	286.520	313	0,001	0,0011	107	98.061	0,9989	98.008	4.028.350	41,1	0,9988
44	273.088	340	0,001	0,0012	122	97.954	0,9988	97.893	3.930.342	40,1	0,9988
45	264.948	331	0,001		122	97.832	0,9988	97.771	3.832.449	39,2	0,9987
46	259.748	371	0,001	0,0014	139	97.710	0,9986	97.641	3.734.677	38,2	0,9985
47	259.250	401	0,002	0,0015	151	97.571	0,9985	97.495	3.637.037	37,3	0,9985
48	250.979	388	0,002	0,0015	150	97.420	0,9985	97.345	3.539.541	36,3	0,9983
49	242.357	429	0,002	0,0018	172	97.270	0,9982	97.184	3.442.196	35,4	0,9982
50	246.114	443	0,002	0,0018	175	97.098	0,9982	97.010	3.345.013	34,5	0,9981
51	257.866	540	0,002	0,0021	203	96.923	0,9979	96.822	3.248.003	33,5	0,9979
52	252.853	551	0,002	0,0022	211		0,9978	96.615	3.151.181	32,6	0,9978
53	238.214	530	0,002	0,0022	214	96.510	0,9978	96.402	3.054.566	31,7	0,9977
54	240.124	576	0,002	0,0024	231	96.295		96.180	2.958.164	30,7	0,9974
55	241.491	681	0,003	0,0028		96.064	0,9972	95.929	2.861.984	29,8	0,9972
56	232.773	670	0,003	0,0029	275	95.794	0,9971	95.656	2.766.055	28,9	0,9971
57	216.537	648	0,003	0,0030	285	95.519	0,9970	95.376	2.670.399	28,0	0,9969
58	195.812	616	0,003	0,0031	299	95.233	0,9969	95.084	2.575.023	27,0	0,9965
59	208.670	787	0,004	0,0038	357	94.934	0,9962	94.755	2.479.939	26,1	0,9961
60	196.462	807	0,004		388	94.577	0,9959	94.383	2.385.184	25,2	0,9957
61	170.458	766	0,004	0,0045	422	94.189	0,9955	93.978	2.290.801	24,3	0,9953
62	194.097	951	0,005	0,0049	458	93.767	0,9951	93.537	2.196.823	23,4	0,9948
63	217.999	1.202	0,006	0,0055	513	93.308	0,9945	93.052	2.103.286	22,5	0,9944
64	226.940	1.276	0,006	0,0056	520	92.795	0,9944	92.535	2.010.234	21,7	0,9939
65	223.333	1.465	0,007	0,0065	603	92.275	0,9935	91.973			0,9930
66	226.725	1.691	0,007	0,0074	681	91.672	0,9926	91.331	1.825.726	19,9	0,9923
67	229.625	1.853	0,008	0,0080	731	90.990	0,9920	90.625	1.734.395	19,1	0,9914
68	223.587	2.077	0,009	0,0092	835	90.259	0,9908	89.842	1.643.770	18,2	0,9901
69	220.243	2.326	0,011	0,0105	939	89.425	0,9895	88.955	1.553.928	17,4	0,9890
70	216.134	2.509	0,012	0,0115	1.021	88.485	0,9885	87.974	1.464.973	16,6	0,9878
71	208.733	2.723	0,013	0,0130	1.134	87.464	0,9870	86.897	1.376.999	15,7	0,9862
72	201.543	2.957	0,015	0,0146	1.257	86.330	0,9854	85.702	1.290.102	14,9	0,9845
73	194.388	3.225	0,017	0,0165	1.400	85.073	0,9835	84.373	1.204.400	14,2	0,9823
74	189.575	3.613	0,019	0,0189	1.580	83.673	0,9811		1.120.027	13,4	0,9797
75	181.820	4.004	0,022	0,0218	1.788	82.093		81.199	1.037.144	12,6	0,9768
76	174.758	4.348	0,025	0,0246	1.973	80.305	0,9754	79.319	955.944	11,9	0,9738
77	168.531	4.777	0,028	0,0279	2.189	78.332	0,9721	77.237	876.626	11,2	0,9696
78	158.113	5.277	0,033	0,0328	2.500		0,9672	74.893	799.389	10,5	0,9654
79	144.571	5.351	0,037	0,0363	2.676	73.643	0,9637	72.305	724.496	9,8	0,9596

**Cuadro 2.19. Tabla de mortalidad de la población femenina, 2000** (Conclusión)

2000-2001		Mujeres									
x	$P_x$	$D_x$	$m_x$	$q_x$	$d_x$	$l_x$	$p_x$	$L_x$	$T_x$	$e_x$	$S_x$
80	129.954	5.924	0,046	0,0446		70.967	0,9554	69.385	652.191		0,9537
81	116.428	5.743	0,049	0,0481	3.264	67.804	0,9519	66.172	582.806	8,6	0,9473
82	108.925	6.441	0,059		3.707	64.540	0,9426	62.686	516.634	8,0	0,9384
83	99.234	6.781	0,068	0,0661	4.020	60.833	0,9339	58.823	453.948	7,5	0,9309
84	92.131	6.912	0,075	0,0723	4.108	56.813	0,9277	54.759	395.124	7,0	0,9225
85	85.620	7.423	0,087	0,0831	4.380	52.705	0,9169	50.515	340.365	6,5	0,9125
86	77.071	7.465	0,097	0,0924	4.465	48.326	0,9076	46.093	289.850	6,0	0,9012
87	68.330	7.633	0,112	0,1058	4.640	43.861	0,8942	41.541	243.756	5,6	0,8883
88	58.942	7.415	0,126	0,1184	4.642	39.221	0,8816	36.900	202.216	5,2	0,8757
89	50.168	7.033	0,140	0,1310	4.530	34.579	0,8690	32.314	165.316	4,8	0,8611
90	41.720	6.664	0,160	0,1479	4.445	30.048		27.826	133.003	4,4	0,8453
91	33.005	5.844	0,177	0,1627	4.165	25.604	0,8373	23.521	105.176	4,1	0,8300
92	26.047	5.110	0,196	0,1787	3.830	21.439	0,8213	19.524	81.655	3,8	0,8154
93	20.268	4.302	0,212	0,1919	3.379	17.609	0,8081	15.919	62.131	3,5	0,8012
94	15.409	3.565	0,231	0,2074	2.951	14.230	0,7926	12.754	46.212	3,2	0,7885
95	11.346	2.757	0,243	0,2167		11.279	0,7833	10.057	33.458	3,0	0,7746
96	8.149	2.187	0,268	0,2366	2.091	8.835	0,7634	7.790	23.401	2,6	0,7625
97	5.877	1.592	0,271	0,2386	1.609	6.744	0,7614	5.940	15.612	2,3	0,7646
98	4.011	1.048	0,261	0,2311	1.187	5.135	0,7689	4.542	9.672	1,9	0,7821
99	3.199	714	0,223	0,2008	793	3.948	0,7992	3.552	5.130	1,3	0,3076
100+	4.996	1.180	0,236	1,0000	3.156	3.156	0,0000	1.578	1.578	0,5	

## Respuestas al Ejercicio 2.4

**2.4.1** Los supervivientes a las edades indicadas se calcularían:

$$l_{24} = 99.153 - 25 = 99.128$$

$$l_{52} = 96.923 - 203 = 96.720$$

$$l_{78} = 78.332 - 2.189 = 76.143$$

**2.4.2** Las defunciones a las edades indicadas se calcularían:

$$d_0 = 100.000 * 0,0041 = 407$$

$$d_{20} = 99.239 * 0,0003 = 31$$

$$d_{55} = 96.064 * 0,0028 = 271$$

$$d_{80} = 70.967 * 0,0446 = 3.163$$

$$d_{95} = 11.279 * 0,2167 = 2.444$$

**2.4.3** La probabilidad de muerte a las edades indicadas se calcularía:

$$q_1 = \frac{0,004}{1 + (1 - 0,4) * 0,004} = 0,0004$$

$$q_{45} = \frac{2 * 0,001}{2 + 0,001} = 0,0012$$

$$q_{60} = \frac{2 * 0,004}{2 + 0,004} = 0,0041$$

$$q_{82} = \frac{2 * 0,059}{2 + 0,059} = 0,0574$$

**2.4.4** La probabilidad de supervivencia a las edades indicadas se calcularía:

$$p_1 = 1 - 0,0004 = 0,9996$$

$$p_{20} = 1 - 0,0003 = 0,9997$$

$$p_{54} = 1 - 0,0024 = 0,9976$$

$$p_{75} = 1 - 0,0218 = 0,9782$$

$$p_{90} = 1 - 0,1479 = 0,8521$$

**2.4.5** La población estacionaria a las edades indicadas se calcularía:

$$L_{23} = \frac{99.153 + 99.128}{2} = 99.141$$

$$L_{74} = \frac{83.673 + 82.093}{2} = 82.883$$

**2.4.6** El tiempo vivido a las edades indicadas se calcularía:

$$T_{65} = 1.825.726 + 91.973 = 1.917.699$$

$$T_{35} = 4.717.031 + 98.679 = 4.815.710$$

$$T_{10} = 7.194.907 + 99.427 = 7.294.335$$

**2.4.7** La esperanza de vida a las edades indicadas se calcularía:

$$e_0 = \frac{8.289.434}{100.000} = 82,9$$

$$e_{30} = \frac{5.309.847}{98.940} = 53,7$$

$$e_{65} = \frac{1.917.699}{92.275} = 20,8$$

$$e_{80} = \frac{652.191}{70.967} = 9,2$$

## Ejercicio 2.5

Queremos comparar la estructura por edades de la mortalidad de dos Comunidades Autónomas españolas: Galicia y Canarias, en 2003. Pero sabemos que la dife-

rencia en la estructura por edades de ambas puede causar un efecto perturbador. Para eliminarlo contamos con los datos de la estructura por edades y con las tasas específicas de mortalidad de la población española para ese mismo año. Utilizando la información recogida en el Cuadro 2.20:

**2.5.1** Calcular la tasa estandarizada de mortalidad de ambas comunidades autónomas, utilizando un método de estandarización directa.

**2.5.2** Calcular la tasa estandarizada de mortalidad de ambas comunidades autónomas, utilizando un método de estandarización indirecta.

**Cuadro 2.20. Estructura etérea de la población y de la mortalidad, España, Canarias y Galicia, 2003**

	$P_x$ España	$D_x$ España	$m_x$ España(‰)	$P_x$ Canarias	$D_x$ Canarias	$m_x$ Canarias(‰)	$P_x$ Galicia	$D_x$ Galicia	$m_x$ Galicia(‰)
0	429.563	1.713	3,99	19.312	94	4,87	19.878	79	3,97
1	1.627.456	426	0,26	80.504	29	0,36	77.929	23	0,30
5	1.938.350	240	0,12	94.803	13	0,14	98.794	12	0,12
10	2.104.636	334	0,16	104.551	20	0,19	117.632	17	0,14
15	2.388.049	994	0,42	116.716	50	0,43	145.648	76	0,52
20	3.070.467	1.651	0,54	144.824	66	0,46	194.618	111	0,57
25	3.614.444	2.064	0,57	173.077	114	0,66	219.106	149	0,68
30	3.545.550	2.791	0,79	181.835	147	0,81	206.826	194	0,94
35	3.431.304	3.847	1,12	170.495	171	1,00	198.875	238	1,20
40	3.182.840	5.438	1,71	146.603	260	1,77	193.636	399	2,06
45	2.791.972	7.072	2,53	120.557	332	2,75	180.391	478	2,65
50	2.498.361	9.259	3,71	102.873	443	4,31	169.647	718	4,23
55	2.334.676	13.117	5,62	91.695	607	6,62	167.078	1005	6,02
60	1.953.022	15.738	8,06	76.561	705	9,21	141.904	1172	8,26
65	1.978.465	26.332	13,31	72.193	1097	15,20	154.646	1910	12,35
70	1.898.370	41.591	21,91	61.126	1541	25,21	149.145	2986	20,02
75	1.492.487	57.142	38,29	41.131	1759	42,77	116.168	4088	35,19
80	974.162	67.821	69,62	24.773	1674	67,57	81.646	5090	62,34
85+	750.401	124.885	166,42	20.488	3219	157,12	69.466	11060	159,21
Total	42.004.575	382.455		1.844.117	12.341		2.703.033	29.805	
TBM		9,11			6,69			11,03	

Fuente: INE, Movimiento Natural de la Población, 2003; y Proyecciones de la Población Española, 2002-2050.

## Respuestas al Ejercicio 2.5

**2.5.1** Para aplicar un método de estandarización directa necesitamos conocer las tasas específicas de mortalidad por edades de las dos poblaciones que queremos comparar, en este caso Canarias y Galicia. Las tasas de mortalidad de cada una de estas poblaciones las aplicaremos a una población-tipo, en este caso la población española. Se ha de recordar que las tasas están expresadas en tantos por mil:

$$D'_0{}^{Canarias} = 0,00487 * 429.563 = 2.092$$

$$D'_1{}^{Canarias} = 0,00036 * 1.627.456 = 586$$

$$D'_0{}^{Galicia} = 0,00397 * 429.563 = 1.705$$

$$D'_1{}^{Galicia} = 0,00030 * 1.627.456 = 488$$

De esta forma obtenemos las defunciones estimadas, que se producirían en la población española, de presentar ésta cada una de las estructuras de mortalidad que queremos comparar. El sumatorio de las defunciones estimadas de esta forma nos permite construir una tasa bruta de mortalidad que se encuentra ya libre del efecto de la estructura por edades de cada una de las poblaciones:

$$\sum D'_x{}^{Canarias} = 2.092 + 586 + \dots + 65.824 + 117.903 = 397.491$$

$$\sum D'_x{}^{Galicia} = 1.705 + 488 + \dots + 60.729 + 119.471 = 365.492$$

$$Tasa\ estandarizada^{Canarias} = (397.491 / 42.004.575) * 1.000 = 9,46$$

$$Tasa\ estandarizada^{Galicia} = (365.492 / 42.004.575) * 1.000 = 8,70$$

El desarrollo completo del procedimiento de estandarización se recoge en el Cuadro 2.21. La mayor mortalidad mostrada por la población gallega se debe al mayor envejecimiento de su estructura por edades; mientras que si se elimina dicho efecto se puede observar que es la población canaria la que sufre un mayor nivel de mortalidad, aunque éste esté mitigado por una joven estructura por edades.

## Cuadro 2.21. Estandarización directa de la población de Canarias y Galicia, 2003

Estandarización directa

	$P_x$ España	$m_x$ Canarias	$m_x$ Galicia	$D'_x$ Canarias	$D'_x$ Galicia
0	429.563	4,87	3,97	2.092	1.705
1	1.627.456	0,36	0,30	586	488
5	1.938.350	0,14	0,12	271	233
10	2.104.636	0,19	0,14	400	295
15	2.388.049	0,43	0,52	1.027	1.242
20	3.070.467	0,46	0,57	1.412	1.750
25	3.614.444	0,66	0,68	2.386	2.458
30	3.545.550	0,81	0,94	2.872	3.333
35	3.431.304	1,00	1,20	3.431	4.118
40	3.182.840	1,77	2,06	5.634	6.557
45	2.791.972	2,75	2,65	7.678	7.399
50	2.498.361	4,31	4,23	10.768	10.568
55	2.334.676	6,62	6,02	15.456	14.055
60	1.953.022	9,21	8,26	17.987	16.132
65	1.978.465	15,20	12,35	30.073	24.434
70	1.898.370	25,21	20,02	47.858	38.005
75	1.492.487	42,77	35,19	63.834	52.521
80	974.162	67,57	62,34	65.824	60.729
85+	750.401	157,12	159,21	117.903	119.471
Total	42.004.575			397.491	365.492

	Canarias	Galicia
TBM	6,69	11,03
Tasa estandarizada	9,46	8,70

**2.5.2** Si no contamos con las tasas específicas de mortalidad, podemos aplicar una estandarización indirecta utilizando las tasas específicas de otra población, o mortalidad-tipo. Contando con la estructura etárea de la población canaria y gallega, el total de defunciones en ambas poblaciones, y las tasas específicas de mortalidad de la población española, aplicaremos una estandarización indirecta.

Aplicando las tasas específicas de mortalidad de la población española a la población por edades de ambas Comunidades, obtenemos las defunciones estimadas en cada una de las poblaciones:

$$D'_0{}^{Canarias} = 0,00399 * 19.312 = 77$$

$$D'_1{}^{Canarias} = 0,00026 * 80.504 = 21$$

$$D'_0{}^{Galicia} = 0,00399 * 19.878 = 79$$

$$D'_1{}^{Galicia} = 0,00026 * 77.929 = 20$$

El sumatorio de las defunciones estimadas en cada una de las poblaciones, si presentasen la estructura de la mortalidad del conjunto de la población española, permite su comparación con las defunciones reales observadas. El cociente de ambos arroja el Índice de Mortalidad Estándar, que multiplicado por la tasa bruta de mortalidad real observada en cada una de las poblaciones, permite el cálculo de la tasa estandarizada:

$$\sum D'_x{}^{Canarias} = 77 + 21 + \dots + 1.725 + 3.410 = 11.766$$

$$\sum D'_x{}^{Galicia} = 79 + 20 + \dots + 5.684 + 11.561 = 31.326$$

$$\text{IME}^{Canarias} = 12.341 / 11.766 = 1,05$$

$$\text{IME}^{Galicia} = 29.805 / 31.326 = 0,95$$

$$\text{Tasa estandarizada}^{Canarias} = 9,11 * 1,05 = 9,56$$

$$\text{Tasa estandarizada}^{Galicia} = 9,11 * 0,95 = 8,67$$

El desarrollo completo del procedimiento de estandarización indirecta se recoge en el Cuadro 2.22.

### Cuadro 2.22. Estandarización indirecta de la población de Canarias y Galicia, 2003

	$P_x$ Canarias	$P_x$ Galicia	$m_x$ España	$D'_x$ Canarias	$D'_x$ Galicia
0	19.312	19.878	3,99	77	79
1	80.504	77.929	0,26	21	20
5	94.803	98.794	0,12	11	12
10	104.551	117.632	0,16	17	19
15	116.716	145.648	0,42	49	61
20	144.824	194.618	0,54	78	105
25	173.077	219.106	0,57	99	125
30	181.835	206.826	0,79	144	163
35	170.495	198.875	1,12	191	223
40	146.603	193.636	1,71	251	331
45	120.557	180.391	2,53	305	456
50	102.873	169.647	3,71	382	629
55	91.695	167.078	5,62	515	939
60	76.561	141.904	8,06	617	1.144
65	72.193	154.646	13,31	961	2.058
70	61.126	149.145	21,91	1.339	3.268
75	41.131	116.168	38,29	1.575	4.448
80	24.773	81.646	69,62	1.725	5.684
85+	20.488	69.466	166,42	3.410	11.561
Total defunciones	12.341	29.805		11.766	31.326

	Canarias	Galicia
TBM	6,69	11,03
IME	1,05	0,95
Tasa estandarizada	9,56	8,67

## Capítulo 3

# Natalidad y fecundidad

### 3.1 Conceptos básicos

El nacimiento es un *suceso demográfico* que puede ser objeto de una doble imputación: al propio nacido y a la madre. Si se piensa en el nuevo individuo, estamos ante un *evento no repetible*. Cuando los nacimientos se relacionan con las madres, el *suceso* es *repetible* (una mujer puede tener varios hijos a lo largo de su vida) y *eludible* (hay mujeres que no tienen hijos).

Los *flujos de nacimientos*, circunscritos a los *nacidos vivos* (ver Capítulo 2), normalmente acotados por años naturales, inciden directa e inmediatamente sobre el crecimiento de la población: forman parte de la *ecuación fundamental* y de la *ecuación compensatoria* (ver Capítulo 7).

También inciden en la *composición por edad*, ya que incorporan individuos de "0" años, y en la *composición por sexo* por cuanto que es mayor la proporción de nacimientos masculinos (ver Capítulo 5).

En el análisis demográfico el *flujo de nacimientos* se utiliza para definir dos *fenómenos* diferentes:

a) La *natalidad*, que mide la frecuencia con que se produce el *suceso* en el conjunto de una población. Es un concepto adecuado para hacer valoraciones sobre el *crecimiento* y sobre la dinámica de la *estructura por edad y sexo*.

b) La *fecundidad*, que mide la frecuencia del *suceso* en relación con la población susceptible de protagonizarlo (población de riesgo), es decir las mujeres en *edad fértil*. Es precisamente éste el enfoque más adecuado para analizar el comporta-

miento de la población ante un *evento* o *suceso* que es el resultado de una decisión personal, normalmente compartida, y siempre condicionada en mayor o menor medida, por diferentes factores biológicos, sociales y económicos. Para estudiar la fecundidad es necesario medir su *intensidad*, o número total de sucesos, y su *calendario* o distribución a lo largo del *tiempo duración* o edades de las mujeres.

La intensidad del *flujo de nacimientos* en un período determinado dependerá:

- a) De la *fecundidad*, detrás de la cual hay un amplio complejo causal, que configura lo que específicamente se denomina *comportamiento*.
- b) De la estructura por edades, más concretamente del tamaño y de la distribución por edades de la población de mujeres en *edad fértil*.

Para el estudio de los *fenómenos* relacionados con el *suceso* nacimiento será necesario tener en cuenta:

- a) Algunas características del nacido:
  - año del nacimiento
  - sexo
  - lugar que ocupa entre sus hermanos (rango de nacimiento)
- b) Algunas características de la madre:
  - edad
  - año de nacimiento o *generación*
  - lugar de residencia
  - estado civil o tipo de unión
  - nivel de estudios
  - nacionalidad
  - relación con la actividad económica
  - tiempo de duración del matrimonio (período protogenésico)
  - tiempo de duración desde el anterior alumbramiento (intergenésico)
- c) Datos relativos al conjunto de la población:
  - volumen total
  - composición por edad y sexo
  - composición por otras características (estado civil, nivel de instrucción, relación con la actividad, nacionalidad...)

### 3.2 Tasa bruta de natalidad

La *Tasa Bruta de Natalidad (TBN)* mide la frecuencia de nacimientos ( $N$ ) en relación con el total de la población media a lo largo de un año natural ( $t$ ).

$$TBN^t = \frac{N^t}{Población\ Total\ Media^t} * 1.000$$

Es el indicador básico y tiene el inconveniente de estar muy condicionado por la estructura de edad de la población.

En España, durante el año 2003 se produjeron 441.881 nacimientos, la población a 1.01.2003 era de 42.717.064 residentes y en 1.01.2004 de 43.197.684, por tanto, la TBN del 2003 es:

$$TBN^{2003} = \frac{441.881}{(42.717.064 + 43.197.684) * 0,5} * 1.000 = 10,29$$

Como tal parámetro, los 1,029 nacimientos por cada cien habitantes pueden tomarse como expresión de uno de los componentes del *Índice* o *Tasa de Crecimiento* (Capítulo 7).

### 3.3 Tasas de fecundidad

Las *tasas de fecundidad* vienen a aportar una mayor precisión al análisis puesto que relacionan el *suceso* con la población determinante del mismo. Se evitan así las distorsiones que pueden provocar las composiciones por sexo y por edad. Aun cuando también pueden hacerse análisis de fecundidad masculina, lo normal es tomar como población de referencia a la integrada por las mujeres entre 15 y 49 años cumplidos. En nuestro contexto, ese es el intervalo en el que se considera que las mujeres están en edad fértil, y es dentro de esas edades cuando se les puede considerar como población de riesgo.

La *Tasa General o Global de Fecundidad (TGF)* mide la frecuencia del suceso nacimiento entre las mujeres de esas edades:

$$TGF^t = \frac{N_{15-49}^t}{Pm_{15-49}^t} * 1.000$$

Siendo  $Pm_{15-49}^t$  la población de mujeres de 15 a 49 años de edad en el momento  $t$ .

Durante el año 1998 en España nacieron 365.087 niños de madres de 15 a 49 años. La población media de mujeres de esas edades era 10.402.548.

$$TGF^{1998} = \frac{365.087}{10.402.548} * 1000 = 35,10$$

Con esta *Tasa Global* no queda totalmente eliminado el efecto de la estructura por edades, para ello es necesario recurrir a las *Tasas Específicas de Fecundidad por Edad* ( $TEF_x$ ) con las que se calcula la frecuencia del suceso para subpoblaciones de edades concretas ( $x$ ).

$$TEF_x^t = \frac{N_x^t}{Pm_x^t} * 1.000$$

En 2003 nacieron en España 27.544 niños de madres de 28 años de edad. La población media de las mujeres de esa edad era de 369.593.

$$TEF_{28}^{2003} = \frac{27.544}{369.593} * 1.000 = 74,52$$

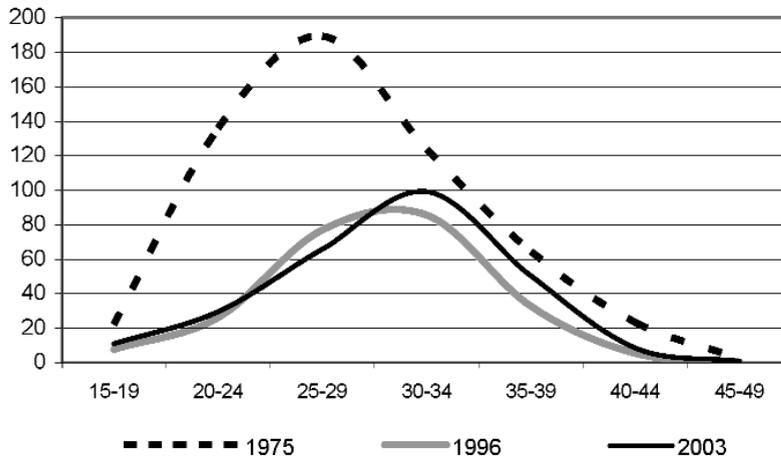
La especificidad puede llevarse al estado civil, al nivel de instrucción, o a la relación con la actividad, entre otras características. Es muy común, por ejemplo el estudio diferenciado de la natalidad matrimonial y extramatrimonial.

Los valores de las tasas específicas por edad permiten dibujar la curva de fecundidad por edades, en las que, además y aún cuando estemos haciendo *análisis transversal*, podemos aproximarnos al *calendario de la fecundidad* o distribución de los nacimientos a lo largo de la *vida fértil* de las mujeres (Figura 3.1).

### 3.4 Calendario de la fecundidad

Las curvas de la Figura 3.1 reflejan el descenso de la fecundidad y el retraso del *calendario* que ha registrado la población española durante el último cuarto del siglo XX.

**Figura 3.1. Curvas de fecundidad por edades de la población española**



Fuente: Elaboración propia y MNP.

Los cambios en el *calendario de la fecundidad* se pueden apreciar también mediante otros indicadores de valor medio. La evolución de la *edad media a la maternidad* ( $\bar{xM}$ ) y la *edad media al nacimiento del primer hijo*, permiten apreciar retrasos o adelantos del calendario. Normalmente se procede calculando la media aritmética, ponderada por la fecundidad específica correspondiente.

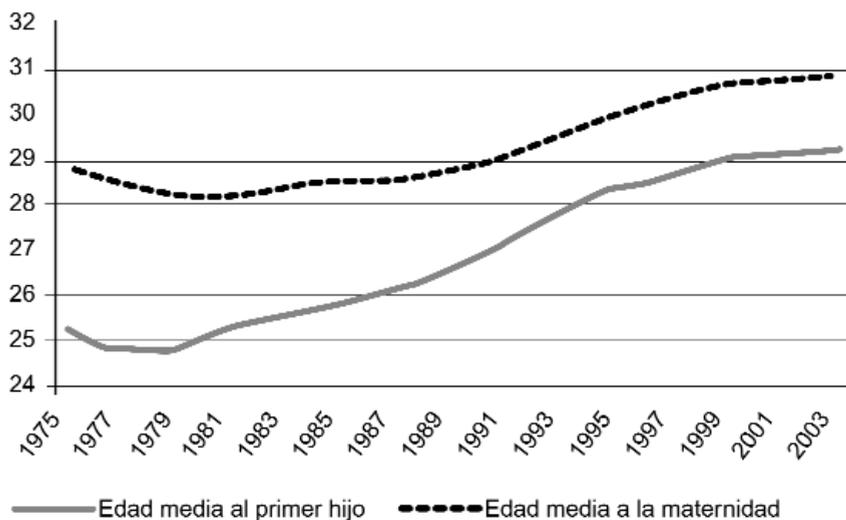
$$\bar{xM}^t = \frac{\sum_{x=15}^{49} ((x + 0,5) * TEF_x^t)}{\sum_{x=15}^{49} TEF_x^t}$$

A partir de los datos del Cuadro 3.1, la *edad media a la maternidad* de la población española en 1998 sería:

$$\bar{xM}^{1998} = \frac{15,5 * 1,394 + 16,5 * 3,491 + \dots + 49,5 * 0,027}{1.146,6} = 30,54$$

La representación gráfica de la evolución de estas edades medias es también un expresivo reflejo de la tendencia del *calendario* (Figura 3.2).

**Figura 3.2. Evolución de la edad media a la maternidad y la edad media al tener el primer hijo de las mujeres españolas**



Fuente: www.ine.es.

También podría calcularse, con un significado diferente, y sin valor comparativo, la edad media de las madres, que han tenido un hijo durante un año determinado.

En este caso la fórmula sería:

$$\bar{x}Madres^t = \frac{\sum_{x=15}^{49} ((x+0,5) * N_x^t)}{\sum_{x=15}^{49} N_x^t}$$

A partir de los datos del Cuadro 3.1, la *edad media de las madres* de la población española en 1998 sería:

$$\bar{x}Madres^{1998} = \frac{15,5 * 350 + 16,5 * 930 + \dots + 49,5 * 7}{365.087} = 30,47$$

Se trata de un valor medio que va a estar condicionado por la estructura por edades, cosa que no ocurre cuando se pondera con las  $TEF_x$ .

El cálculo de la *edad media a la maternidad*, considerando sólo las tasas específicas de nacimientos femeninos ( $TEF_{fx}$ ), proporciona otro valor medio que, en este caso, se conoce como *longitud de la generación*, o duración del período entre una generación y la que la reemplaza. Si operamos con los datos del Cuadro 3.1:

$$\bar{x}Mf^{1998} = \frac{15,5 * 0,598 + 16,5 * 1,633 + \dots + 49,5 * 0,019}{1.147} = 30,55$$

### 3.5 Índice sintético de fecundidad

El *Índice Sintético de Fecundidad* (ISF) es un indicador de coyuntura con apariencia de *análisis longitudinal*. A partir de las *tasas de fecundidad* (quedándonos por consiguiente con la frecuencia del *suceso nacimiento* en un año natural determinado) se calcula, mediante una simple suma, el número medio de hijos que cada mujer tendría a lo largo de los 35 años que dura su *vida fértil*, de mantenerse estable durante ese tiempo el calendario de la fecundidad.

Se trata de simular que las *tasas de fecundidad* de cada una de las edades en el año de referencia, son las tasas correspondientes a una *generación ficticia* (ver Capítulo 1, Figura 1.9), a la que hacemos "vivir" los 35 años de su *vida fértil* sin que se desplace en el *tiempo cronológico*.

Existen varios caminos para llegar a obtener este indicador, que se expresa en nacimientos o número de hijos por cada mujer, en lugar de por cada 1.000 mujeres como se hace en las tasas. Los resultados obtenidos varían según el procedimiento utilizado.

El más simple y menos preciso, y que por tanto sólo debe utilizarse cuando no se disponga de otro mejor, es el que parte de la *TGF*. Como hemos visto, esta tasa

mide el número medio de hijos por cada 1.000 mujeres en edad fértil en un año determinado. Como lo que se pretende es medir cuántos hijos tendría cada mujer a lo largo de su vida fértil, bastará con multiplicar ese parámetro por la amplitud del período, 35 años.

$$ISF^t = TGF^t / 1.000 * 35$$

Así, el Número Medio de Hijos por Mujer de la población de España en 1998:

$$ISF^{1998} = 35,10 / 1.000 * 35 = 1,228$$

Al utilizar este procedimiento, podrían arrastrarse los posibles sesgos de la estructura por edades sobre la *TGF*.

Un resultado más preciso será el que se obtiene mediante la suma de las tasas específicas por edades simples.

$$ISF^t = \sum_{x=15}^{49} TEF_x^t / 1.000$$

En el caso de que sólo se disponga de datos por grupos quinquenales habrá que multiplicar la suma final por 5, que es la amplitud del grupo y, por tanto, los años que cada mujer "vive" con la tasa correspondiente.

### Cuadro 3.1. Cálculo del Índice Sintético de Fecundidad (*ISF*) de la población española en 1998

Edad	Población femenina media	Nacimientos de las madres de cada edad	Nacimientos femeninos de las madres de cada edad	$TE_{Fx}$	$TEF_{fx}$
15	250.987	350	150	1,394	0,598
16	266.393	930	435	3,491	1,633
17	279.962	1.944	969	6,944	3,461
18	293.518	3.182	1556	10,841	5,301
19	307.126	4.398	2146	14,320	6,987
20	318.498	5.226	2499	16,408	7,846
21	327.281	6.014	2893	18,376	8,839
22	333.213	7.215	3489	21,653	10,471
23	332.499	8.946	4275	26,905	12,857
24	328.936	11.072	5220	33,660	15,869
25	326.020	14.244	6782	43,691	20,802
26	324.035	17.852	8645	55,093	26,679
27	320.652	22.283	10760	69,493	33,557
28	319.154	26.319	12726	82,465	39,874
29	318.347	29.794	14322	93,590	44,989
30	321.638	32.159	15632	99,985	48,601
31	323.013	31.149	15014	96,433	46,481
32	322.004	29.033	13970	90,163	43,385
33	326.387	26.617	12822	81,551	39,285
34	322.752	23.261	11223	72,071	34,773
35	311.561	17.891	8693	57,424	27,901
36	305.683	13.970	6841	45,701	22,379
37	305.580	10.312	4970	33,746	16,264
38	304.877	7.598	3613	24,922	11,851
39	298.750	5.313	2566	17,784	8,589
40	294.384	3.431	1668	11,655	5,666
41	282.431	2.068	1014	7,322	3,590
42	270.204	1.246	634	4,611	2,346
43	261.725	640	315	2,445	1,204
44	256.935	336	156	1,308	0,607
45	257.417	155	82	0,602	0,319
46	249.572	78	41	0,313	0,164
47	239.791	37	19	0,154	0,079
48	244.259	17	8	0,070	0,033
49	256.968	7	5	0,027	0,019
15-49	10.402.548	365.087	176.153	1.146,6	553,3

Como el *ISF* se expresa en hijos por mujer, su valor es:

$$ISF^{1998} = 1.146,6 / 1.000 = 1,147$$

El *ISF*, también denominado *Índice Coyuntural de Fecundidad (ICF)* y *Número Medio de Hijos por Mujer*, es un indicador de gran capacidad sintética y muy útil para establecer comparaciones. Se emplea también para simular la capacidad de reemplazo y en ese caso se limita a medir la intensidad de los nacimientos femeninos. De lo que se trata es de comprobar si con las tasas de fecundidad correspondientes al año del análisis, cada mujer dejaría al menos otra en su lugar.

El indicador se denomina *Tasa Bruta de Reproducción* o de *Reemplazo* y puede obtenerse a partir del *ISF*, al que se le aplicaría la *sex ratio* o *relación de feminidad* al nacimiento (ver Capítulo 5).

La *sex ratio* al nacimiento en 1998 es 0,4825, por tanto, a partir del *ISF* ya calculado, podemos obtener fácilmente la *Tasa Bruta de Reproducción*:

$$TBR^t = ISF^t * \text{sex ratio}$$

$$TBR^{1998} = 1,1466 * 0,4825 = 0,5532$$

Más preciso será el indicador obtenido, partiendo de los datos de los nacimientos femeninos, y sumando las correspondientes tasas específicas por edad, igual que para el cálculo del *ISF*:

$$TBR^t = \sum_{x=15}^{49} TEF_{fx}^t / 1.000$$

A partir de los datos del Cuadro 3.1:

$$TBR^{1998} = 553,3 / 1.000 = 0,5533$$

Dada la intención con que se elabora este indicador, es conveniente incorporar el efecto de la mortalidad ya que no todas las niñas nacidas sobrevivirán hasta la edad fértil ni todas las mujeres vivirán hasta los 50 años. Cuando se incorpora el efecto de la mortalidad se obtiene lo que se denomina *Tasa Neta de Reproducción*. El ajuste de la mortalidad suele hacerse a partir de los indicadores de la *tabla de mortalidad* correspondiente (Capítulo 2):

$$TNR^t = \left[ \sum_{x=15}^{49} TEF_x^t * \frac{L_x}{l_0} \right] * \left[ \frac{Nf^t}{N^t} \right]$$

### Cuadro 3.2. Cálculo de la Tasa de Reproducción Neta para la población española en 1998

Edad	$TEF_x$ (a)	$Lx$	$Lx/100.000$ (b)	(a)*(b)
15	1,3945	99.321	0,99321	1,3850
16	3,4911	99.297	0,99297	3,4665
17	6,9438	99.270	0,99270	6,8931
...	...			
47	0,1543	97.421	0,97421	0,1503
48	0,0696	97.266	0,97266	0,0677
49	0,0272	97.102	0,97102	0,0265
$\Sigma 15-49$				1133,28

Fuente: www.ine.es. (INEbase. Tabla de Mortalidad de la población española de 1998-1999 (mujeres)).

La  $TNR^{1998}$  será:

$$TNR^{1998} = 1,133 * 0,4825 = 0,5468$$

No obstante es preciso recordar que estamos manejando un *indicador de coyuntura* a partir de una *generación ficticia*, los parámetros que se obtengan no tienen por qué coincidir con la *descendencia final* de ninguna de las *generaciones* que cruzan el momento observado.

La *descendencia final* es un concepto que nos sitúa en la dimensión del *análisis longitudinal*, y mide la intensidad de la fecundidad de una *generación* de mujeres en el momento en que termina su período de *vida fértil*, tal como se viene considerando, al cumplir los 50 años. También tiene interés observar la *descendencia alcanzada* a una edad cumplida determinada, como resultado de la acumulación de la *descendencia* entre aniversarios.

Las *tablas de fecundidad* son una forma adecuada de presentar los datos para el *análisis longitudinal*.

### **Cuadro 3.3. Ejemplo de tablas de fecundidad para una generación**

Edad	Nacimientos	Descendencias alcanzadas
15	150	
16	175	150
17	180	325
18	191	505
19	210	696
...	...	
48	45	4.560
49	38	4.605
Descendencia final		4.643

Si la cohorte al inicio de su edad fértil estuviese compuesta por 3.862 mujeres, la descendencia final por mujer sería:

$$DF = 4.643 / 3.862 = 1,202$$

Al hablar del *ISF* habría que añadir que el valor obtenido sólo coincidirá con la *descendencia final* de la *generación* que inicia su *vida fértil* en el *período* de referencia en el caso, muy poco probable, de que, en ausencia de los efectos perturbadores de la mortalidad o las migraciones, adoptase y mantuviese idénticos la *intensidad* y el *calendario* a lo largo de los 35 años siguientes.

## **Ejercicios del Capítulo 3<sup>1</sup>**

### **Ejercicio 3.1**

En 1999 las mujeres residentes en España, de 15 a 49 años de edad, tuvieron los hijos que se indican en la tabla siguiente:

<sup>1</sup> NB.

A lo largo de todo el libro, en los ejemplos resueltos y, de forma muy especial en los ejercicios, los cálculos se han efectuado mediante una hoja de cálculo, manejando un número amplio de decimales. En el texto, al presentar los cálculos efectuados, generalmente sólo se indican dos decimales aunque en realidad se ha utilizado un número mayor. A ello se deben las pequeñas diferencias en algunos de los resultados obtenidos.

## Nacimientos por edad de las madres

Grupos de edad	Total	Varones	Mujeres
15-19	11.198	5.860	5.338
20-24	39.084	20.175	18.909
25-29	109.707	56.302	53.405
30-34	148.163	76.551	71.612
35-39	61.726	31.609	30.117
40-44	8.878	4.510	4.368
45-49	355	185	170
15-49	379.111	195.192	183.919

Fuente: www.ine.es.

La población residente en España era:

## Mujeres residentes en España

Grupos de edad	1.01.1999	1.01.2000
15-19	1.366.633	1.310.510
20-24	1.639.134	1.621.207
25-29	1.612.553	1.657.708
30-34	1.619.366	1.643.294
35-39	1.540.727	1.586.580
40-44	1.390.508	1.440.426
45-49	1.250.044	1.257.084
15-49	10.418.965	10.516.809

### Población Total

1.01.1999	1.01.2000
40.202.158	40.499.790

Sabemos también que según las Tablas de Mortalidad (mujeres) de 1998-1999, los valores de la *población estacionaria* (ver Capítulo 2) eran:

Grupos de edad	${}_5L_x$
15-19	496.356
20-24	495.681
25-29	494.931
30-34	493.899
35-39	492.431
40-44	490.273
45-49	487.092

Fuente: www.ine.es.

A partir de la información facilitada, calcular:

**3.1.1** La  $TBN^{1999}$

**3.1.2** La  $TGF^{1999}$

**3.1.3** Las  $TEF^{1999}$  por edad de las madres y sexo del nacido

**3.1.4** El  $ISF^{1999}$

**3.1.5** La *edad media a la maternidad* en 1999

**3.1.6** La  $TBR^{1999}$

**3.1.7** La  $TNR^{1999}$

### Respuestas al Ejercicio 3.1

**3.1.1**

$$TBN^{1999} = \frac{379.111}{(40.202.158 + 40.499.790) * 0,5} * 1.000 = 9,40$$

**3.1.2**

$$TGF^{1999} = \frac{379.111}{(10.418.965 + 10.516.809)/2} * 1.000 = 36,22$$

**3.1.3** Para el cálculo de las Tasas Específicas de Fecundidad por edad construimos la siguiente tabla:

Grupos de edad	Población media de mujeres (a)	Nacimientos		$TEF_x$ (b)/(a)*1.000	$TEF_{fx}$ (c)/(a)*1.000
		Total (b)	Mujeres (c)		
15-19	1.338.572	11.198	5.338	8,37	3,99
20-24	1.630.171	39.084	18.909	23,98	11,60
25-29	1.635.131	109.707	53.405	67,09	32,66
30-34	1.631.330	148.163	71.612	90,82	43,90
35-39	1.563.654	61.726	30.117	39,48	19,26
40-44	1.415.467	8.878	4.368	6,27	3,09
45-49	1.253.564	355	170	0,28	0,14
Suma de TEF				236,29	114,63

**3.1.4** El procedimiento simplificado de cálculo del *ISF* sería:

$$ISF^{1999} = 36,22 / 1.000 * 35 = 1,267$$

Al disponer de las  $TEF_x$ , lo más adecuado es obtener el índice mediante su suma, ya calculada en la tabla anterior. Primero hay que expresar el parámetro en hijos por mujer:

$$236,29 / 1.000 = 0,23629$$

Al estar manejando grupos de edad quinquenales, cada mujer "vive" cinco años dentro de cada uno de los intervalos de edad y, por tanto, hay que multiplicar por 5 para obtener el número medio de hijos que tendría una mujer a lo largo de los 35 años de vida fértil:

$$ISF^{1999} = 0,23629 * 5 = 1,181$$

**3.1.5** Para el cálculo de la *Edad Media a la Maternidad*, elaboramos la tabla siguiente:

Grupos de edad	Edad del período $x+(n/2)$	$TEF_x$	(a)/(b)
	(a)	(b)	(a) * (b)
15-19	17,5	8,37	146,40
20-24	22,5	23,98	539,45
25-29	27,5	67,09	1.845,08
30-34	32,5	90,82	2.951,76
35-39	37,5	39,48	1.480,33
40-44	42,5	6,27	266,57
45-49	47,5	0,28	13,45
		236,29	7.243,03

que nos permite calcular la media de las edades de las mujeres, ponderadas con las  $TEF_x$  correspondientes:

$$\bar{x}M^{1999} = \frac{7.243,03}{236,29} = 30,65$$

**3.1.6** Para calcular la  $TBR^{1999}$ , partiendo de los datos y de los cálculos ya realizados, se puede proceder aplicando la *sex ratio* al nacimiento al *ISF*:

$$\text{Sex ratio al nacimiento en 1999} = 183.919 / 379.111 = 0,4851$$

$$TBR^{1999} = 1,181 * 0,4851 = 0,573$$

Obtenemos el mismo resultado sumando las  $TEF_{fx}$  expresadas en nacimientos femeninos por mujer:

$$TBR^{1999} = 114,63/1.000 * 5 = 0,573$$

**3.1.7** Para obtener la  $TNR^{1999}$  partimos de las  $TEF_x$  ya obtenidas y los parámetros de las Tablas de Mortalidad de las mujeres correspondientes a 1998-1999:

Grupos de edad	TEF <sub>x</sub> (a)	L <sub>x</sub>	L <sub>x</sub> /(100.000*5) (b)	(a)*(b)
15-19	8,37	496.356	0,99271	8,31
20-24	23,98	495.681	0,99136	23,77
25-29	67,09	494.931	0,98986	66,41
30-34	90,82	493.899	0,98780	89,71
35-39	39,48	492.431	0,98486	38,88
40-44	6,27	490.273	0,98055	6,15
45-49	0,28	487.092	0,97418	0,27
15-49				233,51

$$TNR^{1999} = 0,23351 * 5 = 1,1675 * 0,4851 = 0,5664$$

### Ejercicio 3.2

La estadística de Movimientos Naturales de la Población nos proporciona los siguientes datos relativos al número de nacimientos clasificados por la fecha de nacimiento y la edad de las mujeres durante el año 2002. Por su parte, el Padrón Municipal nos permite conocer el número de mujeres en años cumplidos a 1.01.2002 y 1.01.2003.

#### Nacimientos en 2002 por edad y año de nacimiento de la madre

Año de nacimiento	Edad	Nacimientos
1977	25	7.178
1976	25	7.396
1976	26	8.723
1975	26	9.056
1975	27	10.833
1974	27	11.266
1974	28	12.992
1973	28	13.491
1973	29	15.001
1972	29	15.601
1972	30	17.063
1971	30	16.985
1971	31	17.494
1970	31	16.974
1970	32	17.587
1969	32	16.402

#### Mujeres por edad

Edad	1.01.2002	1.01.2003
25	354.851	354.633
26	355.700	366.760
27	355.496	366.688
28	349.480	366.265
29	349.850	359.379
30	345.823	359.456
31	343.393	354.918
32	341.668	352.267
33	341.122	349.928

**3.2.1** Representar los flujos en el diagrama de Lexis.

**3.2.2** Indicar los nacimientos habidos durante 2002 de mujeres de 28 años cumplidos.

**3.2.3** Indicar los nacimientos habidos de mujeres nacidas en 1973.

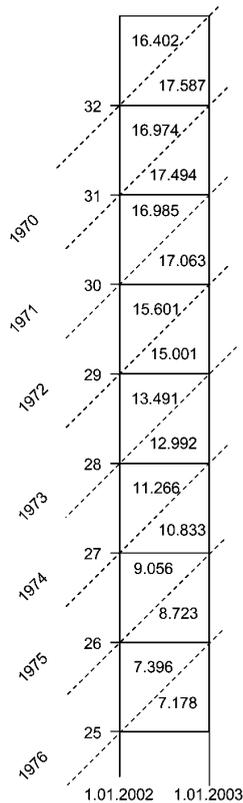
**3.2.4** Calcular la *Tasa Específica de Fecundidad* período-edad para las mujeres de 26 años.

**3.2.5** Calcular la *Tasa Específica de Fecundidad* cohorte-período para las mujeres nacidas en 1970.

**3.2.6** Entre los nacidos de madres de 27 años de edad, calcular la proporción de nacidos de madres de la generación de 1974 y la relación que existe entre los nacidos de madres de las generaciones de 1974 y de 1975.

### Respuestas al Ejercicio 3.2

**3.2.1** Representación de los flujos sobre el diagrama:



**3.2.2** Los nacimientos de mujeres de 28 años durante 2002 son:

$$N_{28}^{2002} = 12.992 + 13.491 = 26.483$$

**3.2.3** Los nacimientos habidos durante 2002 de mujeres de la generación de 1973 son:

$${}_{1973}N^{2002} = 13.491 + 15.001 = 28.492$$

**3.2.4** La tasa específica en 2002 de las mujeres de 26 años es:

$$TEF_{26}^{2002} = \frac{17.779}{(355.700 + 366.760) * 0,5} * 1.000 = 49,22$$

**3.2.5** La tasa correspondiente a 2002 de la generación de 1970 es:

$${}_{1970}TEF^{2002} = \frac{34.561}{(343.393 + 352.267) * 0,5} * 1.000 = 99,36$$

**3.2.6** La proporción de los nacimientos de madres nacidas en 1974 con respecto al total de nacimientos de madres de 27 años es:

$$\frac{11.266}{22.099} * 100 = 50,98\%$$

La *relación* entre los nacidos de madres de las generaciones de 1974 y 1975 se establece por el cociente:

$$\frac{19.889}{24.258} = 0,82$$

### Ejercicio 3.3

Disponemos de los siguientes datos, correspondientes a una población imaginaria en la que no se producen fallecimientos ni migraciones.

a) Mujeres por grupos de edad a 1 de enero del año inicial de cada período (Cuadro 3.4).

b) Nacimientos por período, grupo de edad de las madres y generación de las madres. Se considera que los nacimientos se producen de forma homogénea a lo largo de cada quinquenio (Cuadro 3.5).

c) La población total a 1.01 del año de inicio de cada período (Cuadro 3.6).

d) La sex ratio al nacimiento es 0,4828 para todos los grupos de edad y todos los períodos.

En los diferentes ejercicios se pueden comparar los resultados obtenidos con los distintos indicadores de natalidad y fecundidad a través de los análisis *transversal* y *longitudinal* de una población imaginaria. Las tareas a realizar son las siguientes:

**3.3.1** Representar en un diagrama de Lexis los *flujos* de nacimientos por la *edad* y la *generación* de las madres así como los *stocks* de mujeres a 1.01 de los distintos períodos. Apreciar las *generaciones* que intervienen en la formalización de los diferentes indicadores *del momento*.

**3.3.2** Obtener para los distintos períodos o generaciones: la *TBN*, la *TGF*, las  $TEF_x$ , el *ISF*, la *TBR* y la *edad media a la maternidad*. Señalar los rasgos más relevantes de la evolución registrada por los diferentes parámetros.

**3.3.3** Para la generación de 1960-1964, calcular las *Tasas de Fecundidad* período-edad; las *Tasas de Fecundidad* en cada período y las *Tasas de Fecundidad* en cada edad.

**3.3.4** Calcular la *descendencia final* de cada *generación* y las *descendencias alcanzadas* en los distintos aniversarios y la *edad media a la maternidad* de las generaciones quinquenales de 1960, 1970, 1980 y 1990.

**3.3.5** Imaginemos que en la generación de 1960-1964 se produce un *retraso en el calendario* de la fecundidad según los datos en el Cuadro 3.7, señalar los principales cambios que ello comporta en los parámetros de los análisis *longitudinal* y *transversal*.

**3.3.6** Supongamos que ciertas corrientes migratorias ocasionan en los *stocks* de mujeres correspondientes a 1.01.2000 los crecimientos que se reflejan en el Cuadro 3.8. Consideremos que la llegada de inmigrantes se ha producido de forma homogénea a lo largo del período anterior y que no van a producirse retornos ni

efectos de mortalidad. Con la fecundidad que se atribuye a esas mujeres en el Cuadro 3.8 y considerando que a partir de 2010 las  $TEF_x$  se hacen idénticas a las de la población autóctona (calculadas en el Ejercicio 3.3.2), obtener los parámetros de:  $TGF$ ,  $TEF_x$ ,  $ISF$ ,  $TBR$  y  ${}_xM$  en los períodos quinquenales entre 1995 y 2010.

Calcular también el efecto de la natalidad sobre el crecimiento de la población total.

### Cuadro 3.4. Mujeres por grupo de edad a 1.01 del año inicial del período

G. de edad	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010
15-19	19.500	19.370	20.670	26.300	19.240	12.700	12.870	11.360
20-24	21.450	19.500	19.370	20.670	26.300	19.240	12.700	12.870
25-29	20.800	21.450	19.500	19.370	20.670	26.300	19.240	12.700
30-34	21.450	20.800	21.450	19.500	19.370	20.670	26.300	19.240
35-39	18.850	21.450	20.800	21.450	19.500	19.370	20.670	26.300
40-44	18.070	18.850	21.450	20.800	21.450	19.500	19.370	20.670
45-49	18.200	18.070	18.850	21.450	20.800	21.450	19.500	19.370
15-49	138.320	139.490	142.090	149.540	147.330	139.230	130.650	122.510

G. de edad	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045
15-19	12.350	12.740	11.160	9.586	8.387	7.750	9.320
20-24	11.360	12.350	12.740	11.160	9.586	8.387	7.750
25-29	12.870	11.360	12.350	12.740	11.160	9.586	8.387
30-34	12.700	12.870	11.360	12.350	12.740	11.160	9.586
35-39	19.240	12.700	12.870	11.360	12.350	12.740	11.160
40-44	26.300	19.240	12.700	12.870	11.360	12.350	12.740
45-49	20.670	26.300	19.240	12.700	12.870	11.360	12.350
15-49	115.490	107.560	92.420	82.766	78.453	73.333	71.293

**Cuadro 3.5. Nacimientos por grupo de edad y generación de las madres**  
(Continúa)

1975			1980			1985		
G	GE	Nacim.	G	GE	Nacim.	G	GE	Nacim.
1960-64	15-19	741	1965-69	15-19	637	1970-74	15-19	313
1955-59	15-19	1.728	1960-64	15-19	1.487	1965-69	15-19	731
1955-59	20-24	5.788	1960-64	20-24	3.797	1965-69	20-24	1.604
1950-54	20-24	8.683	1955-59	20-24	5.696	1960-64	20-24	2.406
1950-54	25-29	7.144	1955-59	25-29	5.527	1960-64	25-29	3.617
1945-49	25-29	11.174	1950-54	25-29	8.645	1955-59	25-29	5.657
1945-49	30-34	6.396	1950-54	30-34	4.576	1955-59	30-34	4.481
1940-44	30-34	5.672	1945-49	30-34	4.058	1950-54	30-34	3.974
1940-44	35-39	3.434	1945-49	35-39	2.775	1950-54	35-39	1.895
1935-39	35-39	1.824	1940-44	35-39	1.474	1945-49	35-39	1.007
1935-39	40-44	1.394	1940-44	40-44	936	1945-49	40-44	473
1930-34	40-44	348	1935-39	40-44	234	1940-44	40-44	118
1930-34	45-49	136	1935-39	45-49	84	1940-44	45-49	28
1925-29	45-49	30	1930-34	45-49	19	1935-39	45-49	6

1990			1995			2000		
G	GE	Nacim.	G	GE	Nacim.	G	GE	Nacim.
1975-79	15-19	325	1980-84	15-19	228	1985-89	15-19	221
1970-74	15-19	759	1975-79	15-19	531	1980-84	15-19	515
1970-74	20-24	1.711	1975-79	20-24	1.094	1980-84	20-24	1.057
1965-69	20-24	2.567	1970-74	20-24	1.640	1975-79	20-24	1.586
1965-69	25-29	3.593	1970-74	25-29	2.956	1975-79	25-29	2.754
1960-64	25-29	5.619	1965-69	25-29	4.624	1970-74	25-29	4.308
1960-64	30-34	4.074	1965-69	30-34	4.503	1970-74	30-34	5.276
1955-59	30-34	3.612	1960-64	30-34	3.993	1965-69	30-34	4.679
1955-59	35-39	1.955	1960-64	35-39	2.179	1965-69	35-39	2.868
1950-54	35-39	1.038	1955-59	35-39	1.158	1960-64	35-39	1.524
1950-54	40-44	459	1955-59	40-44	478	1960-64	40-44	583
1945-49	40-44	115	1950-54	40-44	120	1955-59	40-44	146
1945-49	45-49	31	1950-54	45-49	22	1955-59	45-49	35
1940-44	45-49	7	1945-49	45-49	5	1950-54	45-49	8

**Cuadro 3.5. Nacimientos por grupo de edad y generación de las madres**  
(Continuación)

2005			2010			2015		
G	GE	Nacim.	G	GE	Nacim.	G	GE	Nacim.
1990-94	15-19	190	1995-99	15-19	144	2000-04	15-19	183
1985-89	15-19	444	1990-94	15-19	337	1995-99	15-19	427
1985-89	20-24	823	1990-94	20-24	710	1995-99	20-24	539
1980-84	20-24	1.234	1985-89	20-24	1.065	1990-94	20-24	808
1980-84	25-29	2.421	1985-89	25-29	1.844	1990-94	25-29	1.555
1975-79	25-29	3.787	1980-84	25-29	2.884	1985-89	25-29	2.433
1975-79	30-34	5.694	1980-84	30-34	5.312	1985-89	30-34	4.293
1970-74	30-34	5.050	1975-79	30-34	4.711	1980-84	30-34	3.807
1970-74	35-39	3.183	1975-79	35-39	3.436	1980-84	35-39	3.205
1965-69	35-39	1.691	1970-74	35-39	1.825	1975-79	35-39	1.703
1965-69	40-44	593	1970-74	40-44	649	1975-79	40-44	690
1960-64	40-44	148	1965-69	40-44	162	1970-74	40-44	173
1960-64	45-49	32	1965-69	45-49	32	1970-74	45-49	34
1955-59	45-49	7	1960-64	45-49	7	1965-69	45-49	7

2020			2025			2030		
G	GE	Nacim.	G	GE	Nacim.	G	GE	Nacim.
2005-09	15-19	189	2010-14	15-19	203	2015-19	15-19	212
2000-04	15-19	441	2005-09	15-19	473	2010-14	15-19	496
2000-04	20-24	684	2005-09	20-24	707	2010-14	20-24	759
1995-99	20-24	1.026	2000-04	20-24	1.060	2005-09	20-24	1.138
1995-99	25-29	1.155	2000-04	25-29	1.434	2005-09	25-29	1.449
1990-94	25-29	1.806	1995-99	25-29	2.242	2000-04	25-29	2.267
1990-94	30-34	3.843	1995-99	30-34	3.028	2000-04	30-34	3.989
1985-89	30-34	3.408	1990-94	30-34	2.685	1995-99	30-34	3.537
1985-89	35-39	2.590	1990-94	35-39	2.319	1995-99	35-39	1.827
1980-84	35-39	1.376	1985-89	35-39	1.232	1990-94	35-39	971
1980-84	40-44	635	1985-89	40-44	506	1990-94	40-44	446
1975-79	40-44	159	1980-84	40-44	126	1985-89	40-44	112
1975-79	45-49	35	1980-84	45-49	32	1985-89	45-49	25
1970-74	45-49	8	1975-79	45-49	7	1980-84	45-49	5

**Cuadro 3.5. Nacimientos por grupo de edad y generación de las madres** (Conclusión)

2035			2040		
G	GE	Nacim.	G	GE	Nacim.
2020-24	15-19	230	2025-29	15-19	242
2015-19	15-19	537	2020-24	15-19	565
2015-19	20-24	797	2020-24	20-24	862
2010-14	20-24	1.195	2015-19	20-24	1.295
2010-14	25-29	1.522	2015-19	25-29	1.594
2005-09	25-29	2.380	2010-14	25-29	2.444
2005-09	30-34	4.279	2010-14	30-34	4.585
2000-04	30-34	3.795	2005-09	30-34	4.229
2000-04	35-39	2.407	2005-09	35-39	2.483
1995-99	35-39	1.278	2000-04	35-39	1.372
1995-99	40-44	346	2000-04	40-44	439
1990-94	40-44	87	1995-99	40-44	112
1990-94	45-49	21	1995-99	45-49	16
1985-89	45-49	5	1990-94	45-49	4

**Cuadro 3.6. Población total a 1.01 del año de inicio de cada período**

1975	542.431
1980	547.020
1985	557.216
1990	578.069
1995	550.803
2000	527.979
2005	507.925
2010	492.489
2015	491.431
2020	480.702
2025	469.463
2030	468.584
2035	484.509
2040	507.526

**Cuadro 3.7. Retraso en el calendario de la fecundidad de la generación de 1960-1964**

Períodos	Generación	Grupo edad	Calendario A Nacimientos	Calendario B Nacimientos
1980	1960-64	20-24	3.797	2.947
1985	1960-64	20-24	2.406	1.656
		25-29	3.617	3.017
1990	1960-64	25-29	5.619	4.619
		30-34	4.074	4.974
1995	1960-64	30-34	3.993	4.693
		35-39	2.179	2.979
2000	1960-64	35-39	1.524	2.324
		20-39	27.208	27.208

**Cuadro 3.8**

Edad	Mujeres inmigrantes	TEFx					
		1995-2010	2010-2015	2015-2020	2020-2025	2025-2030	2030-2035
15-19	500	2,198	0,390	0,349	0,378	0,488	0,469
20-24	1.500	22,903	6,907	7,580	9,944	9,887	9,212
25-29	2.500	63,807	46,210	61,465	62,041	58,622	47,204
30-34	2.900	122,652	125,523	126,711	119,703	96,381	119,984
35-39	1.000	188,120	73,962	65,836	49,954	58,605	62,192
40-44	800	134,924	29,303	22,725	27,262	29,573	36,576
45-49	600	21,819	8,115	9,725	10,544	13,034	15,757

**Respuestas al Ejercicio 3.3**

**3.3.1** Para dibujar el diagrama de Lexis hay que tener en cuenta que en este caso:

$$\text{Cohorte} = \text{Calendario} - \text{edad} - 5$$

Una vez establecidas las referencias temporales, se trata de situar los stock de mujeres junto a los segmentos de edad correspondientes de las *líneas de contemporáneos*. Igualmente hay que situar los flujos de nacimientos en cada uno de los triángulos delimitados por las *líneas de contemporáneos*, las *líneas de coetáneos* y las *líneas de vida* de cada *generación*.

En el diagrama quedan representados datos de las generaciones de 1925 a 2029 y de los años 1975 a 2045, el agrupamiento quinquenal supone manejar 21 *generaciones* y 14 *períodos* quinquenales. En cada uno de los *períodos* son contemporáneas 8 generaciones distintas y para poder observar completo el recorrido de una *generación* durante el período de *vida fértil* es preciso considerar 8 *períodos*.

3. Natalidad y fecundidad

	15	20	25	30	35	40	45	50
1950	19.500	21.450	20.800	21.450	18.850	18.070	18.200	30
1955	741	5.788	7.144	6.386	3.434	1.394	136	30
1960	19.370	19.500	21.450	20.800	21.450	18.850	18.070	19
1965	637	3.797	5.527	4.576	2.775	936	84	19
1970	20.670	19.370	19.500	21.450	20.800	21.450	18.850	6
1975	313	1.604	3.617	4.481	1.895	473	28	6
1980	26.300	20.670	19.370	19.500	21.450	20.800	21.450	7
1985	325	759	3.593	4.074	1.955	459	31	7
1990	19.240	26.300	20.670	19.370	19.500	21.450	20.800	5
1995	228	531	2.956	4.503	2.179	478	22	5
2000	12.700	19.240	26.300	20.670	19.370	19.500	21.450	8
2005	221	1.057	2.754	5.276	2.868	563	35	8
2010	12.870	12.700	19.240	26.300	20.670	19.370	19.500	7
2015	190	444	2.421	5.050	3.183	593	32	7
2020	11.360	12.870	12.700	19.240	26.300	20.670	19.370	7
2025	144	337	1.844	4.711	3.436	649	32	7
2030	12.350	11.360	12.870	12.700	19.240	26.300	20.670	7
2035	183	427	1.555	4.293	3.205	690	34	7
2040	12.740	12.350	11.360	12.870	12.700	19.240	26.300	8
2045	189	441	1.155	3.843	2.590	635	35	8
2050	11.160	12.740	12.350	11.360	12.870	12.700	19.240	7
2055	203	473	1.434	3.028	2.319	506	32	7
2060	9.586	11.160	12.740	12.350	11.360	12.870	12.700	5
2065	212	496	1.449	3.989	1.827	446	25	5
2070	8.387	9.586	11.160	12.740	12.350	11.360	12.870	5
2075	230	537	1.522	4.279	2.407	346	21	5
2080	7.750	9.387	9.586	11.160	12.740	12.350	11.360	4
2085	242	565	1.594	4.585	2.483	439	16	4
2090	9.320	7.750	8.387	9.586	11.160	12.340	12.350	

**3.3.2** Para el cálculo de la *Tasa Bruta de Natalidad*, tomamos el flujo de nacimientos y la población total media. Hay que tener en cuenta que estamos manejando períodos de 5 años y las tasas usualmente se expresan por años. Calculamos, pues, las tasas medias del quinquenio.

	Población a 1.01  (a)	Población Media ( $P^t + P^{t+1}$ )/2 (b)	Nacimientos TBN  (c)	  (c)/(b)*1.000/5
1975	542.431	544.726	54.492	20,01
1980	547.020	552.118	39.945	14,47
1985	557.216	567.643	26.310	9,27
1990	578.069	564.436	25.865	9,16
1995	550.802	539.391	23.531	8,73
2000	527.979	517.952	25.560	9,87
2005	507.925	500.207	25.297	10,11
2010	492.489	491.960	23.118	9,40
2015	491.431	486.067	19.857	8,17
2020	480.702	475.083	17.354	7,31
2025	469.463	469.024	16.054	6,85
2030	468.584	476.547	17.233	7,23
2035	484.509	496.018	18.879	7,61
2040	507.526	507.754	20.242	7,97
2045	507.982	507.982		

Para el cálculo de la TGF, tomamos el flujo de nacimientos y la población media de mujeres de 15 a 49 años, hay que tener igualmente en cuenta que estamos manejando datos de quinquenios. Sin olvidar nunca esta circunstancia, para el cálculo de los diferentes parámetros de la  $TEF_x$ , el  $ISF$ , la  $TBR$  y la *edad media a la maternidad*, utilizamos las fórmulas explicadas en este capítulo.

La posición de los valores de *flujos* y *stock* sobre el diagrama de Lexis facilitará la interpretación de la evolución de los valores así como su correspondencia con los del *análisis longitudinal*.

### 3. Natalidad y fecundidad

	TEFx	TEFx	TEFx	TEFx	TEFx
50	18.200 30 18.070	18.070 19 18.850	18.850 6 21.450	21.450 7 20.800	20.800 5 21.450
45	18.070 348 18.850	18.850 84 21.450	21.450 118 20.800	20.800 115 21.450	21.450 22 19.500
40	18.850 1.394 21.450	21.450 936 20.800	20.800 473 21.450	21.450 459 19.500	19.500 478 19.370
35	21.450 3.434 20.800	20.800 2.775 21.450	21.450 1.895 19.500	19.500 1.955 19.370	19.370 2.179 20.670
30	20.800 6.396 21.450	21.450 4.058 19.500	19.500 3.974 19.370	19.370 3.612 20.670	20.670 3.993 26.300
25	21.450 11.174 19.500	19.500 8.648 19.370	19.370 5.657 20.670	20.670 5.619 26.300	26.300 4.634 19.240
20	19.500 7.144 19.370	19.370 8.693 20.670	20.670 5.527 26.300	26.300 3.593 19.240	19.240 2.956 12.700
15	18.850 5.788 18.070	18.070 7.144 20.670	20.670 3.797 26.300	26.300 1.711 19.240	19.240 759 12.700
1975	741	637	313	325	228
P.M. Mujeres <sub>15-49</sub>	138.905	140.790	145.815	148.435	143.280
Nacimientos	54.492	39.945	26.310	25.865	23.531
TGF	78,46	56,74	36,09	34,85	32,85
ISF	2,637	1,960	1,302	1,261	1,117
TBR	1,271	0,945	0,628	0,608	0,538
xM	28,36	28,28	29,38	29,48	30,39

	TEFx	TEFx	TEFx	TEFx	TEFx
50	21.450 8 19.500	19.500 7 19.370	19.370 7 20.670	20.670 7 26.300	26.300 8 19.240
45	19.500 146 19.370	19.370 148 20.670	20.670 162 26.300	26.300 173 19.240	19.240 159 12.700
40	19.370 583 20.670	20.670 1.694 26.300	26.300 1.825 19.240	19.240 1.703 12.700	12.700 1.376 12.870
35	20.670 2.968 26.300	26.300 3.183 19.240	19.240 3.436 12.700	12.700 3.205 12.870	12.870 2.590 11.360
30	26.300 4.679 19.240	19.240 5.059 12.700	12.700 4.711 12.870	12.870 3.807 11.360	11.360 3.408 12.350
25	19.240 4.308 12.700	12.700 5.694 12.870	12.870 2.884 11.360	11.360 4.293 12.350	12.350 2.433 12.740
20	12.700 2.754 11.360	11.360 2.421 12.740	11.360 1.844 11.360	11.360 1.555 12.740	12.740 808 11.160
15	12.870 1.588 11.160	11.160 823 12.740	12.740 444 12.350	12.350 539 12.740	12.740 427 11.160
2000	221	190	144	183	189
P.M. Mujeres <sub>15-49</sub>	134.940	126.580	119.000	111.525	99.990
Nacimientos	25.560	25.297	23.118	19.857	17.355
TGF	37,88	39,97	38,85	35,61	34,71
ISF	1,216	1,320	1,452	1,472	1,399
TBR	0,586	0,636	0,700	0,709	0,674
xM	30,39	30,30	30,85	31,43	31,55

	TEFx		TEFx		TEFx		TEFx	
50	19,240	7	12,700	5	12,870	5	11,360	4
45	12,700	32	12,870	25	11,360	21	12,350	16
40	506	126	446	112	346	87	439	112
35	1,232	506	971	446	1,278	346	1,372	439
30	2,319	1,232	1,827	971	2,407	1,278	2,483	1,372
25	2,698	2,319	3,537	1,827	3,798	2,407	4,228	2,483
20	3,028	2,698	3,989	3,537	4,279	3,798	4,585	4,228
15	2,242	3,028	2,267	3,989	2,388	4,279	2,444	4,585
	1,434	2,242	1,449	2,267	1,522	2,388	1,594	2,444
	1,068	1,434	1,138	1,449	1,198	1,522	1,296	1,594
	707	1,068	759	1,138	797	1,198	862	1,296
	473	707	496	759	537	797	565	862
	203	473	212	496	230	537	242	565
	2025	2025	2030	2030	2035	2035	2040	2040

P.M.Mujeres <sub>15-49</sub>	87,593	80,610	75,897	72,321
Nacimientos	16,054	17,233	18,879	20,242
TGF	36,66	42,76	49,75	55,98
ISF	1,333	1,457	1,701	2,029
TBR	0,642	0,702	0,820	0,978
xM	31,06	30,52	30,35	30,40

$$P. M. Mujeres_{15-49}^{1975} = ((19.500 + \dots + 18.200) + (19.370 + \dots + 18.070)) / 2 = 138.905$$

$${}_5Nacimientos^{1975} = 741 + 1.728 + 5.788 + 8.683 + \dots + 1.394 + 348 + 136 + 30 = 54.492$$

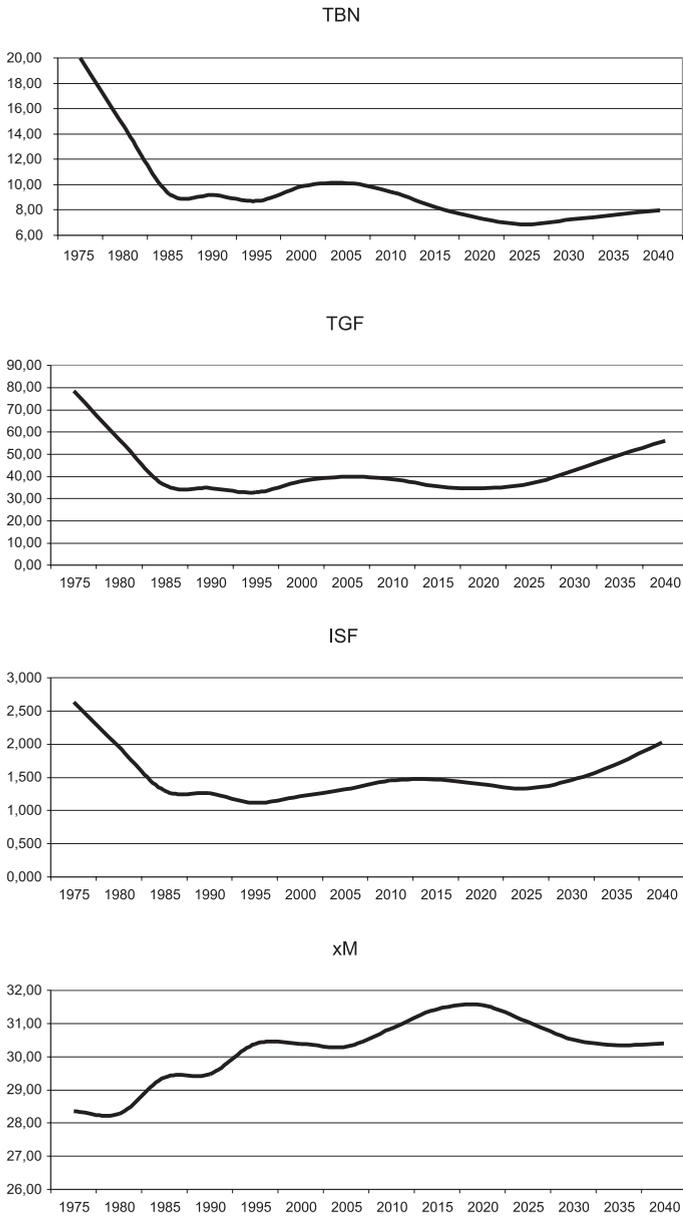
$${}_5TGF^{1975} = \frac{54.492 / 5}{138.905} * 1.000 = 78,46$$

$${}_5ISF^{1975} = (25,41 + \dots + 1,83) / 1.000 * 5 = 2,637$$

$${}_5TBR^{1975} = 2,637 * 0,4828 = 1,271$$

$$xM^{1975} = ((17,5 * 25,4) + \dots + (47,5 * 1,83)) / (25,41 + \dots + 1,83) = 28,36$$

**Figura 3.3. Curvas de evolución de los diferentes parámetros**



Es de destacar que estamos ante una población que, tras una fuerte caída de la fecundidad y de la natalidad, muestra una tendencia creciente de la fecundidad que no se ve igualmente reflejada en la natalidad por efecto de la estructura por edad.

Entre 1995 y 2040, aunque el *ISF* crece un 81,6%, la TBN decrece un 14,0%, ya que los efectivos de la población femenina en edad *fértil* se han visto reducidos prácticamente a la mitad, cosa que no ocurre con la población total. Dada la ausencia de elementos perturbadores, tras esta situación están las bajas tasas de fecundidad registradas desde 1985. Es de destacar también la relación que se observa entre el *ISF* y la *xM*.

**3.3.3** Nuevamente con la ayuda del diagrama de Lexis visualizamos los distintos tipos de observación de la fecundidad en el análisis longitudinal de la generación de 1960-1964. Al no variar el número inicial de mujeres el denominador es siempre el mismo.

Tasas de Fecundidad Cohorte (1960-64), Período (1975-79), Edad (15-19):

$$TF_{15-19} = \frac{741/5}{19.370} * 1.000 = 7,65$$

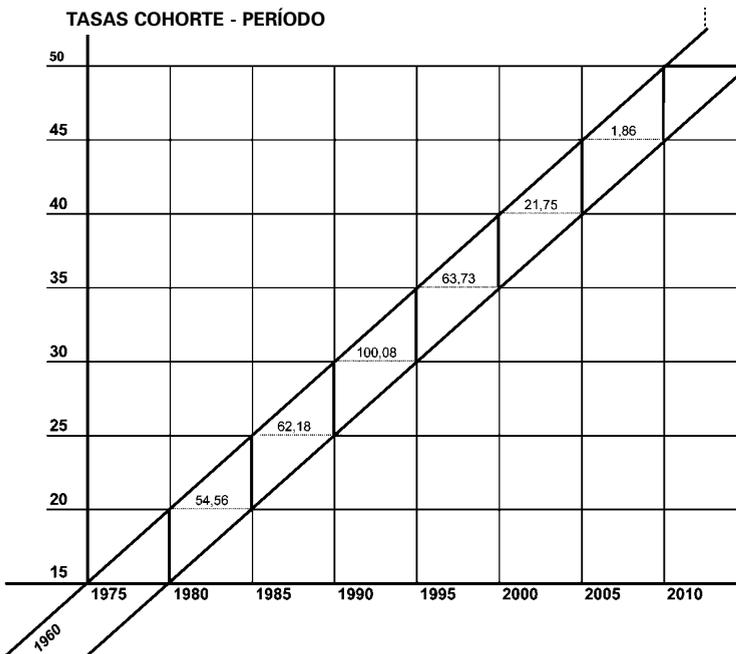
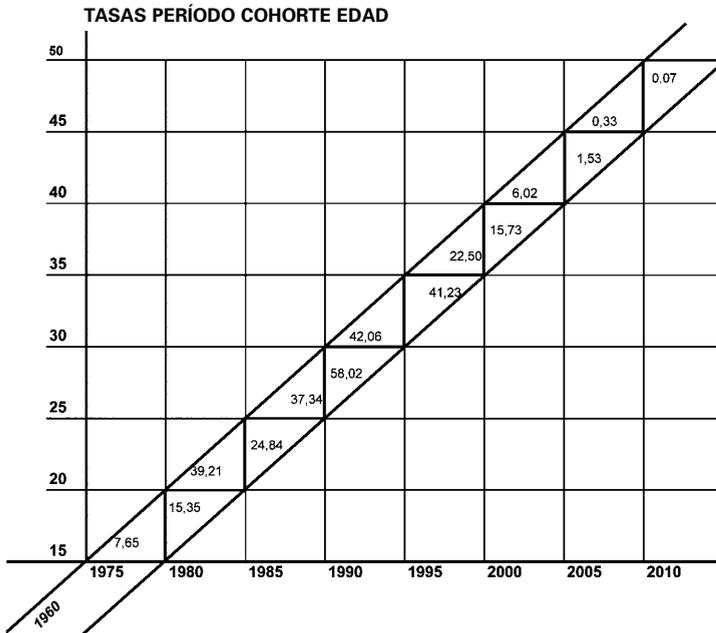
Tasas de Fecundidad Cohorte (1960-64), Edad (15-19):

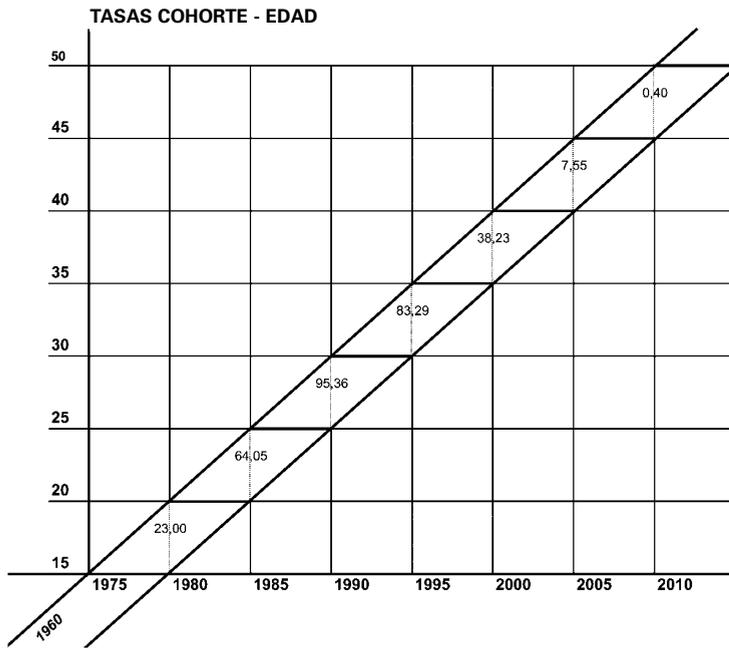
$$TF_{15-19} = \frac{(741+1.487)/5}{19.370} * 1.000 = 23,00$$

Tasas de Fecundidad Cohorte (1960-64), Período (1980-1984):

$$TF_{15-19} = \frac{(1.487+3.797)/5}{19.370} * 1.000 = 54,56$$

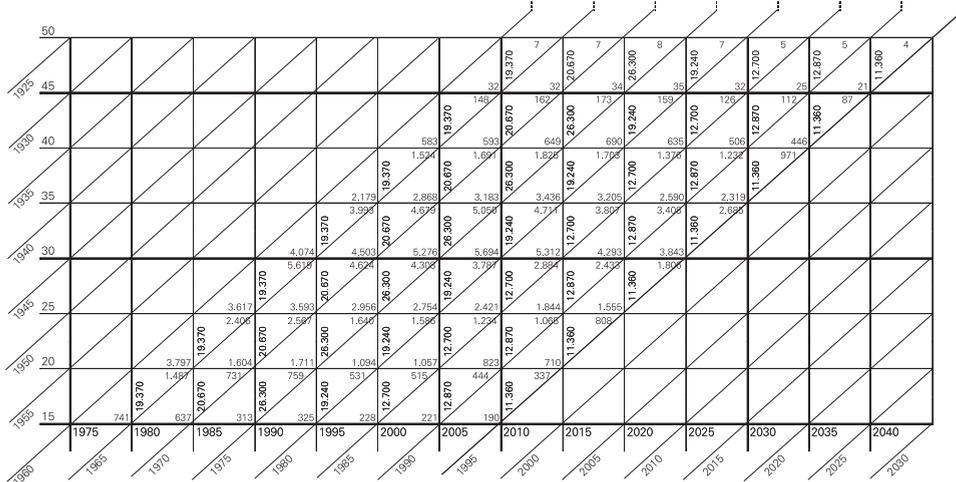
### 3. Natalidad y fecundidad





**3.3.4** Para el cálculo de los parámetros propios del análisis longitudinal, partimos de la disposición de los datos de nacimientos de las generaciones con un recorrido completo sobre el diagrama de Lexis.

	1960	1965	1970	1975	1980	1985	1990
Mujeres	19,370	20,670	26,300	19,240	12,700	12,870	11,360
Total de nacimientos	30,207	28,292	27,886	26,511	22,837	18,998	15,782
Descendencia final	1,559	1,369	1,060	1,378	1,798	1,476	1,389



### 3. Natalidad y fecundidad

Para el cálculo de la *descendencia final*, de las *descendencias alcanzadas* y de la *edad media a la maternidad* puede ser más útil disponer los datos sobre unas *tablas de fecundidad*:

	Nacimientos	%	Descendencia	% Alcanzada
<b>1960</b>				
15-19	2.228	7,4		
20-24	6.203	20,5	2.228	7,4
25-29	9.326	30,8	8.431	27,8
30-34	8.067	26,6	17.757	58,6
35-39	3.703	12,2	25.824	85,2
40-44	731	2,4	29.527	97,5
45-49	39	0,1	30.258	99,9
Total Nacimientos	30.297	100,0	30.297	100,0
Descendencia final				1,559
Edad media a la Maternidad				28,68
<b>1970</b>				
15-19	1.072	3,8		
20-24	3.352	12,0	1.072	3,8
25-29	7.265	26,1	4.424	15,9
30-34	10.326	37,0	11.688	41,9
35-39	5.008	18,0	22.014	78,9
40-44	822	2,9	27.022	96,9
45-49	42	0,1	27.844	99,9
Total Nacimientos	27.886	100,0	27.886	100,0
Descendencia final				1,060
Edad media a la Maternidad				30,63
<b>1980</b>				
15-19	743	3,3		
20-24	2.292	10,0	743	3,3
25-29	5.305	23,2	3.034	13,3
30-34	9.118	39,9	8.340	36,5
35-39	4.581	20,1	17.458	76,4
40-44	761	3,3	22.039	96,5
45-49	37	0,2	22.800	99,8
Total Nacimientos	22.837	100,0	22.837	81,9
Descendencia final				1,798
Edad media a la Maternidad				31,21
<b>1990</b>				
15-19	527	3,3		
20-24	1.518	9,6	527	3,3
25-29	3.362	21,3	2.045	13,0
30-34	6.528	41,4	5.407	34,3
35-39	3.289	20,8	11.935	75,6
40-44	533	3,4	15.224	96,5
45-49	25	0,2	15.757	99,8
Total Nacimientos	15.782	100,0	15.782	100,0
Descendencia final				1,389
Edad media a la Maternidad				31,38

La distribución de la *descendencia entre aniversarios* y los datos de la *descendencia alcanzada* en distintos aniversarios dan una completa información sobre el *retraso en el calendario*, reflejado en la evolución de la *edad media a la maternidad*.

### 3.3.5 Retraso del calendario.

En primer lugar, tal como propone el ejercicio, se han modificado los datos de partida, incorporando las variaciones en el calendario de los nacimientos de las mujeres de la generación de 1960-1964.

Al tratarse de un retraso en sentido estricto, es decir, no se modifica la descendencia final, sólo se producen variaciones en la *descendencia alcanzada* en determinados aniversarios. En concreto, antes de producirse el retraso, al cumplir los 30 años de edad las mujeres de la generación habían tenido el 58,5% de su descendencia final, mientras que después del retraso esa proporción se reduce al 47,9%.

## **Nacimientos de las mujeres de la generación de 1960-1964**

	Calendario A			Calendario B		
	Descendencia entre aniversarios	Descendencia alcanzada	%	Descendencia entre aniversarios	Descendencia alcanzada	%
15-19	2.228			2.228		
20-24	6.203	2.228	7,4	4.603	2.228	7,4
25-29	9.236	8.431	27,9	7.636	6.831	22,6
30-34	8.067	17.667	58,5	9.667	14.467	47,9
35-39	3.703	25.734	85,2	5.303	24.134	79,9
40-44	731	29.437	97,5	731	29.437	97,5
45-49	39	30.168	99,9	39	30.168	99,9
Total de nacimientos	30.207	30.207	100,0	30.207	30.207	100,0
Descendencia final	1,559			1,559		

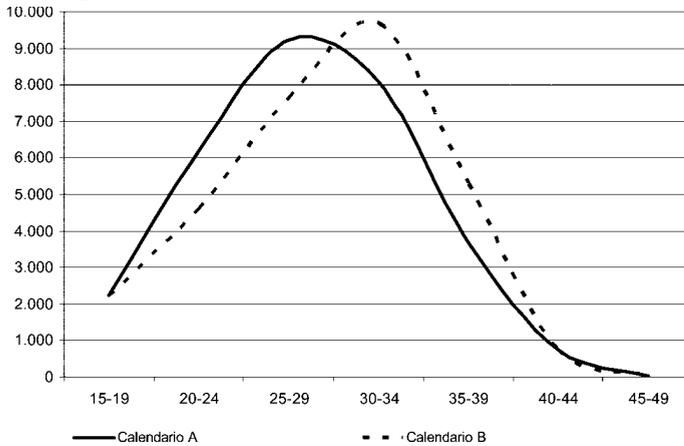
En las curvas de la Figura 3.4 queda reflejado el retraso del calendario en las curvas que representan la intensidad de la descendencia entre aniversarios. Las curvas de la Figura 3.5 muestran el efecto del retraso sobre la evolución de la *edad media a la maternidad*.

La hoja de cálculo permite obtener también los indicadores para los diferentes períodos en los que están presentes las mujeres de la generación de 1960-1964. Deben compararse con los anteriormente obtenidos (Ejercicio 3.3.2).

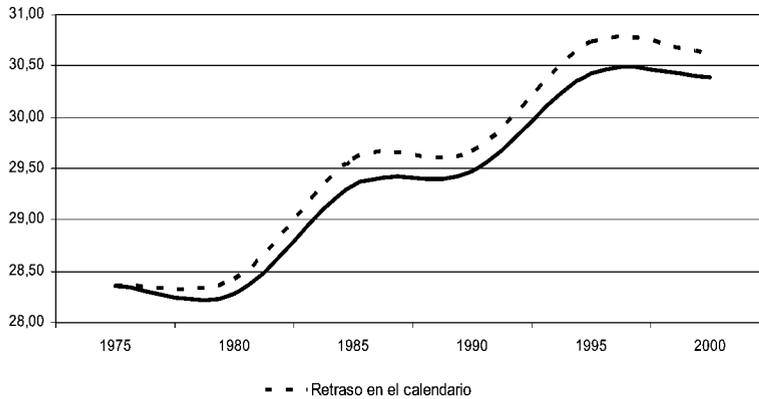
### 3. Natalidad y fecundidad

	TEFx	TEFx	TEFx	TEFx	TEFx	TEFx
50	1,82	1,11	0,33	0,36	0,26	0,42
45	18,88	11,62	5,60	5,43	5,84	7,50
40	52,18	40,22	27,48	29,24	42,57	51,87
35	114,25	81,74	82,59	88,36	91,87	84,78
30	173,43	138,43	89,26	82,03	64,56	62,03
25	141,36	88,94	32,57	36,44	24,01	33,09
20	25,40	21,22	8,85	9,52	9,50	11,52
15						
	1975	1980	1985	1990	1995	2000
P.M. Mujeres <sub>15-49</sub>	138.905	140.790	145.815	148.435	143.280	134.940
Nacimientos	54.492	39.095	24.960	25.765	25.031	26.360
TGF	78,46	55,54	34,24	34,72	34,94	39,07
ISF	2,637	1,916	1,234	1,257	1,193	1,256
TBR	1,271	0,924	0,595	0,606	0,575	0,605
xM	28,36	28,41	29,58	29,67	30,73	30,62

**Figura 3.4. Nacimientos entre aniversarios de la generación de 1960-1964**



**Figura 3.5. Evolución de la  $xM$  con el efecto del retraso del calendario en la generación de 1960-1964**



**3.3.6** Para analizar el efecto de la fecundidad de las mujeres inmigrantes es conveniente utilizar la estructura del diagrama de Lexis sobre una hoja de cálculo. Hay que considerar que a partir de 2010 las hijas de las inmigrantes comienzan a incorporarse al período de vida fértil, contribuyendo también a la natalidad.

En el diagrama siguiente quedan representados los stocks de población y los nacimientos resultantes de aplicar las correspondientes tasas de fecundidad. Para el cálculo de las hijas de las inmigrantes se ha utilizado una sex ratio al nacimiento de 0,482.

### 3. Natalidad y fecundidad

	1.01.1995	1.01.2000	1.01.2005	1.01.2010	1.01.2015	1.01.2020	1.01.2025	1.01.2030	1.01.2035									
50	0	3	600	8	800	10	1.000	4	2.900	126	2.500	4	1.500	2	500	1	0	
45	0	46	800	103	1.000	223	2.900	93	2.500	76	1.500	50	500	12	0	31	1.353	
40	0	160	1.000	622	2.900	861	2.500	462	1.500	307	500	78	0	198	1.353	442	2.396	
35	0	889	2.900	1.656	2.500	1.227	1.500	628	500	158	0	405	1.353	903	2.396	1.215	1.653	
30	0	1.176	2.500	1.881	1.500	941	500	92	0	223	1.353	468	2.396	593	1.653	366	701	
25	0	506	1.500	675	500	169	0	99	1.353	213	2.396	276	1.653	174	701	117	579	
20	0	27	500	27			1.353	76	2.396	98	1.653	62	701	42	579	48	647	
15																		
Mujeres	4.900	9.500	9.476	10.451	10.526	9.003	7.643	7.257										
Nacimientos	2.807	4.972	3.430	1.454	1.202	1.342	1.926	2.220										
TGF	114,56	104,67	72,40	27,83	22,84	29,82	50,39	61,20										
ISF	2,782	2,782	2,782	1,452	1,517	1,399	1,333	1,457										
TBR	1,341	1,341	1,341	0,700	0,731	0,674	0,642	0,702										
xM	28,8	28,8	28,8	30,9	31,9	31,6	31,1	30,5										

Con objeto de observar los efectos de los aportes de los flujos de inmigrantes sobre los indicadores de fecundidad en los períodos quinquenales 1995-2000, 2000-2005 y 2005-2010, sumados los stock de mujeres y los flujos de nacimientos de la población de inmigrantes, que se acaban de calcular, y los correspondientes a la población autóctona (Ejercicio 3.3.2), se obtienen los diferentes indicadores de fecundidad para el conjunto de la población.

50		$TEF_x$		50		$TEF_x$		50		$TEF_x$				
	20.800	30	22.050	0,283		22.050	51	20.300	0,479		20.300	49	20.370	0,481
45	21.450	644	20.300	6,168		20.300	832	20.370	8,184		20.370	964	23.570	8,778
40	19.500	3.497	20.370	35,079		20.370	5.014	23.570	45,645		23.570	5.735	28.800	43,807
35	19.370	9.385	23.570	87,426		23.570	11.611	28.800	88,683		28.800	11.971	20.740	96,653
30	20.670	8.756	28.800	70,796		28.800	8.943	20.740	72,210		20.740	7.149	13.200	84,250
25	26.300	3.240	20.740	27,551		20.740	3.318	13.200	39,100		13.200	2.226	12.870	34,149
20	19.240	786	13.200	9,695		13.200	763	12.870	11,711		12.870	634	12.713	9,913
15														
	1.01.1995	1.01.2000				1.01.2000	1.01.2005					1.01.2005	1.01.2010	
Mujeres	148.180				144.440							136.056		
Nacimientos	26.338				30.532							28.727		
TGF	35,55				42,28							42,23		
ISF	1,185				1,330							1,390		
TBR	0,571				0,641							0,670		
xM	30,2				30,2							30,4		

La población total se verá incrementada, además de por los efectivos de inmigrantes llegados, por los nacimientos debidos a las inmigrantes. En el ejercicio propuesto, los nacimientos producidos entre 1995 y 2035 como consecuencia de la llegada de las inmigrantes en el período 1995-1999, asciende a 19.353.



## Capítulo 4

# Movimientos migratorios

Es común que los miembros de una población realicen desplazamientos, tanto dentro de su área geográfica como fuera de ella. Los principales motivos para que se lleven a cabo estos movimientos son de orden laboral, educativo, económico, político, de salud o recreativo. Sin embargo, no todo desplazamiento puede ser considerado como *migración*.

A diferencia de una *población cerrada*, una *población abierta* aumenta o disminuye su magnitud de acuerdo con el balance de los *nacimientos*, *defunciones* y *movimientos migratorios*. Por ello, el estudio de este componente es fundamental en cualquier análisis demográfico, debido a su relación con los cambios en la *estructura* y la *dinámica* de la población.

La migración es el tercer componente de cambio demográfico, y puede producir un importante efecto sobre los otros componentes del mismo. Por ello, en principio, debería recibir la misma atención que los otros dos componentes, *fecundidad* y *mortalidad*. Sin embargo, tradicionalmente, al análisis de la migración se le ha prestado mucha menos atención que al análisis de la fecundidad o de la mortalidad, en parte porque presenta mayores dificultades.

Para empezar, la migración afecta a más de una población: una persona se mueve desde una población de origen a una población de destino. Además hay dificultades prácticas para medir la migración: mientras un individuo tan sólo fallece en una ocasión, una persona puede migrar en múltiples ocasiones a lo largo de su curso de vida, siendo un evento *renovable* o *repetible*, y también *reversible*, puesto que pueden darse *migraciones de retorno*. A ello hemos de añadir que los datos con los que normalmente contamos para el estudio de la migración recogen los movimientos

migratorios de forma mucho menos exhaustiva de lo que lo hacen los registros vitales disponibles para el estudio de otros *fenómenos* demográficos.

### 4.1 Conceptos básicos

La migración se define como el cambio del lugar de residencia habitual o permanente de una persona. Estamos ante una idea aparentemente simple pero difícil de aplicar; por ejemplo, cómo definir el lugar de residencia habitual de las personas que viven en diferentes lugares estacionalmente, con movimientos regulares entre dos o más lugares de residencia. La práctica habitual es excluir este tipo de movimientos del estudio de la migración<sup>1</sup>, y considerar que el lugar de residencia habitual es donde el individuo tiene su residencia principal de forma permanente.

En segundo lugar, para que un cambio de residencia habitual se considere *movimiento migratorio*, debe ocurrir que el migrante cruce las fronteras o límites de un área geográfica determinada. La determinación de los límites que convierten la movilidad en migración contiene una gran dosis de subjetividad, por cuanto sería posible dividir el territorio en una trama tan densa que prácticamente cualquier desplazamiento traspasaría un límite territorial –por ejemplo, si utilizásemos la red de *secciones censales*–, constituyendo, por tanto, una migración. Así, el fenómeno migratorio varía de forma muy notable según tomemos como unidad espacial de análisis una unidad inframunicipal (la sección, el barrio, el distrito), el municipio, la comarca, la provincia, la comunidad autónoma o la totalidad del Estado. Desde el punto de vista del análisis demográfico las técnicas no varían, pero cuanto más pequeña es la unidad territorial más afinado debe ser el sistema de recogida de datos.

Los diferentes tipos de desplazamiento se caracterizan por la *distancia* recorrida y por la *duración* de la estancia. De ahí, por ejemplo, la conveniencia de distinguir, entre la *migración interna* y la *migración internacional*, o entre la *migración temporal* y la *migración definitiva o permanente*. *Migración internacional* es aquella en la que

---

<sup>1</sup> El censo de 2001 ha introducido el concepto de población vinculada, que permite estudiar este tipo de movilidad temporal, con el objetivo de acercarse a la carga real de la población sobre el territorio. La población vinculada se define como el conjunto de personas censables (es decir, con residencia habitual en España) que tienen algún tipo de vinculación habitual con el municipio en cuestión, ya sea porque residen allí, porque trabajan o estudian allí, o porque, no siendo su residencia habitual, suelen pasar allí ciertos períodos de tiempo (veraneos, puentes, fines de semana...). Esta definición se hace operativa a partir de las preguntas sobre lugar de trabajo o de estudio, disponibilidad de segunda vivienda, y el uso dado a ésta.

los protagonistas se mueven de un país a otro, mientras que *migración interna* es la que se realiza dentro del mismo país. *Migración interregional* es aquella que se realiza entre distintas regiones, mientras la *intrarregional* abarca los movimientos producidos dentro de un ámbito regional; de la misma forma se puede hablar de *migración interprovincial*, *intraprovincial*, *intermunicipal* o *intramunicipal*. Respecto a la duración, las recomendaciones de los organismos internacionales proponen, generalmente, el año como duración mínima para definir una *migración permanente*.

Un *migrante* es una persona que traslada su residencia habitual de un lugar a otro, cumpliendo con los términos básicos de la definición de migración. Esta persona es un emigrante en su lugar de origen, y un inmigrante en su lugar de destino. Es decir, la *emigración* es referida siempre con respecto al lugar de residencia anterior, mientras que la *inmigración* hace referencia al fenómeno desde la óptica del lugar de destino del mismo. Cuando el destino es un lugar en el que ya se ha residido anteriormente –el lugar de nacimiento, por ejemplo–, se trata de una *migración de retorno*, fenómeno que se define siempre respecto a un área geográfica de referencia.

El flujo de migrantes entre dos áreas,  $i$  y  $j$ , es denominado *corriente migratoria*. Las corrientes migratorias pueden tener dos direcciones: desde  $i$  hacia  $j$ , y desde  $j$  hacia  $i$ . El número de personas que se mueven desde  $i$  hacia  $j$  en un período determinado es  $M_{ij}$  y el número de las que se mueven desde  $j$  hacia  $i$  es  $M_{ji}$ . De esta forma:

a) El total de migrantes que se mueven entre las dos áreas es  $M_{ij}+M_{ji}$ , que se denomina *migración bruta* entre las áreas  $i$  y  $j$ .

b) El efecto neto de los dos flujos opuestos es  $M_{ij}-M_{ji}$ , que se denomina *migración neta o saldo migratorio* entre  $i$  y  $j$ . Si  $M_{ij}-M_{ji}<0$  el área  $i$ , en el balance final, está perdiendo población respecto al área  $j$ ; si por el contrario,  $M_{ij}-M_{ji}>0$ , el área  $i$  está ganando población a expensas de la población del área  $j$ . Si  $M_{ij}=M_{ji}$  la migración neta es cero.

Tanto la migración bruta como el saldo migratorio son buenas informaciones, pero es importante saber qué no nos revelan. La migración bruta nos dice cómo de importante (cuantitativamente) es el movimiento, pero no dice nada sobre la dirección del mismo, ni sobre su efecto en cada una de las dos áreas. El saldo migratorio nos informa sobre el resultado de los flujos migratorios entre ambas áreas, pero no nos informa sobre el volumen migratorio implicado en dichos flujos, ni sus características.

## 4.2 Matrices migratorias

Diversas fuentes ofrecen información que permite analizar la dirección e intensidad de las migraciones (ver Capítulo 8). Para trabajar con este tipo de datos, que ofrecen información sobre el origen y el destino de los flujos migratorios, resulta muy útil ordenar la información en matrices migratorias, a partir de las cuales se pueden calcular diversos indicadores.

Los censos de población habitualmente contienen diferentes tipos de preguntas de utilidad para el análisis de los procesos migratorios:

a) una pregunta sobre el *lugar de nacimiento*, que permite medir la migración en el transcurso de la vida o migración remanente, es decir, si una persona ha cambiado alguna vez su lugar de residencia desde su nacimiento. Evidentemente, esta información es muy limitada dado el número de veces que un individuo puede cambiar de lugar de residencia a lo largo de su vida.

b) una pregunta acerca del *lugar de residencia anterior al actual*, lo cual permite obtener información sobre el movimiento migratorio más reciente.

c) una pregunta acerca del *lugar de residencia en una fecha pasada fija*, por ejemplo, la fecha en la que se realizó el último Censo de Población, o un año antes.

De estos tres tipos de preguntas, tan sólo la segunda, la referida al último movimiento migratorio, nos proporciona información acerca del *proceso* migratorio, es decir, la fecha, el origen y el destino. Tanto las preguntas referidas al lugar de nacimiento, como a una fecha pasada fija, nos informan de que una persona estaba viviendo en el lugar  $i$  en un cierto momento  $t_1$ , y en el lugar  $j$  en el momento  $t_2$ . Nosotros podemos inferir que esta persona realizó un movimiento entre esos dos lugares en el *período* comprendido entre  $t_1$  y  $t_2$ . Pero también podía haber ocurrido que se hubiese movido dos veces durante el mismo período, una desde  $i$  hacia  $j$ , y otra desde  $j$  hacia  $i$ , sin que dichos movimientos queden reflejados.

Con la información proporcionada por cualquiera de estas preguntas censales se puede construir una matriz migratoria, en la que las filas y las columnas representan los lugares de origen (nacimiento o residencia anterior) y de destino de la población (residencia en el momento censal). Las matrices permiten ordenar con detalle los datos referidos a lugares de origen y destino de los movimientos migratorios, pero también se ha de tener en cuenta que presentan un cuadro más estructural que dinámico de las migraciones.

### Cuadro 4.1. Matriz migratoria

Área de residencia anterior (t-n)	Área de residencia actual (t)					
	i	j	k	...	z	Total
i	$M_{ii}$	$M_{ij}$	$M_{ik}$	...	$M_{iz}$	$P_i^{t-n}$
j	$M_{ji}$	$M_{jj}$	$M_{jk}$	...	$M_{jz}$	$P_j^{t-n}$
k	$M_{ki}$	$M_{kj}$	$M_{kk}$	...	$M_{kz}$	$P_k^{t-n}$
...	...	...	...	...	...	...
z	$M_{zi}$	$M_{zj}$	$M_{zk}$	...	$M_{zz}$	$P_z^{t-n}$
Total	$P_i^t$	$P_j^t$	$P_k^t$	...	$P_z^t$	

En la matriz anterior  $t$  es el momento de referencia censal para el que se recogen los datos, y  $t-n$ , el momento anterior para el que se recoge el lugar de residencia (nacimiento, censo anterior, último movimiento, etc.). De esta forma,  $M_{ji}$  representa la población con residencia pasada en el área  $j$  que ahora tiene su residencia en el área  $i$ ,  $P_i^t$  corresponde a la población actual del área  $i$ ,  $P_j^{t-n}$  corresponde a la población pasada del área  $j$ , y  $M_{ij}$  corresponde a la población pasada del área  $i$ , que aún reside en la misma.

El número de inmigrantes en  $i$  durante el período de estudio es  $I_i = P_i^t - M_{ii}$

El número de emigrantes en  $j$  durante el período de estudio es  $E_j = P_j^{t-n} - M_{jj}$

El saldo migratorio de  $i$  durante el período en estudio es  $SM_i = I_i - E_i$

Por ejemplo, el siguiente cuadro representa una matriz de migración para las 4 provincias gallegas en el año 2001. Los datos utilizados en la matriz corresponden a los datos del Censo del año 2001, según la pregunta sobre el lugar de residencia 10 años antes, por tanto, corresponden a las migraciones realizadas durante el período 1991-2001.

### **Cuadro 4.2. Matriz migratoria para las provincias gallegas 1991-2001**

Provincia de residencia en 1991	Provincia de residencia en 2001					TOTAL
	Coruña (A)	Lugo	Ourense	Pontevedra	Fuera de la Comunidad	
Coruña (A)	958.440	2.755	1.416	5.251	19.615	987.477
Lugo	4.285	316.125	952	1.240	5.334	327.936
Ourense	2.560	806	290.644	3.803	7.144	304.957
Pontevedra	5.826	1.100	2.151	782.262	14.379	805.718
Fuera de la Comunidad	15.058	6.884	5.986	10.202		
En el extranjero	20.308	4.080	11.155	16.085		
No aplicable	85.197	23.271	22.206	80.977		
<b>TOTAL</b>	<b>1.091.674</b>	<b>355.021</b>	<b>334.510</b>	<b>899.820</b>		

Fuente: INE: Censo de Población, 2001.

La fila "No aplicable" hace referencia fundamentalmente a la población menor de 10 años en el año 2001 y a la población de 10 o más años que no declaró su lugar de residencia 10 años antes del censo. La fila "En el extranjero" representa la población que en 1991 tenía su residencia en un país diferente. Los que, residiendo en 1991 en alguna de las provincias, en 2001 no residían en España no quedan reflejados en el censo.

Esta matriz permite una primera observación bruta de las corrientes migratorias más importantes. En este caso puede observarse que las corrientes migratorias más numerosas entre las provincias gallegas se establecen entre A Coruña y Pontevedra, mientras que hacia A Coruña se dirigen más migrantes que parten de Lugo, y hacia Pontevedra más que parten de Ourense.

De acuerdo con la información de la matriz, los totales de inmigración y emigración interna para cada provincia en el período 1991-2001, son los que se recogen en el Cuadro 4.3. Estos datos señalan, por ejemplo, que las cuatro provincias son zonas de expulsión de población, presentando un saldo migratorio interno negativo.

### **Cuadro 4.3. Volumen de la migración interna entre las provincias gallegas, 1991-2001**

	Inmigración interna	Emigración interna	Saldo migratorio interno
Coruña (A)	27.729	29.037	-1.308
Lugo	11.545	11.811	-266
Ourense	10.505	14.313	-3.808
Pontevedra	20.496	23.456	-2.960

Fuente: INE. Censo de Población, 2001.

Además de la migración interna, la información de la matriz permite estimar la inmigración internacional que se produjo durante la década anterior al censo (Cuadro 4.4), siendo la provincia de A Coruña la que recibe mayor número de efectivos por inmigración, tanto interna como internacional, mientras la provincia de Ourense es la que recibe un menor flujo de inmigración interna, y la de Lugo una menor inmigración internacional. Los datos del censo muestran una inmigración total, para las cuatro provincias gallegas, de 121.903 personas. Por el contrario, la emigración internacional no queda registrada.

### **Cuadro 4.4. Volumen de la inmigración en las provincias gallegas, 1991-2001**

	Inmigración interna	Inmigración internacional	Inmigración total
Coruña (A)	27.729	20.308	48.037
Lugo	11.545	4.080	15.625
Ourense	10.505	11.155	21.660
Pontevedra	20.496	16.085	36.581
Total	70.275	51.628	121.903

Fuente: INE. Censo de Población, 2001.

Pero los datos brutos no permiten medir la verdadera magnitud de un fenómeno, por ello es preciso utilizar indicadores relativos.

## **4.3 Índices simples**

Las matrices migratorias permiten el cálculo de indicadores simples de inmigración, emigración o saldo migratorio, relacionando la población migrante con los residentes en cada área.

### 4.3.1 Proporciones

Para estimar la *proporción de población no nativa*, también conocida como *índice de aloctonía*, se requiere tener información sobre el lugar nacimiento. El índice de aloctonía se calcula:

$$IA = \frac{NN^t}{P^t}$$

en donde  $NN^t$  corresponde al número de no nativos en la población en el momento  $t$ .

Para ejemplificar la utilización de esta proporción, se presenta la matriz de migración de acuerdo con el lugar de nacimiento y de residencia actual, para las provincias catalanas, según datos del Censo de Población de 2001 (Cuadro 4.5).

#### **Cuadro 4.5. Matriz de migración remanente de las provincias catalanas, según datos del Censo de 2001**

Provincia de nacimiento	Provincia de residencia actual					
	Barcelona	Girona	Lleida	Tarragona	Fuera de la Comunidad	TOTAL
Barcelona	<b>3.024.671</b>	61.982	24.760	56.595	242.621	3.410.629
Girona	35.779	<b>342.715</b>	1.360	1.738	20.629	402.221
Lleida	55.961	3.682	<b>257.558</b>	8.670	26.434	352.305
Tarragona	40.435	2.289	3.468	<b>364.706</b>	31.063	441.961
Fuera de la Comunidad	1.329.418	108.809	56.823	140.522		
En el extranjero	289.842	42.882	15.452	34.249		
<b>TOTAL</b>	<b>4.776.106</b>	<b>562.359</b>	<b>359.421</b>	<b>606.480</b>		

Fuente: INE: Censo de Población, 2001.

Si se consideran que en la provincia de Barcelona residían en 2001 4.776.106 personas, de las cuales 3.024.671 nacieron en la misma, entonces el *índice de aloctonía* en esta provincia es:

$$IA_{Barcelona} = \frac{1.751.435}{4.776.106} = 0,367$$

Este valor significa que el 36,7% de la población de la provincia de Barcelona no es nativa de la misma, sino que inmigró a ella en algún momento de su vida.

La *proporción de emigrantes* relaciona el número de emigrantes de un área determinada, con respecto a la población de origen al inicio del intervalo de estudio. El análisis de la emigración presenta el problema de la imposibilidad de medir la que tiene un destino internacional ya que no puede medirse por medio de las fuentes clásicas. Suponiendo que no existe emigración internacional, el porcentaje de emigración para el área  $i$ , viene dado por:

$$PE_i = \frac{\sum_{j=1, j \neq i}^z M_{ij}}{P_i^{t-n}}$$

La *proporción de inmigrantes* corresponde a la relación entre el número de personas inmigrantes de un área, con respecto a la población total de la misma en el momento final del intervalo de estudio. A diferencia de lo que ocurre con los emigrantes, la información censal recoge la población inmigrante internacional, permitiendo estimar con mayor precisión esta medida. Para el área  $j$ , ésta viene dada por:

$$PI_j = \frac{\sum_{i=1, i \neq j}^z M_{ij} + (l.inter)_j}{P_j^t}$$

El término  $(l. inter)_j$  representa la inmigración internacional en la localidad  $j$  durante el período de interés y  $P_j^t$  corresponde a la población total de esta área al final del período.

Con la información de la matriz migratoria para las provincias gallegas durante el período 1991-2001, se pueden determinar las proporciones de emigración y de inmigración a escala provincial para esta década. De este modo, la proporción de emigrantes internos de la provincia de Ourense ha sido:

$$PE_{Ourense} = \frac{14.313}{304.957} = 0,047$$

Este valor indica que durante el período 1991-2001 emigró un 4,7% de la población de la provincia de Ourense hacia otras provincias.

La proporción de inmigrantes para dicho período y para la misma provincia viene dado por:

$$PI_{Ourense} = \frac{10.505 + 11.155}{334.510} = 0,065$$

Es decir, el 6,5% de la población de Ourense se debe a inmigración tanto de otras provincias como del extranjero. De forma similar se puede determinar la proporción de inmigrantes internos.

#### 4.3.2 Tasas de migración

Un cambio de residencia puede ser tratado como un *evento o suceso demográfico* en la vida de una persona, igual que un *matrimonio*, un *nacimiento* o la *defunción*, por lo que los flujos de los cambios de residencia pueden ser usados como numeradores para la construcción de tasas de migración. Una tasa de migración puede ser definida, de forma general, como:

$$\text{Tasa de migración} = \frac{\text{nº de personas que han migrado en un determinado período}}{\text{población media susceptible de migrar durante dicho período}}$$

Pero, a diferencia de otros fenómenos demográficos, cada migración constituye dos sucesos simultáneos (de salida y entrada): una persona se mueve hacia una población y desde una población. Por ello, el fenómeno concierne también a dos poblaciones distintas: la de origen y la de destino.

La población susceptible de abandonar una determinada área *i* durante un período es aquella que reside en dicha área *i*. Por lo tanto, la tasa de emigración responde al siguiente planteamiento:

$$\text{Tasa de emigración} = \frac{\text{nº de emigrantes desde el área } i \text{ en un determinado período}}{\text{población media del área } i \text{ durante dicho período}}$$

Para poder calcular tasas de migración en un determinado período de tiempo, sería necesario contar con *registros permanentes* de estos movimientos. Si no se cuenta con estos datos es posible estimar estas tasas por medio de otras fuentes. Si se tiene la información suficiente sobre emigración, la *tasa de emigración*, para el período  $t$  y  $t+n$ , se calcula, por tanto, mediante la siguiente fórmula:

$$e = \frac{E^{t,t+n}}{n * \left( \frac{P_i^t + P_i^{t+n}}{2} \right)} * 1.000$$

Al igual que la mayoría de tasas, se interpreta como el número de personas al año que emigró desde el área de estudio durante el período  $t$  y  $t+n$ . Pero si la información proviene de una matriz de migración, entonces la tasa de emigración para la localidad  $i$  ha de ser aproximada mediante la fórmula:

$$e_i = \frac{\sum_{j=1, j \neq i}^z M_{ij}}{n * \left( \frac{P_i^{t-n} + P_i^t}{2} \right)} * 1.000$$

Si se cuenta con información sobre emigración internacional, ésta debe incluirse en el numerador.

Al analizar la inmigración hay que considerar que la población susceptible de migrar es, en teoría, cualquiera que no estuviese viviendo en el área de destino al comienzo del período. Calcular dicho denominador presenta dificultades prácticas evidentes, por lo que generalmente se utiliza el mismo denominador que para las tasas de emigración, es decir, la población del lugar de llegada. El indicador así definido se aparta del concepto de tasa, pero sirve para medir la importancia de la inmigración con respecto al crecimiento de la población de acogida. Por tanto, será más correcto denominarlo *índice de entrada o de atracción*.

Al igual que con la tasa de emigración, para calcular *el índice de atracción* se requiere información sobre los inmigrantes en un área durante el intervalo de estudio. Si se tiene esta información la tasa de inmigración, durante el período  $t$  y  $t+n$ , viene dada por:

$$i = \frac{I^{t,t+n}}{n * \left( \frac{P_i^t + P_i^{t+n}}{2} \right)} * 1.000$$

Se interpreta como el número de inmigrantes por año por cada 1.000 habitantes del área estudiada.

Si se cuenta con datos provenientes de una matriz de migración, entonces la tasa de inmigración para la localidad  $j$  se calcula con la siguiente fórmula:

$$i_j = \frac{\sum_{i=1, i \neq j}^z M_{ij}}{n * \left( \frac{P_j^{t-n} + P_j^t}{2} \right)} * 1.000$$

Si se dispone de información sobre inmigración internacional, debe incluirse en el numerador.

Una ventaja de usar el mismo denominador para ambos indicadores es que permite construir otras dos medidas útiles. La *tasa de migración bruta* y la *tasa de migración neta* vienen dadas, respectivamente, por la suma y diferencia entre  $i$  y  $e$  para un intervalo  $t, t+n$ :

$$mb = (i^{t,t+n} + e^{t,t+n})$$

$$mn = (i^{t,t+n} - e^{t,t+n})$$

Aunque también pueden ser calculadas mediante la fórmula:

$$mb = \frac{I^{t,t+n} + E^{t,t+n}}{n * \bar{P}^{t,t+n}} * 1.000$$

$$mn = \frac{I^{t,t+n} - E^{t,t+n}}{n * \bar{P}^{t,t+n}} * 1.000 = \frac{SM^{t,t+n}}{n * \bar{P}^{t,t+n}} * 1.000$$

Se interpretan como la migración anual bruta y neta por cada mil personas en la población. Si seguimos con el ejemplo con el que hemos estado trabajando, a par-

tir de la matriz migratoria construida para las provincias gallegas, las tasas de emigración interna, inmigración interna, migración bruta y neta son<sup>2</sup>:

$$e_{Ourense} = \frac{14.313}{10 * \left( \frac{334.510 + 304.957}{2} \right)} * 1.000 = 4,4$$

$$i_{Ourense} = \frac{10.505}{10 * \left( \frac{334.510 + 304.957}{2} \right)} * 1.000 = 3,2$$

$$mb_{Ourense} = (3,2 + 4,4) = 7,6$$

$$mn_{Ourense} = (3,2 - 4,4) = -1,2$$

Estos resultados indican que, durante el período 1991-2001, emigraron anualmente de Ourense hacia otras provincias, aproximadamente 4,4 personas por cada mil habitantes. Mientras que, durante el mismo período, llegaron anualmente, de las restantes provincias, 3,2 personas por cada mil habitantes. Por esta razón, anualmente 7,6 personas de cada mil protagonizaban una migración de llegada o salida de la provincia, siendo mayores los flujos de salida, por lo que la población de la provincia decreció anualmente por emigración a un ritmo de -1,2 personas por cada mil habitantes.

#### 4.4 Calendario migratorio

Todas las expuestas hasta ahora son tasas brutas pero, como es bien sabido, la probabilidad de emprender una migración varía de forma muy notable con la edad. La probabilidad de migrar es muy baja en la infancia, alcanza su valor modal en la veintena, para descender de forma rápida, y no volver a aumentar hasta hacerlo, de forma más suave, en las edades de jubilación. Por ello resulta necesario analizar la migración por edades.

<sup>2</sup> NB:

A lo largo de todo el libro, en los ejemplos resueltos y, de forma muy especial en los ejercicios, se ha de tener en cuenta que los cálculos han sido efectuados utilizando una hoja de cálculo, y por tanto manejando un número de decimales mayor que el que aparece publicado. Debido a ello, los resultados pueden presentar pequeñas diferencias, si se opera con las cifras redondeadas que aparecen publicadas.

Las tasas específicas de migración por edades se calculan usando el mismo principio que para las tasas de fecundidad o mortalidad a edades específicas. Para cada edad  $x$ , cada una de las tasas se obtiene usando en el numerador las migraciones observadas entre la edad  $x$  y  $x+n$ ,  $M_{x, x+n}$ , y en el denominador la población de esa edad al comienzo del período:

$$m_x = \frac{M_{x, x+n}}{P_x} * 1.000$$

La suma de dichas tasas, multiplicada por  $n$ , siendo éste el número de años comprendido en el grupo de edad utilizado (por ejemplo, por 5, si el grupo de edad es quinquenal), y dividida por 1.000, si se han multiplicado por esta constante las tasas, es el *Índice Sintético de Movilidad (ISM)*. Este indicador representa el total de migraciones efectuadas por una *generación ficticia* que experimentara, en su curso de vida, las tasas específicas de movilidad por edad observadas durante el período estudiado:

$$ISM = n * \sum_{x=0}^{w-1} m_{x, x+n}$$

Si se utilizan los datos de cambio de municipio y cambio de comunidad autónoma realizados durante el año 2000, según datos del Censo de 2001, se puede observar el calendario de la migración a través del curso de vida, que se mantiene, incluso para distintos tipos de movilidad, como la intermunicipal o la interregional. Al ser la migración un *suceso renovable*, es decir, una persona puede migrar varias veces a lo largo de su biografía, el ISM puede ser superior a uno, como de hecho ocurre en el caso de la migración intermunicipal. Este indicador significa que una cohorte que presentase a lo largo de su vida el comportamiento de la población española en el año 2000, cambiaría de municipio de residencia 1,482 veces en su vida por término medio.

### Cuadro 4.6. Tasas específicas de migración intermunicipal e interregional por edades e Índice Sintético de Migración, España (2000)

Grupo de edad	Población	Migrantes intermunicipales	Migrantes interregionales	$m_x$ Tasa de migración intermunicipal	$m_x$ Tasa de migración interregional
0-4	1.920.886	49.161	23.497	25,59	12,23
5-9	1.903.923	42.354	22.747	22,25	11,95
10-14	2.100.711	34.919	18.538	16,62	8,82
15-19	2.460.435	38.234	21.660	15,54	8,80
20-24	3.177.556	73.396	46.211	23,10	14,54
25-29	3.491.005	135.169	69.322	38,72	19,86
30-34	3.369.483	118.213	56.505	35,08	16,77
35-39	3.284.570	83.690	42.210	25,48	12,85
40-44	3.020.664	53.616	27.003	17,75	8,94
45-49	2.602.822	32.929	16.055	12,65	6,17
50-54	2.425.768	23.923	11.152	9,86	4,60
55-59	2.202.650	19.216	9.123	8,72	4,14
60-64	1.838.452	15.242	7.992	8,29	4,35
65-69	2.071.821	14.306	6.970	6,91	3,36
70-74	1.823.131	9.295	4.318	5,10	2,37
75-79	1.410.131	6.851	2.947	4,86	2,09
80-84	841.808	4.695	2.095	5,58	2,49
85-89	446.662	2.750	1.197	6,16	2,68
90+	203.383	1.215	549	5,97	2,70
TOTAL	40.595.861	1.125.447	772.164	27,72	19,02
<b>ISM</b>				<b>1,482</b>	<b>0,687</b>

Fuente: INE: Censo de Población, 2001.

Para comparar la intensidad migratoria de dos poblaciones, eliminando el efecto de la *estructura*, el cálculo de tasas por edad permite recurrir al procedimiento de la *estandarización*. Se trata de aplicar el calendario migratorio mostrado por dos o más poblaciones a comparar, a una misma estructura de población o *población-tipo*, de forma que facilite el análisis comparativo. La tasa de migración estandarizada de cada una de las poblaciones, correspondería a la migración experimentada por cada una de ellas, si todas tuviesen la misma estructura por edad que la *población-tipo*. La elección de esta última es arbitraria, aunque es frecuente utilizar una población que englobe a las distintas sub-poblaciones a comparar. Por ejemplo, si se quiere comparar la migración provincial, puede utilizarse la estructura por edades de la población española.

Utilizando la estructura por edades de la *población-tipo* seleccionada se calcula un peso específico para cada una de las edades o grupos de edad:

$$\frac{P_x}{P}$$

que se aplica a las tasas específicas por edad  $m_x$ . De esta forma, la suma de las tasas específicas por edad multiplicadas por los pesos calculados para cada edad, constituye la *tasa estandarizada de migración*:

$$TEM = \sum m_x \frac{P_x}{P}$$

Por ejemplo, si se calculan la tasa de emigración provincial durante el año 2004 para las provincias de Las Palmas de Gran Canaria y de Ourense, se puede observar que la emigración ha sido más intensa desde la provincia canaria. Ello se debe a que la población de esta provincia presenta una estructura mucho más joven, con mayor número de efectivos en aquellas edades en las que es más intensa la migración. Si los *calendarios migratorios* mostrados en ambas provincias se aplicasen a la estructura por edades de la población española, sería la provincia gallega la que mostrase una emigración más notable, que no se produce dado lo envejecido de su estructura por edades.

#### **Cuadro 4.7. Tasas observadas y estandarizadas de emigración en las provincias de Las Palmas y Ourense, 2004**

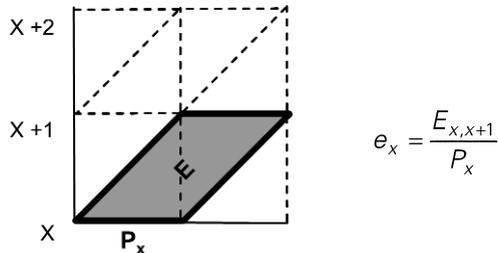
Grupo de edad	España		Las Palmas			Ourense		
	$P_x$	$P_x/P$	$P_x$	$M_x$	$m_x$	$P_x$	$M_x$	$m_x$
Menos de 16 años	6.597.979	0,15	172.964	6.743	38,99	36.436	1.287	35,32
De 16 a 24 años	5.010.959	0,12	126.963	4.821	37,97	33.638	1.412	41,98
De 25 a 34 años	7.494.568	0,17	196.847	11.776	59,82	45.718	2.889	63,19
De 35 a 44 años	6.913.090	0,16	176.455	6.146	34,83	45.347	1.638	36,12
De 45 a 54 años	5.460.064	0,13	120.811	2.501	20,70	41.722	800	19,17
De 55 a 64 años	4.420.015	0,10	85.690	1.311	15,30	41.932	639	15,24
De 65 años y más	7.301.009	0,17	107.398	1.206	11,23	95.465	1.454	15,23
Total	43.197.684		987.128	34.504		340.258	10.119	
Tasa observada					34,95			29,74
Tasa estandarizada					32,39			33,57

Fuente: Estadística de Variaciones Residenciales, 2004.

#### 4.4.1 La movilidad de una generación

El *análisis longitudinal* es especialmente adecuado para el estudio de las migraciones. Desafortunadamente son escasas las fuentes de datos que permiten este tipo de análisis. Es necesario contar con registros permanentes del fenómeno –o de la población, que recojan la movilidad de la misma–, o con alguna encuesta retrospectiva, que nos permita captar la multiplicidad de los desplazamientos.

Supongamos que tenemos una descripción completa de la biografía migratoria de una cohorte, podemos definir, a cada *edad cumplida*  $x$ , el cociente de migración o *probabilidad de migrar*  $e_x$ . Si  $P_x$  es el efectivo de la cohorte a la edad  $x$ , es decir la población susceptible de migrar entre  $x$  y  $x+1$ , y  $E_{x,x+1}$  el número de desplazamientos entre la edad  $x$  y  $x+1$ , la tasa de migración a la edad  $x$ , en ausencia de mortalidad, es:



Pero en la práctica hay que considerar la mortalidad, puesto que entre las personas fallecidas en el período transcurrido entre  $x$  y  $x+1$  ( $D_x$ ,  $D_{x+1}$ ), algunas de ellas habrían migrado. La probabilidad de migración es pues más precisa si se calcula de la siguiente forma:

$$e_x = \frac{E_{x,x+1}}{P_x - \frac{D_{x,x+1}}{2}}$$

Para el cálculo de probabilidades es necesario convertir la migración en un *fenómeno no renovable*, es decir, que sólo puede ocurrir una vez en la vida de un individuo; para ello es necesario utilizar datos de migración por orden de rango. Así se pueden calcular probabilidades de migración por orden de rango, de forma que un individuo tan sólo puede migrar por primera vez una vez en su vida, al igual que por segunda ... . La probabilidad de primera migración a la edad  $x$  se define como la relación entre el número de primeras migraciones observadas entre la edad  $x$  y  $x+1$  sobre el efectivo de los *sedentarios* a la edad  $x$  ( $N_x$ ):

$$e_x^1 = \frac{E_{x,x+1}^1}{N_x}$$

El cálculo se complica bastante con las probabilidades de orden superior a uno. La probabilidad de migrar por segunda vez resulta de la relación entre las migraciones de segundo rango observadas entre  $x$  y  $x+1$ , sobre la población que había migrado una vez a la edad  $x$ , por tanto susceptible de migrar por segunda vez. Para un rango dado  $n$ , las probabilidades de migración se pueden calcular no solamente en función de la edad sino también de la duración de la sedentariedad, o duración desde la migración  $n-1$ .

Pero en la práctica en raras ocasiones disponemos de *datos longitudinales* de migración. Para aproximarse al análisis longitudinal a partir de datos transversales se utilizan las *tablas de vida* o *tablas de migración*. Para ello necesitamos los datos de migración por edades de una población, que se aplicarán a una cohorte ficticia, cuyos miembros a lo largo de su curso de vida fuesen pasando de sedentarios a migrantes con un comportamiento similar al de la población en el momento estudiado. A partir de los datos de migración por edad se calculan las tasas específicas  $m_x$ . Habremos de convertir estas tasas en probabilidades utilizando la siguiente fórmula:

$${}_n e_x = \frac{2n * m_{x,x+n}}{2 + (n * m_{x,x+n})}$$

La probabilidad de migrar se aplica a una cohorte ficticia  $S_x$ . La raíz de la tabla será  $S_0=100.000$ , y para las restantes edades:

$$S_{x+n} = S_x - (S_x * {}_n e_x)$$

y en donde los migrantes teóricos son:  ${}_n M_x = S_x - S_{x+n}$

Así, por ejemplo, podemos construir una tabla de migración utilizando los datos de cambios de municipio de residencia observados para la población española durante el año 2000, a partir de la información censal (Cuadro 4.8). Utilizando los datos de migración por edades se pueden calcular las probabilidades de migrar, así como los migrantes teóricos en cada grupo de edad.

**Cuadro 4.8. Tabla de migración intermunicipal en España, año 2000**

$x$	${}_n P_x$	$E_{x,x+n}$	$m_{x,x+n}$	${}_n e_x$	$S_x$	${}_n M_x$
0	1.920.886	49.161	0,0256	0,1203	100.000	12.027
5	1.903.923	42.354	0,0222	0,1054	87.973	9.270
10	2.100.711	34.919	0,0166	0,0798	78.703	6.280
15	2.460.435	38.234	0,0155	0,0748	72.423	5.417
20	3.177.556	73.396	0,0231	0,1092	67.007	7.316
25	3.491.005	135.169	0,0387	0,1765	59.690	10.536
30	3.369.483	118.213	0,0351	0,1613	49.154	7.927
35	3.284.570	83.690	0,0255	0,1198	41.227	4.938
40	3.020.664	53.616	0,0177	0,0850	36.289	3.084
45	2.602.822	32.929	0,0127	0,0613	33.206	2.036
50	2.425.768	23.923	0,0099	0,0481	31.170	1.500
55	2.202.650	19.216	0,0087	0,0427	29.670	1.267
60	1.838.452	15.242	0,0083	0,0406	28.403	1.153
65	2.071.821	14.306	0,0069	0,0339	27.249	925
70	1.823.131	9.295	0,0051	0,0252	26.325	663
75	1.410.131	6.851	0,0049	0,0240	25.662	616
80	841.808	4.695	0,0056	0,0275	25.046	689
85	446.662	2.750	0,0062	0,0303	24.357	738
90	203.383	1.215	0,0060	0,0294	23.619	695

Fuente: INE, Censo de la Población Española, 2001.

Para calcular la intensidad migratoria es necesario sumar los migrantes teóricos:

$$\frac{\sum_{x=0}^w M_{x,x+n}}{1.000}$$

De esta forma, obtenemos que el 77,08% de una generación que mostrase un comportamiento migratorio como el de la población española en el año 2000, cambiaría de municipio de residencia alguna vez en su vida.

La tabla de migración también permite calcular medidas resumen del calendario migratorio, la más habitual es la *edad media* a la migración (ver Capítulo 5), cuya fórmula es:

$$\bar{x}_m = \frac{\sum_{x=0}^w \left(x + \frac{n}{2}\right) * M_{x,x+n}}{\sum_{x=0}^w M_{x,x+n}}$$

De esta forma obtenemos que la *edad media* a la que migraría una generación ficticia que mostrase los patrones de migración intermunicipal de la población española durante el año 2000 sería de 25,5 años.

### 4.5 Las corrientes migratorias

Hasta ahora el análisis se ha centrado en medir la migración desde y hacia un lugar, es decir, en medir el impacto de la migración en el desarrollo de una única población. Sin embargo, cualquier cambio de residencia afecta, necesariamente, a dos lugares, el de origen y el de destino. Es también interesante conocer la magnitud y la intensidad de los flujos entre dos lugares.

El flujo de personas que se desplazan desde un lugar de origen  $i$  hacia un lugar de destino  $j$  se conoce como *corriente migratoria*. La intensidad de una *corriente migratoria* se puede medir con la *tasa de migración parcial*. Esta tasa se define como el número de migrantes hacia un área desde un origen determinado, o desde un área hacia un destino determinado, por cada mil personas de la población de origen o destino. Por tanto, para la misma corriente migratoria desde el área  $i$  hacia el área  $j$  las *tasas de emigración parcial* o de *inmigración parcial* se pueden expresar de la siguiente forma:

$$m_{ij}^E = \frac{M_{ij}}{P_i} * 1.000 \qquad m_{ij}^I = \frac{M_{ij}}{P_j} * 1.000$$

En la que  $M_{ij}$  es el número de personas que se mueven desde  $i$  hacia  $j$ ,  $P_i$  es la población expuesta al riesgo de moverse desde el área  $i$ , y  $P_j$  es la población del área de destino  $j$ .

Desafortunadamente, debido al modo en el que habitualmente se recogen los datos referentes al fenómeno migratorio, no resulta sencillo aproximarse a la población expuesta al riesgo de moverse ( $P_j$ ), para el cálculo de la *tasa de emigración parcial*. Por ejemplo, si contamos con datos recogidos en un censo de población en el que se pregunta por un lugar de residencia anterior,  $n$  años antes, durante el período  $t, t-n$  la población expuesta al riesgo ha cambiado gracias a los nacimientos, defunciones, pero también inmigración y emigración. Existen varios métodos posibles para definir la población expuesta al riesgo en estas circunstancias, pero el más habitual es restringir el denominador de la ecuación a las personas que vivían en el lugar  $i$   $n$  años antes del Censo y que sobrevivieron a la fecha del Censo. Siendo  $t$  la fecha de referencia censal, podemos estimar esta cifra teniendo en cuenta que:

$$P_i^{t-n} = P_i^t - \sum_j M_{ji} + \sum_j M_{ij}$$

En donde  $\sum_j M_{ji}$  y  $\sum_j M_{ij}$  se refieren a los flujos inmigratorios y emigratorios hacia y desde  $i$ , durante  $n$  años antes del Censo. Usando esta ecuación como denominador para la tasa de migración:

$$m_{ij}^E = \frac{M_{ij}}{P_i^t - \sum_j M_{ji} + \sum_j M_{ij}} * 1.000$$

Una tasa de migración calculada de esta forma, mediría el riesgo de una persona que vivía en  $i$  en el momento  $t-n$ , y que ha sobrevivido hasta el momento  $t$ , de estar viviendo en el lugar  $j$  al final de dicho período.

La *tasa bruta de intercambio de población* entre ambas áreas puede ser definida como:

$$TBI_{ij} = \frac{M_{ij} + M_{ji}}{P_i + P_j} * 1.000$$

De la misma forma, la *tasa neta de intercambio migratorio* entre dos áreas  $i$  y  $j$  sería:

$$TNI_{ij} = \frac{M_{ij} - M_{ji}}{P_i + P_j} * 1.000$$

Existen también diversos índices que permiten comparar las corrientes migratorias entre dos localidades. Uno de los más comunes recibe el nombre de *índice de compensación*. Si suponemos un espacio definido por las áreas  $i$  y  $j$ , y consideramos los movimientos migratorios que afectan al área  $i$ , el índice de compensación para esta área se define como la relación entre la *migración neta* entre las áreas  $i$  y  $j$ , y la *migración total* de  $i$ , es decir, se trata de la suma de corrientes migratorias procedentes de  $i$  con destino a  $j$ , y las procedentes de  $j$  con destino a  $i$ :

$$\text{Índice de compensación}_{ij} = \frac{M_{ij} - M_{ji}}{M_{ij} + M_{ji}} = \frac{\text{Saldo neto}}{\text{Migración bruta}}$$

Donde la definición de los términos  $M_{ij}$  y  $M_{ji}$  es equivalente a la que se presentó al definir la matriz de migración. Por ejemplo, si se considera de nuevo la matriz de migración para las provincias gallegas de acuerdo con el censo de población del año 2001, el *índice de compensación* entre las provincias para el período 1991-2001 se resume en el Cuadro 4.9.

### Cuadro 4.9. Índice de compensación entre las provincias gallegas 1991-2001

Origen	Destino			
	Coruña (A)	Lugo	Ourense	Pontevedra
Coruña (A)		-0,2	-0,3	-0,1
Lugo	0,2		0,1	0,1
Ourense	0,3	-0,1		0,3
Pontevedra	0,1	-0,1	-0,3	

Fuente: INE, Censo de la Población Española, 2001.

De esta forma, se puede observar que la provincia de A Coruña tiene unos flujos positivos respecto a todas las demás, mientras la provincia de Lugo pierde más población de la que recibe de las restantes provincias de la comunidad autónoma.

Un indicador similar es el *índice de efectividad*, que considera en el numerador la migración neta de  $i$  con respecto al conjunto de las otras áreas, y en el denominador la suma de inmigraciones y emigraciones desde y hacia las otras áreas en conjunto. Siguiendo con el mismo ejemplo (Cuadro 4.10), se puede observar que es la provincia coruñesa la que presenta una mayor efectividad migratoria, al tener un mayor peso los flujos inmigratorios entre el conjunto de las corrientes migratorias con origen o destino en la provincia.

### Cuadro 4.10. Índice de efectividad entre las provincias gallegas 1991-2001

	I	E	I-E	I+E	I. efectividad
Coruña (A)	48.037	29.037	19.000	77.074	24,65%
Lugo	15.625	11.811	3.814	27.436	13,90%
Ourense	21.660	14.313	7.347	35.973	20,42%
Pontevedra	36.581	23.456	13.125	60.037	21,86%

Fuente: INE, Censo de la Población Española, 2001.

De forma similar se puede construir el *índice de migración diferencial*, que permite comparar la migración entre diferentes sub-poblaciones. Este indicador puede aplicarse tanto para la comparación de la migración de diferentes áreas de una misma región como para la comparación de la migración de diferentes grupos de edad, grupos socio-económicos, etc. Si se consideran diferentes sub-poblaciones cuyos tamaños son:  $P_1, P_2, P_3, \dots, P_n$ ; la emigración dentro de cada sub-población viene dada respectivamente por:  $E_1, E_2, E_3, \dots, E_n$ . Si  $E$  representa la emigración en la población total y  $P$  el tamaño de la población total, entonces el índice de migración diferencial para la sub-población  $x$  es:

$$d_x = \left( \frac{E_x * P}{E * P_x} \right) - 1$$

Si  $d_x$  es  $-1$ , significa que la emigración en la sub-población  $x$  es 0, es decir, que ninguno de los miembros de la misma ha emigrado. Si  $d_x$  es 0, la magnitud relativa de la emigración en la sub-población  $x$  es igual a la que se produce en la población total. Si  $d_x = (P/E) - 1$ , significa que el 100% de la población de la sub-población  $x$  migró. Finalmente, un resultado de  $d_x$  negativo indica que la tendencia a migrar en la sub-población estudiada es menor que la tendencia de la población total, y un valor de  $d_x$  positivo indica que la tendencia a migrar de la sub-población  $x$  es mayor a la que se presenta en la población total.

Si se calcula este indicador para las provincias gallegas utilizadas en el ejemplo, los resultados arrojarán un índice de migración diferencial negativo ( $-0,1$ ) para las provincias de A Coruña y Pontevedra, es decir, con una tendencia emigratoria menor que la del conjunto de la población gallega, y un indicador positivo en las provincia de Lugo ( $0,1$ ) y Ourense ( $0,5$ ), lo que indica una mayor tendencia emigratoria desde estas provincias.

## 4.6 Análisis con fuentes indirectas

Cuando no tenemos fuentes directas para el estudio de la población, pero sí acceso a estadísticas vitales, podemos recurrir a la *ecuación compensatoria* (ver Capítulo 7) para estimar la migración como un residuo. Aunque los saldos migratorios no ofrecen ninguna información sobre la intensidad de los flujos de inmigración y emigración, ni sobre su procedencia o destino.

Supongamos dos censos, con un período de una década entre ambos, la población de un área determinada (que puede ser todo el país, o una parte del mismo) en el primer y el segundo censo sería  $P_t$  y  $P_{t+10}$  respectivamente. El número de nacimientos y defunciones en el período intercensal serían  $N$  y  $D$  respectivamente. Siendo el saldo migratorio ( $SM$ ) la diferencia entre la inmigración ( $I$ ) y la emigración ( $E$ ), se puede calcular usando la ecuación compensadora:

$$I - E = SM = P_{t+10} - P_t - N + D$$

Por ejemplo, si no contásemos con datos sobre migraciones en la provincia de Madrid, podríamos calcular el saldo migratorio utilizando los datos derivados de los dos últimos censos de población (1991 y 2001) y del Movimiento Natural de la Población entre ambas fechas (Cuadro 4.11).

### **Cuadro 4.11. Crecimiento natural y crecimiento migratorio de la población de la provincia de Madrid, 1991-2001**

P <sub>1991</sub>	4.947.555	
P <sub>2001</sub>	5.423.384	
Año	Nacimientos	Defunciones
1991	49.430	35.832
1992	50.769	34.885
1993	49.626	35.564
1994	47.692	35.529
1995	47.116	36.446
1996	47.493	36.804
1997	48.722	35.693
1998	48.863	37.711
1999	51.981	38.082
2000	56.623	37.838
2001	59.724	38.558
Total (1/03/91-02/11/01)	539.847	390.544

Fuente: INE, Censos de la Población Española, 1991 y 2001.

INE, Movimiento Natural de la Población, 1991-2001.

De esta forma el saldo migratorio sería:

$$SM = 5.423.384 - 4.947.555 - 539.847 + 390.544 = 326.526$$

El procedimiento es muy simple, pero se han de conocer sus limitaciones. Dado que la migración neta se calcula como un residuo, la estimación refleja como migración neta real, cualquier error o inconsistencia que pueda haber en los censos o las estadísticas vitales. Algunos de estos errores o inconsistencias pueden estar relacionados con:

- Las fronteras de un área determinada pueden haber cambiado en el período intercensal; éste es un problema común.

- Puede haber un desajuste temporal entre los períodos para los que se cuenta con datos de estadísticas vitales, y los períodos intercensales. En el ejemplo utilizado, los datos de nacimientos y defunciones están disponibles en períodos anuales, mientras que la población de los censos más recientes se recogió para el 1 de marzo en 1991 y para el 1 de noviembre en 2001. En estos casos los nacimientos y defunciones intercensales se han calculado sumando el total de nacimientos y

defunciones en los años  $t$  hasta  $t+10$ , y restando de ellos los correspondientes a los ocurridos antes del 1 de marzo del año 1991 y entre el 2 de noviembre y el 31 de diciembre de 2001, asumiendo que los nacimientos y defunciones ocurren de forma regular a lo largo del año.

El saldo migratorio puede convertirse en una tasa de migración neta, mediante la fórmula:

$$sm = \frac{\frac{SM}{n}}{\frac{1}{2}(P_{t-n} + P_t)} * 1.000$$

En la que  $t$  se refiere a la fecha de referencia del segundo censo y  $n$  a la duración del período intercensal. Si se calcula para el caso de la provincia de Madrid tendríamos una tasa de migración neta de 137,2‰, es decir, la población de esta provincia aumentó por migración anualmente en 137 personas por cada mil residentes.

Mediante los datos de dos censos de población se pueden estimar los supervivientes de la tabla de mortalidad (ver Capítulo 2) por grupos de edad:

$$\frac{{}_nL_{x+n}}{{}_nL_x}$$

En donde  $L_x$  y  $L_{x+n}$  son las poblaciones estacionarias que nos dan la *relación de supervivencia* o *probabilidad perspectiva de paso* entre la edad  $x$  y la edad  $x+n$ . Pero esta ecuación asume que no hay migración. Si no deseamos asumir la ausencia de migración debemos escribir:

$$\frac{{}_nL_{x+n}}{{}_nL_x} + SM_{x+n}$$

En donde  $SM_{x+n}$  es el saldo migratorio correspondiente al grupo de población de edad  $x+n$  en el segundo censo. Siendo  ${}_n P_x^t$  la población de edad  $x$  en el año  $t$ , y  $SM_{x+n}^{t+n}$  el saldo migratorio de la población de edad  $x+n$  en el año  $t+n$ , podemos estimarlo como sigue:

$$SM_{x+n}^{t+n} = {}_n P_{x+n}^{t+n} - \frac{{}_n L_{x+n}}{{}_n L_x} * {}_n P_x^t$$

En la ecuación el término  ${}_nL_{x+n}/{}_nL_x$  es una probabilidad perspectiva de paso entre la edad  $x$  y la edad  $x+n$ . Representa la probabilidad de una persona de edad  $x$  en el primer censo de sobrevivir hasta la edad  $x+n$  en el segundo censo. Para calcular la probabilidad de supervivencia en un área determinada basta con contar con una tabla de mortalidad que represente razonablemente la mortalidad de la población en cuestión (ver Capítulo 2).

La ecuación puede ser utilizada para estimar el saldo migratorio, aunque los resultados son tan sólo una estimación aproximada. Para minimizar los errores, lo usual es realizar las estimaciones por grupos de edad. Trabajando con censos realizados decenalmente es conveniente (aunque no necesario) usar grupos de edad también decenales. De esta forma, si la población que en el año  $t$  tiene entre  $x$  y  $x+10$  años cumplidos es  ${}_{10}P_x^t$ , y el saldo migratorio de la población entre  $x$  y  $x+10$  años cumplidos entre el año  $t$  y  $t+10$  es  $SM_{x+10}^{t+10}$ , podemos escribir:

$$SM_{x+10}^{t+10} = {}_{10}P_{x+10}^{t+10} - \frac{{}_{10}L_{x+10}}{{}_{10}L_x} * {}_{10}P_x^t$$

El único grupo para el cual la ecuación no es útil para estimar el saldo migratorio intercensal es aquel que incluye personas muy jóvenes en el segundo censo, que todavía no habían nacido en el momento del primer censo. Para estimar el saldo migratorio para estos grupos de edad es necesario conocer el número de nacimientos durante el período intercensal. Si los conocemos, podemos usar la siguiente fórmula:

$${}_{10}SM_0^{t+10} = {}_{10}P_0^{t+10} - \frac{{}_{10}L_0}{{}_{10}l_0} * N$$

en donde  $N$  es el número de nacimientos en el intercensal, y  ${}_{10}L_0/{}_{10}l_0$  es la probabilidad de un individuo nacido durante el intercensal de sobrevivir hasta la fecha del segundo censo.

En el caso del grupo abierto se ha de estimar la supervivencia de los dos últimos grupos etáreos en el primer censo, que conforman la población de dicho grupo; así como el cálculo de la probabilidad perspectiva de paso correspondiente al mismo (Capítulo 2):

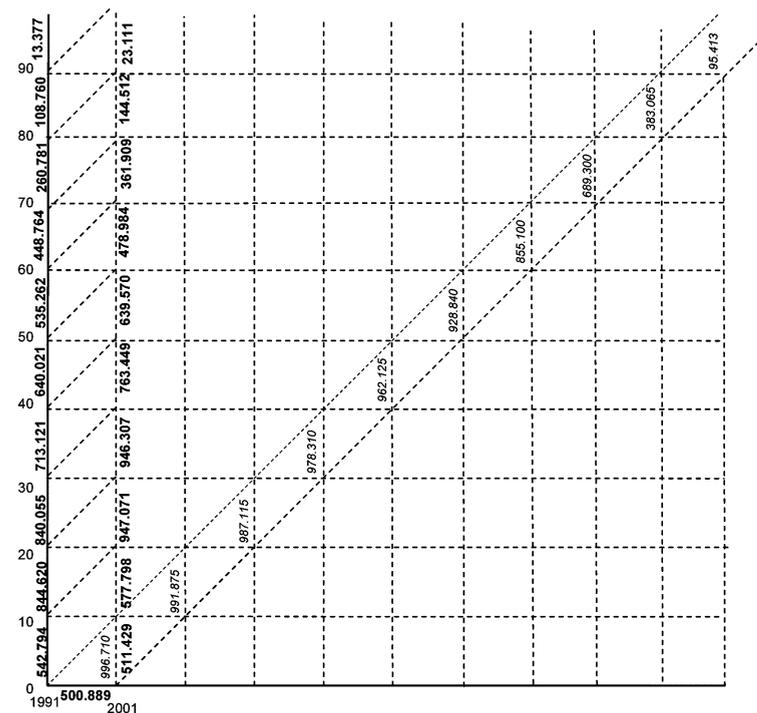
$$SM_{z^+}^{t+n} = P_{z^+}^{t+n} - \frac{L_{z^+}}{L_{z-n} + L_{z^+}} \left( {}_n P_{z-n}^t + P_{z^+}^t \right)$$

La *tasa de migración neta* se obtendrá, también en este caso, relacionando el saldo total medio con el tamaño de la cohorte que se encuentra en el grupo de edad analizado:

$${}_n sm_{x+n}^{t+n} = \frac{{}_n SM_{x+n}^{t+n}}{\frac{n}{2} ({}_n P_x^t + {}_n P_{x+n}^{t+n})} * 1.000$$

Si utilizamos el ejemplo de la provincia de Madrid, podemos colocar en el diagrama de Lexis ambas poblaciones censales y la población estacionaria según la tabla de mortalidad de la provincia de Madrid 1998-1999, población necesaria para calcular la *probabilidad perspectiva de paso* (ver Capítulo 2), como se muestra en la Figura 4.1.

**Figura 4.1. Representación en el diagrama de Lexis de los supervivientes y la población estacionaria, Madrid 1991-2001**



Nota: La probabilidad de un nacido en Madrid de sobrevivir durante el periodo intercensal fue de 0,9961.  
Fuente: INE, Censos de Población 1991, 2001. INE, Tabla de mortalidad 1998-1999.

A partir de estos datos se puede calcular la tasa de migración neta por edades para el último intercensal, como se muestra a continuación. Los resultados (Cuadro 4.12) muestran que una provincia con un importante crecimiento por inmigración de población entre 20 y 40 años, que se reduce entre los adultos mayores, llegando a perder población por emigración a partir de los 60 años.

$${}_{10}SM_0^{2001} = 511.429 - (0,9961 * 500.889) = 12.493$$

$${}_{10}SM_{10}^{2001} = 577.798 - \left( \frac{991.875}{996.710} * 542.794 \right) = 37.637$$

$$SM_{90+}^{2001} = 23.111 - \left( \frac{95.413}{383.065 + 95.413} * (108.760 + 13.377) \right) = -1.244$$

$${}_{10}sm_{10}^{2001} = \frac{\frac{37.637}{10}}{\frac{1}{2}(542.794 + 577.798)} * 1.000 = 6,72$$

**Cuadro 4.12. Tasa de migración neta en la provincia de Madrid, 1991-2001**

Grupos de edad	SM	sm (%)
0-9	12.493	2,47
10-19	37.637	6,72
20-29	106.504	11,89
30-39	113.745	12,73
40-49	62.126	8,41
50-59	21.691	3,39
60-69	-13.784	-2,72
70-79	158	0,04
80-89	-412	-0,20
90+	-1.244	-1,71

## Ejercicios del Capítulo 4<sup>3</sup>

### Ejercicio 4.1

Según el Padrón Municipal de Habitantes, la población residente en España a 1 de enero de cada año durante el período 2000-2004 es la que se refiere en el Cuadro 4.13. Utilizando el Movimiento Natural de la Población podemos ampliar dicha información con las cifras de nacimientos y defunciones producidas durante el mismo período. A partir de dicha información calcular:

**4.1.1** El saldo migratorio y la tasa de migración neta para el quinquenio.

**4.1.2** El saldo migratorio y la tasa de migración neta para cada uno de los períodos anuales 2000-2001, 2001-2002, 2002-2003 y 2003-2004.

### Cuadro 4.13. Evolución del volumen y movimiento natural de población

Año	Población total 01/01	Nacimientos	Defunciones
2000	40.499.791	397.632	360.391
2001	41.116.842	406.380	360.131
2002	41.837.894	418.846	368.618
2003	42.717.064	441.881	384.828
2004	43.197.684	453.278	370.698

Fuente: INE, Padrón y Movimiento Natural de la Población española, 2000-2004.

### Respuestas al Ejercicio 4.1

**4.1.1** La población española durante el período 2000-2004 aumentó en 2.697.893 habitantes. Durante el mismo período el aumento debido al crecimiento natural (nacimientos menos defunciones) fue de 273.351 habitantes. Por tanto, durante el primer quinquenio del siglo XXI la población española registró un saldo migratorio

<sup>3</sup> NB:

A lo largo de todo el libro, en los ejemplos resueltos y, de forma muy especial en los ejercicios, se ha de tener en cuenta que los cálculos han sido efectuados utilizando una hoja de cálculo, y por tanto manejando un número de decimales mayor que el que aparece publicado. Debido a ello, los resultados pueden presentar pequeñas diferencias, si se opera con las cifras redondeadas que aparecen publicadas.

positivo de 2.424.542 habitantes. Es decir, el crecimiento de la población española durante este período se debió, fundamentalmente, a la inmigración extranjera:

$$SM_{2000-2004} = 43.197.684 - 40.499.791 - (397.632 + 406.380 + 418.846 + 441.881 + 453.278) + (360.391 + 360.131 + 368.618 + 384.828 + 370.698) = 43.197.684 - 40.499.791 - 2.118.017 + 1.844.666 = 2.424.542$$

Para calcular la tasa de migración neta dividiremos el saldo migratorio total del período (2.424.542 hab.) entre la duración del mismo (5 años), lo que nos permitiría inferir un aumento anual por migración de 484.908,4 hab. Esto dividido entre la población media del período (41.848.737,5 hab.) arroja una tasa de migración neta de 11,58%. Es decir, la población española, durante el primer quinquenio del presente siglo, aumentó anualmente por inmigración extranjera una media de 11,6 habitantes por cada 1.000 residentes:

$$sm_{2000-2004} = \frac{\frac{2.424.542}{5}}{\frac{43.197.684 + 40.499.791}{2}} * 1.000 = \frac{484.908,4}{41.848.737,5} * 1.000 = 11,58\%$$

**4.1.2** Para el período 2000-2001 el saldo migratorio y la tasa de migración neta se calculan de la siguiente forma:

$$SM_{2000-2001} = 41.116.842 - 40.499.791 - 397.632 + 360.391 = 579.810 \text{ hab.}$$

$$sm_{2000-2001} = \frac{\frac{579.810}{1}}{\frac{41.116.842 + 40.499.791}{2}} * 1.000 = \frac{579.810}{40.808.316,5} * 1.000 = 14,21\%$$

Para los restantes períodos se calculan del mismo modo, arrojando los resultados que se resumen en el Cuadro 4.14:

#### **Cuadro 4.14. Saldo migratorio y tasa de migración neta de la población española, 2000-2004**

Período	SM	sm (‰)
2000-2001	579.810	14,21
2001-2002	674.803	16,27
2002-2003	828.942	19,61
2003-2004	423.567	9,86

Se puede observar que el crecimiento de la población española por inmigración ha sido creciente durante los primeros años del siglo, con la salvedad del último período, en el que parece haberse frenado ligeramente (aunque se ha de tener en cuenta que las cifras de crecimiento natural para 2004 son provisionales).

### Ejercicio 4.2

Los dos últimos censos de población (1991 y 2001) arrojan los siguientes datos de población residente en las provincias de Guadalajara y Cuenca. Utilizando los datos de supervivencia que se pueden encontrar en los Cuadros 4.15 y 4.16, y la serie de nacimientos durante el período aportada por el Movimiento Natural de la Población:

**4.2.1** Calcular las tasas específicas de migración neta por edades para la población de Guadalajara durante el último intercensal.

**4.2.2** Realizar el mismo cálculo para la provincia de Cuenca, utilizando los mismos datos de supervivencia. Compara las diferencias en la estructura por edades de los saldos migratorios de ambas poblaciones.

**Cuadro 4.15. Estructura por edad, nacimientos y supervivencia de la población de Guadalajara, 1991-2001**

Población			Nacimientos			
x	1991	2001			x	$S_x$
			1991	1.359		
0-9	15.379	17.200	1992	1.448	N	0,9956
10-19	20.770	18.576	1993	1.384	0-9	0,9980
20-29	22.428	25.470	1994	1.358	10-19	0,9949
30-39	19.771	29.563	1995	1.413	20-29	0,9914
40-49	14.549	24.385	1996	1.426	30-39	0,9843
50-59	15.415	16.934	1997	1.454	40-49	0,9670
60-69	18.171	15.969	1998	1.471	50-59	0,9252
70-79	12.046	16.234	1999	1.588	60-69	0,8166
80+	7.064	8.620	2000	1.773	70+	0,3985
			2001	1.740		

### Cuadro 4.16. Estructura por edad, nacimientos y supervivencia de la población de Cuenca, 1991-2001

x	Población		Nacimientos	
	1991	2001		
			1991	2.046
0-9	21.697	17.904	1992	2.022
10-19	27.938	21.396	1993	1.885
20-29	31.721	26.446	1994	1.764
30-39	24.105	29.607	1995	1.745
40-49	19.374	24.691	1996	1.692
50-59	24.864	19.402	1997	1.670
60-69	27.877	23.822	1998	1.539
70-79	18.223	23.632	1999	1.628
80+	9.399	11.779	2000	1.622
			2001	1.629

### Respuestas al Ejercicio 4.2

**4.2.1** Para el cálculo del saldo migratorio del grupo de edad 0-9 años necesitamos los nacimientos durante el intercensal. Los datos del Movimiento Natural de la Población contemplan los nacimientos producidos durante un año completo, es decir, de 1 de enero a 31 de diciembre, pero el momento censal en 1991 fue el 1 de marzo, y el de 2001 el 1 de noviembre, por lo que el intercensal no abarca de 1.01.91 a 31.12.01 sino de 1.03.91 a 31.10.01. Por tanto hemos de realizar una estimación de los nacimientos de 1991 correspondientes a los últimos 9 meses, y de los de 2001 correspondientes a los primeros 10 meses. Lo haremos suponiendo que los nacimientos se reparten de forma homogénea a lo largo del año:

$$N_{01.03.91,31.12.91} = (1.359/12) * 9 = 1.019$$

$$N_{01.01.01,31.10.01} = (1.740/12) * 10 = 1.450$$

En este caso los datos de supervivencia con los que se cuenta son las probabilidades perspectivas de paso, que resultan del cociente  $L_{x+n}/L_x$ . Por tanto, utilizando directamente las probabilidades en vez del cociente en las fórmulas del saldo migratorio, se pueden calcular las mismas para cada grupo de edad, con los siguientes resultados:

$${}_{10}SM_0^{2001} = 17.200 - (0,9956 * 15.784) = 1.485$$

$${}_{10}SM_{10}^{2001} = 18.576 - (0,9980 * 15.379) = 3.228$$

$${}_{10}sm_0^{2001} = \frac{\frac{1.485}{10}}{\frac{1}{2}(15.784+17.200)} * 1.000 = 9,00$$

$${}_{10}sm_{10}^{2001} = \frac{\frac{3.228}{10}}{\frac{1}{2}(15.379+18.576)} * 1.000 = 19,01$$

**Cuadro 4.17. Tasas específicas de migración neta, Guadalajara 1991-2001**

Grupos de edad	SM	sm (‰ )
0-9	1.485	9,00
10-19	3.228	19,01
20-29	4.805	20,78
30-39	7.328	28,19
40-49	4.924	22,30
50-59	2.865	18,20
60-69	1.707	10,88
70-79	1.395	8,11
80+	1.004	7,24

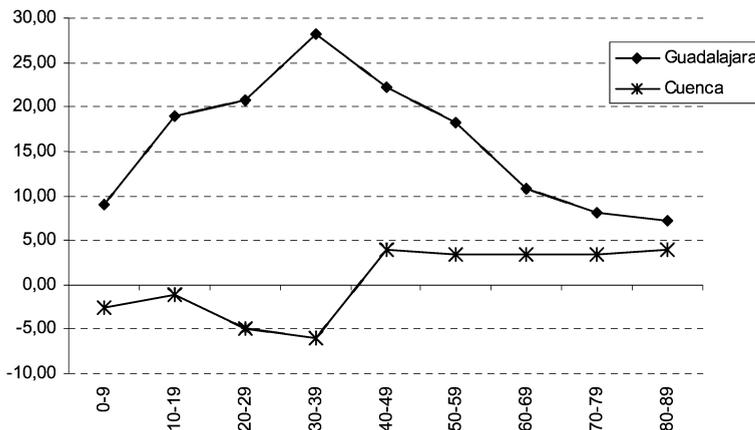
**4.2.2** Si se realizan los mismos cálculos para los datos de la población residente en Cuenca, los resultados son los siguientes:

### Cuadro 4.18. Tasas específicas de migración neta, Cuenca 1991-2001

Grupos de edad	SM	sm(‰)
0-9	-474	-2,61
10-19	-257	-1,19
20-29	-1.351	-4,97
30-39	-1.840	-6,00
40-49	964	3,95
50-59	667	3,44
60-69	818	3,36
70-79	867	3,37
80+	771	3,91

La representación gráfica (Figura 4.2) permite comparar el impacto de los flujos migratorios en la estructura por edades de ambas provincias. Se puede observar que la provincia de Guadalajara tiene una migración neta positiva a todas las edades, aunque acogiendo especialmente población adulta joven, gracias a la cercanía al ámbito metropolitano de Madrid. Por el contrario, la colindante provincia de Cuenca presenta una migración neta negativa hasta los 40 años, perdiendo población joven y adulta joven y recuperando población especialmente en edades cercanas a la madurez y la vejez, posiblemente en relación con flujos de retorno.

**Figura 4.2. Saldos migratorios por grupos de edad, Guadalajara y Cuenca 1991-2001**



Fuente: INE, Censos de Población 1991 y 2001.

### Ejercicio 4.3

Utilizando la relación entre el lugar de nacimiento y de residencia actual, a partir de los datos del Censo de 2001, que se recogen en el Cuadro 4.19:

**4.3.1** Calcular el *índice de aloctonía* para la población española, entendiendo como *población no nativa* a aquella nacida en el extranjero.

**4.3.2** Calcular el mismo indicador para la población residente en los distintos distritos que conforman el municipio de Madrid, y comparar los resultados.

### Cuadro 4.19. Población residente en el municipio de Madrid, según lugar de nacimiento y distrito, 2001

	Población total	Nacidos en el extranjero
<b>España</b>	<b>40.847.371</b>	<b>2.172.201</b>
Centro	123.725	24.180
Arganzuela	132.893	15.454
Retiro	121.169	9.120
Salamanca	138.337	14.785
Chamartín	132.639	12.963
Tetuán	136.761	19.094
Chamberí	139.611	15.721
Fuencarral	201.512	14.136
Moncloa	107.022	9.755
Latina	248.590	22.747
Carabanchel	215.999	24.401
Usera	116.490	11.932
Puente de Vallecas	225.212	17.609
Moratalaz	105.260	6.305
Ciudad Lineal	219.770	24.387
Hortaleza	145.211	10.631
Villaverde	126.647	11.013
Villa de Vallecas	60.650	3.691
Vicálvaro	54.084	3.878
San Blas	135.007	8.047
Barajas	37.252	2.826

Fuente: INE, Censo de Población. 2001.

### Respuestas al Ejercicio 4.3

**4.3.1** Según el Censo de Población y Viviendas de 2001 residían en España 2.172.201 extranjeros. Si se calcula el índice de aloctonía sobre una población de 40.847.371 individuos, resulta que un 5% de la población nació en un país diferente del de residencia actual:

$$IA = \frac{2.172.201}{40.847.371} * 100 = 5,32$$

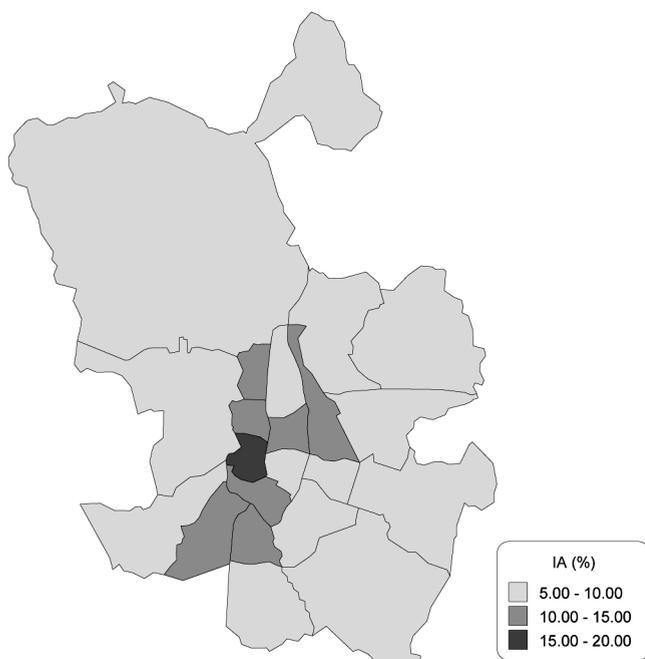
**4.3.2** Si se realizan los mismos cálculos para la población residente en el municipio de Madrid, a escala distrito, obtendremos los siguientes resultados:

#### **Cuadro 4.20. Índice de aloctonía en los distritos del municipio de Madrid, 2001**

Distrito	IA (%)
Centro	19,54
Arganzuela	11,63
Retiro	7,53
Salamanca	10,69
Chamartín	9,77
Tetuán	13,96
Chamberí	11,26
Fuencarral	7,01
Moncloa	9,11
Latina	9,15
Carabanchel	11,30
Usera	10,24
Puente de Vallecas	7,82
Moratalaz	5,99
Ciudad Lineal	11,10
Hortaleza	7,32
Villaverde	8,70
Villa de Vallecas	6,09
Vicálvaro	7,17
San Blas	5,96
Barajas	7,59

Los patrones de asentamiento de la población extranjera producen altos niveles de aloctonía en las grandes áreas urbanas, especialmente en las áreas centrales de las mismas. Se puede observar que ninguno de los distritos del municipio de Madrid presenta un porcentaje de aloctonía similar al de la población española, mostrando todos ellos un índice de aloctonía superior al 5,3%. La concentración espacial es un aspecto básico a tener en cuenta en el análisis del fenómeno migratorio. De esta forma, en el caso de la ciudad de Madrid, la población nacida en el extranjero llega a suponer casi el 20% de los residentes en el distrito Centro. La representación cartográfica de estos valores resulta una herramienta de análisis de gran ayuda, permitiendo observar la concentración en las pautas de asentamiento:

**Figura 4.3. Índice de aloctonía en el municipio de Madrid, 2001**



Fuente: INE, Censo de población 2001.

## Ejercicio 4.4

A partir de las preguntas del Censo de 2001 sobre lugar de residencia actual y en el momento censal anterior (1991) se ha construido una matriz migratoria por comunidades autónomas. Con los datos contenidos en la matriz (Cuadro 4.21), calcular:

**4.4.1** Los *flujos migratorios* que se produjeron durante el período de Cataluña a Balears (Illes), de Castilla y León a Madrid, de Madrid a Castilla-La Mancha, y del País Vasco a Cantabria.

**4.4.2** El número total de emigrantes durante el período, la *proporción de emigración* y la *tasa de emigración* en Balears (Illes), Castilla y León, Castilla-La Mancha y el País Vasco.

**4.4.3** El número total de inmigrantes durante el período, la *proporción de inmigración* y el *índice de atracción* en las mismas comunidades autónomas.

**4.4.4** El *saldo migratorio* y las *tasas de migración bruta y neta* durante el período en las mismas comunidades autónomas.

**4.4.5** El *índice de efectividad migratoria* y el *índice de migración diferencial* para las mismas comunidades autónomas.

**4.4.6** Las *tasas de emigración parcial* y de *inmigración parcial*, las *tasas bruta y neta de intercambio migratorio*, y el *índice de compensación* para las corrientes migratorias especificadas en el punto 4.4.1.

## Cuadro 4.21. Matriz de migraciones entre las comunidades autónomas españolas, 1991-2001

CC. AA. de residencia CC. AA. de residencia 2001

	Andalucía	Aragón	Asturias (Pbro. del Illés)	Baleares	Canarias	Cantabria	Castilla y León	Castilla-La Mancha	Cataluña	Comunidad Valenciana	Extremadura	Galicia	Com. de Madrid	Murcia (Región de)	Navarra (C. Foral de)	País Vasco	Rioja (La)	Ceuta	Melilla	TOTAL
Andalucía	6.223.754	2.855	1.088	14.435	11.176	761	3.656	5.886	22.782	17.391	5.071	2.801	27.220	6.753	1.439	1.938	821	2.995	1.877	6.354.489
Aragón	2.524	1.029.949	387	989	942	333	1.782	1.205	8.073	4.608	505	677	4.944	424	1.956	761	849	110	72	1.061.070
Asturias (Principado de)	1.726	419	994.892	897	1.792	1.324	4.806	557	1.769	2.032	432	3.294	5.995	309	291	673	257	42	42	981.149
Baleares (Illes)	4.129	406	241	663.581	637	124	726	740	2.605	2.236	664	461	1.884	513	119	246	90	36	55	679.833
Canarias	4.261	481	427	815	1.392.409	296	1.300	656	1.476	1.570	357	1.521	3.712	561	136	445	151	143	225	1.410.942
Cantabria	779	316	989	378	756	460.715	2.049	290	894	817	130	618	2.593	153	263	1.511	259	18	28	473.636
Castilla y León	6.116	3.089	5.266	2.889	4.069	3.295	2.195.181	3.343	7.348	8.307	3.160	5.407	34.126	1.220	1.404	6.792	1.969	191	214	2.233.336
Castilla-La Mancha	5.308	1.263	384	1.754	1.065	236	2.144	1.437.171	3.235	12.540	1.660	713	29.688	2.551	229	432	218	135	66	1.500.762
Cataluña	32.306	10.512	1.201	7.891	3.364	924	6.510	5.402	5.433.886	14.071	5.318	6.486	12.163	4.085	1.469	1.648	897	285	342	5.548.540
Comunidad Valenciana	8.246	3.088	676	3.917	1.837	340	2.063	7.715	8.225	3.481.371	1.032	1.137	8.685	6.244	609	1.018	345	157	171	3.536.876
Extremadura	5.866	618	239	2.285	1.001	256	2.883	2.864	3.928	2.124	893.037	416	13.179	390	331	1.385	277	70	54	991.023
Galicia	3.418	732	2.327	2.587	9.553	593	3.979	906	5.658	2.694	456	2.379.616	9.620	814	486	2.042	339	157	111	2.426.088
Madrid (Comunidad de)	29.103	4.228	3.707	5.110	7.064	2.863	22.524	58.537	9.966	23.739	10.974	8.529	4.449.195	5.757	1.694	3.696	1.213	402	377	4.648.678
Murcia (Región de)	4.063	484	466	965	585	105	497	1.597	1.922	7.125	352	466	3.708	967.546	141	189	132	69	124	990.536
Navarra (Comunidad Foral de)	1.176	1.287	163	188	270	190	824	252	1.105	734	279	397	1.483	178	461.355	2.120	1.096	37	15	473.140
País Vasco	5.942	1.793	1.511	1.047	1.780	8.639	13.243	1.288	3.353	5.036	3.556	4.878	8.538	707	5.736	1.849.860	4.400	79	78	1.921.444
Rioja (La)	460	870	81	128	159	215	300	152	888	533	108	180	962	82	1.586	1.280	227.550	4	8	236.174
Ceuta	3.094	129	14	119	215	13	96	124	373	297	86	72	586	127	22	28	23	54.890	103	60.201
Melilla	2.119	124	35	89	454	25	145	117	577	428	99	77	457	176	26	15	23	99	48.929	54.018
En el extranjero	109.335	23.986	10.733	35.833	56.145	5.892	26.061	26.731	168.427	134.507	8.045	51.628	230.147	49.045	14.397	16.780	8.408	967	1.585	978.412
No es aplicable	871.721	105.407	71.981	91.394	191.655	43.803	196.286	192.055	617.876	422.927	115.711	211.651	545.655	144.827	54.477	172.677	24.711	10.414	10.726	4.095.954
TOTAL	7.325.866	1.191.636	1.056.288	837.094	1.686.928	530.942	2.427.685	1.747.388	6.304.366	4.145.087	1.051.032	2.681.025	5.394.140	1.192.462	548.166	2.065.476	274.028	71.060	65.202	40.595.961

Nota: "No aplicable" recoge la población nacida durante el período intercensal.

Fuente: INE, Censo de Población 2001.

## Respuestas al Ejercicio 4.4

**4.4.1** En el intercensal 1991-2001 migraron desde Cataluña a Balears (Illes) 7.691 personas, desde Castilla y León a Madrid 34.126 personas, desde Madrid a Castilla-La Mancha 58.537 personas y desde el País Vasco a Cantabria 8.639 personas.

**4.4.2** El número total de emigrantes, la proporción de emigración y la tasa de emigración correspondientes al período intercensal en las Islas Balears (Illes) se calculan:

$$E = 679.493 - 663.581 = 15.912$$

$$PE = (15.912 / 679.493) * 100 = 2,34\%$$

$$e = \frac{15.912}{10 * \left( \frac{679.493 + 837.094}{2} \right)} * 1.000 = 2,10$$

Para las restantes comunidades se realiza el mismo cálculo, que debe arrojar los resultados recogidos en el Cuadro 4.22.

### Cuadro 4.22. Emigrantes, proporción de emigración y tasa de emigración en Balears (Illes), Castilla y León, Castilla-La Mancha y País Vasco, 1991-2001

	<i>E</i>	<i>PE (%)</i>	<i>e ‰</i>
Balears (Illes)	15.912	2,34	2,10
Castilla y León	98.155	4,39	4,21
Castilla-La Mancha	63.591	4,24	3,92
País Vasco	71.584	3,73	3,59

Se puede observar que las dos Castillas son las comunidades más emigratorias, frente al caso de Balears (Illes), comunidad en la que la emigración es muy reducida.

**4.4.3** El número total de inmigrantes, la *proporción de inmigración* y el *índice de atracción* correspondientes al período intercensal se han de calcular teniendo en cuenta la población nacida durante el intercensal, que en la matriz aparece recogida en la categoría "No aplicable". De esta forma la inmigración en las Balears (Illes) sería:

$$I = 837.094 - 663.581 - 91.394 = 82.119$$

$$PI = (82.119 / 837.094) * 100 = 9,81\%$$

$$i = \frac{82.119}{10 * \left( \frac{679.493 + 837.094}{2} \right)} * 1.000 = 10,83\%$$

Para las restantes comunidades se realiza el mismo cálculo, que debe arrojar los resultados reflejados en el Cuadro 4.23.

**Cuadro 4.23. Inmigrantes, proporción de inmigración y tasa de inmigración en Balears (Illes), Castilla y León, Castilla-La Mancha y País Vasco, 1991-2001**

	I	PI (%)	I(‰)
Balears (Illes)	82.119	9,81	10,83
Castilla y León	96.218	3,96	4,12
Castilla-La Mancha	118.142	6,76	7,27
País Vasco	42.939	2,07	2,15

**4.4.4** El *saldo migratorio*, y las *tasas de migración bruta y neta* correspondientes al período intercensal en Balears (Illes) se calculan:

$$SM = 82.119 - 15.912 = 66.207$$

$$mb = 10,83 + 2,10 = 12,93\%$$

$$mn = 10,83 - 2,10 = 8,73\%$$

Para las restantes comunidades se realiza el mismo cálculo, que debe arrojar los resultados que se pueden consultar en el Cuadro 4.24.

**Cuadro 4.24. Saldo migratorio, tasa de migración bruta y tasa de migración neta en Balears (Illes), Castilla y León, Castilla-La Mancha y País Vasco, 1991-2001**

	SM	mb (%)	mn (%)
Balears (Illes)	66.207	12,93	8,73
Castilla y León	-1.937	8,33	-0,09
Castilla-La Mancha	54.551	11,18	3,36
País Vasco	-28.645	5,74	-1,44

**4.4.5** El *índice de efectividad migratoria* y el de *migración diferencial* correspondientes al período intercensal en Balears (Illes) se calculan:

$$I.\text{efectividad} = \frac{82.119 - 15.912}{82.119 + 15.912} * 100 = 67,54$$

$$d = \frac{15.912 * 40.595.861}{976.818 * 837.094} - 1 = -0,21$$

Para las restantes comunidades se realiza el mismo cálculo, que debe arrojar los siguientes resultados:

**Cuadro 4.25. Índices de efectividad y de migración diferencial en Balears (Illes), Castilla y León, Castilla-La Mancha y País Vasco, 1991-2001**

	I. efectividad	d
Balears (Illes)	67,54	-0,21
Castilla y León	-1,00	0,68
Castilla-La Mancha	30,02	0,51
País Vasco	-25,01	0,44

**4.4.6** Las tasas de *emigración parcial* y de *inmigración parcial*, las *tasas bruta y neta de intercambio migratorio*, y el *índice de compensación* para la corriente migratoria que durante el intercensal se produjo desde Cataluña hacia Balears (Illes) se calculan:

$$m^I = \frac{7.691}{837.094} * 1.000 = 9,19\%$$

$$m^E = \frac{7.691}{6.304.366 - 252.604 + 114.654} * 1.000 = 1,25\%$$

$$TBI = \frac{7.691 + 2.605}{6.304.366 + 837.094} * 1.000 = 1,44\%$$

$$TNI = \frac{7.691 - 2.605}{6.304.366 + 837.094} * 1.000 = 0,71\%$$

$$I. \text{ Compensación} = \frac{7.691 - 2.605}{7.691 + 2.605} = 0,49$$

Para las restantes corrientes migratorias se realiza el mismo cálculo, que debe arrojar los siguientes resultados:

**Cuadro 4.26. Tasas de migración parcial, de intercambio migratorio e Índice de compensación en Balears (Illes), Castilla y León, Castilla-La Mancha y País Vasco, 1991-2001**

	$m^E$ (‰)	$m^I$ (‰)	TBI (‰)	TNI (‰)	I. Compensación
Cataluña-Balears (Illes)	1,25	9,19	1,44	0,71	0,49
Castilla y León-Madrid	14,04	6,33	7,24	1,48	0,20
Madrid-Castilla-La Mancha	11,26	33,50	12,35	4,04	0,33
País Vasco-Cantabria	4,12	16,27	3,91	2,75	0,70

**Ejercicio 4.5**

La información aportada por el Censo de 2001, referida al año de llegada a la comunidad autónoma de residencia, permite observar la migración interautonómica durante el año 2000. Utilizando los datos que se adjuntan en el cuadro siguiente:

### Cuadro 4.27. Población y migrantes interautonómicos según grupo de edad, España 2000

Grupo de edad	Población	Migrantes
0-4	1.920.886	17.938
5-9	1.903.923	22.747
10-14	2.100.711	18.538
15-19	2.460.435	21.660
20-2	3.177.556	46.211
25-29	3.491.005	69.322
30-34	3.369.483	56.505
35-39	3.284.570	42.210
40-44	3.020.664	27.003
45-49	2.602.822	16.055
50-54	2.425.768	11.152
55-59	2.202.650	9.123
60-64	1.838.452	7.992
65-69	2.071.821	6.970
70-74	1.823.131	4.318
75-79	1.410.131	2.947
80-84	841.808	2.095
85-89	446.662	1.197
90+	203.383	549

Fuente: INE, Censo de Población 2001.

**4.5.1** Construir la tabla abreviada (grupos quinquenales) de migración interautonómica durante el año 2000, para el total de la población española. Calcular la intensidad migratoria interautonómica y la edad media a la migración.

**4.5.2** Calcular la intensidad migratoria interautonómica, la edad media a la migración, y representar gráficamente el calendario de migración interautonómica.

### Resultados al Ejercicio 4.5

**4.5.1** Para construir una tabla de migración en primer lugar hemos de calcular las tasas de migración por edad, que obtendremos para cada grupo de edad del siguiente modo:

$$e_{0,5} = \frac{17.938}{1.920.886} = 0,009$$

A partir de la tasa podremos calcular las probabilidades y los migrantes teóricos:

$${}_5e_0 = \frac{2 * (5 * 0,009)}{2 + (5 * 0,009)} = 0,045$$

$$S_5 = 100.000 - (100.000 * 0,045) = 95.437$$

$${}_5M_0 = 100.000 - 95.437 = 4.563$$

Para los restantes grupos de edades se calculan de igual forma, obteniendo los resultados que se reflejan en la siguiente tabla:

**Cuadro 4.28. Tabla de migración interautonómica, España 2000**

$x$	${}_n P_x$	$E_{x,x+n}$	$e_{x,x+n}$	${}_n e_x$	$S_x$	${}_n M_x$
0	1.920.886	17.938	0,0093	0,0456	100.000	4.563
5	1.903.923	22.747	0,0119	0,0580	95.437	5.536
10	2.100.711	18.538	0,0088	0,0432	89.902	3.881
15	2.460.435	21.660	0,0088	0,0431	86.020	3.705
20	3.177.556	46.211	0,0145	0,0702	82.316	5.776
25	3.491.005	69.322	0,0199	0,0946	76.540	7.240
30	3.369.483	56.505	0,0168	0,0805	69.300	5.577
35	3.284.570	42.210	0,0129	0,0623	63.723	3.967
40	3.020.664	27.003	0,0089	0,0437	59.756	2.613
45	2.602.822	16.055	0,0062	0,0304	57.144	1.736
50	2.425.768	11.152	0,0046	0,0227	55.408	1.259
55	2.202.650	9.123	0,0041	0,0205	54.149	1.110
60	1.838.452	7.992	0,0043	0,0215	53.039	1.140
65	2.071.821	6.970	0,0034	0,0167	51.898	866
70	1.823.131	4.318	0,0024	0,0118	51.033	601
75	1.410.131	2.947	0,0021	0,0104	50.432	524
80	841.808	2.095	0,0025	0,0124	49.908	617
85	446.662	1.197	0,0027	0,0133	49.291	656
90	203.383	549	0,0027	0,0134	48.634	652

**4.5.2** La intensidad migratoria se calcularía:

$$\frac{\sum_{x=0}^w M_{x,x+n}}{1.000} = \frac{52.018}{1.000} = 52,02$$

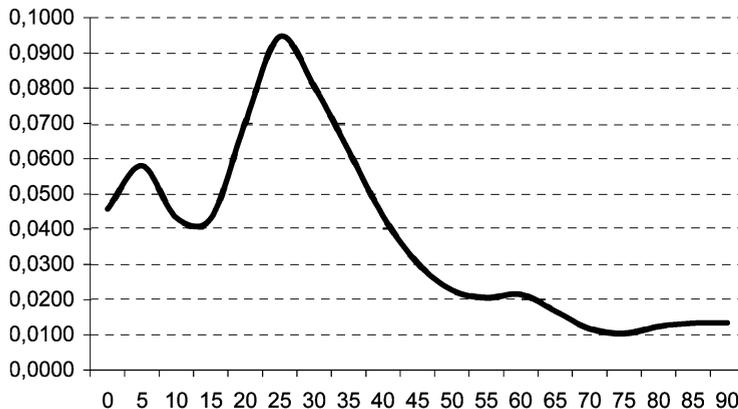
Es decir, de una cohorte que mostrase un patrón de migración interautonómica como la de la población española actual, un 52% de los nacidos cambiaría de comunidad autónoma de residencia alguna vez en su vida.

La edad media de los migrantes se calcularía:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{x=0}^w \left(x + \frac{n}{2}\right) * M_{x,x+n}}{\sum_{x=0}^w M_{x,x+n}} = \frac{1.531.268}{52.018} = 24,43$$

Es decir, una cohorte ficticia que mostrase los mismos patrones de migración interautonómica que la población española en el año 2000, mostraría una edad media a la migración de 24 años y medio, siendo éste un indicador troncal del calendario migratorio que se puede observar si se representan gráficamente las probabilidades de migrar.

### Figura 4.4. Probabilidades de migración interautonómica por edad, España 2000



Fuente: INE, Censo de población 2001.

### Ejercicio 4.6

Según la Estadística de Variaciones Residenciales, durante el año 2004 la población extranjera residente en España, protagonizó las migraciones interiores que se recogen en la siguiente tabla, según grupos de edad:

### Cuadro 4.29. Población extranjera y migrantes interiores extranjeros residentes en España según grupo de edad, 2004

Grupos de edad	Población	Migrantes interiores
Menos de 16 años	440.957	45.636
De 16 a 24 años	474.668	58.598
De 25 a 34 años	908.178	136.94
De 35 a 44 años	604.361	74.452
De 45 a 54 años	292.803	28.78
De 55 a 64 años	165.348	8.951
De 65 años y más	148.011	4.377

Fuente: INE, Estadística de Variaciones Residenciales 2004.

Mediante una tabla de migración abreviada calcular las probabilidades de migrar, por grupos de edad, para la población extranjera. Supón una duración de 15 años para el grupo abierto.

#### Respuestas al Ejercicio 4.6

En primer lugar hemos de calcular las tasas de migración por edad, que calcularemos para cada grupo de edad del siguiente modo:

$$e_{0,16} = \frac{45.636}{440.957} = 0,1035$$

$$e_{16,25} = \frac{58.598}{474.668} = 0,1235$$

A partir de la tasa podemos ya calcular las probabilidades:

$${}_{15}e_0 = \frac{2 * (15 * 0,1035)}{2 + (15 * 0,1035)} = 0,8740$$

$${}_{10}e_{25} = \frac{2 * (10 * 0,1235)}{2 + (10 * 0,1235)} = 0,7633$$

Para los restantes grupos de edades se calculan de igual forma, obteniendo los resultados que se reflejan en el siguiente cuadro:

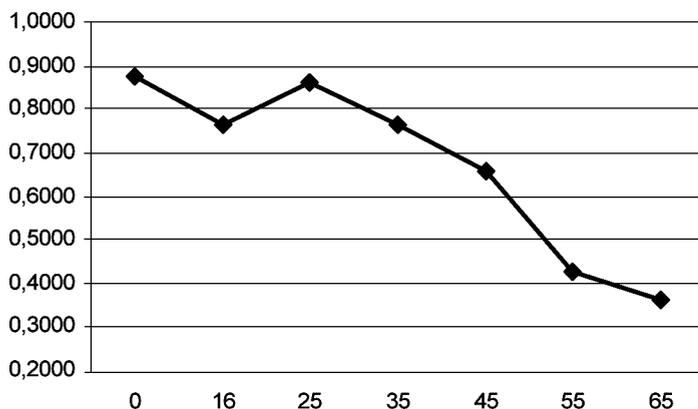
**Cuadro 4.30. Tabla abreviada de migración interior protagonizada por la población extranjera residente en España, 2004**

$x$	${}_n P_x$	$E_{x,x+n}$	$e_{x,x+n}$	${}_n e_x$
0	440.957	45.636	0,1035	0,8740
16	474.668	58.598	0,1235	0,7633
25	908.178	136.941	0,1508	0,8597
35	604.361	74.452	0,1232	0,7623
45	292.803	28.783	0,0983	0,6591
55	165.348	8.951	0,0541	0,4260
65	148.011	4.377	0,0296	0,3631

Fuente: INE, Estadística de Variaciones Residenciales 2004.

Si se representa gráficamente el calendario de la migración extranjera se puede observar la presencia de una mayor migración sostenida a todas las edades, menos concentrada en las edades centrales del curso de vida. Si bien la población extranjera residente en España presenta un patrón por edades muy joven, una vez realizada la migración internacional la movilidad es mucho más alta que entre la población española, mostrando biografías más migratorias que las de la población nacida en España. A ello se une una notable migración infantil de arrastre, debida a la movilidad de sus padres adultos jóvenes.

**Figura 4.5. Probabilidad de migración interior protagonizada por la población extranjera residente en España, 2004**



Fuente: INE, Estadística de Variaciones Residenciales 2004.

### Ejercicio 4.7

La Encuesta Sociodemográfica (INE,1991) nos permite contar con los datos retrospectivos de las historias migratorias de los supervivientes de las generaciones españolas nacidas antes de 1991. La generación nacida entre 1920 y 1924 tenía en 1991 entre 67 y 71 años, lo que permite hacer un estudio longitudinal de una ya larga historia migratoria. En 1991 había 1.640.379 supervivientes de dicha cohorte según la fuente citada. En el Cuadro 4.31 se aportan las edades al primer movimiento migratorio protagonizadas por los miembros de esta generación hasta 1991. De entre los que no migraron antes del momento de la encuesta, 453.743 tenían entre 67 y 69 años, y 283.255 tenían 70 o 71 años. Contando con esta información:

### **Cuadro 4.31. Edad al primer movimiento migratorio de la generación nacida entre 1920 y 1924**

$x$	$Mx$
0	109.610
5	71.848
10	64.785
15	99.389
20	108.706
25	127.057
30	88.994
35	63.812
40	63.803
45	45.681
50	30.767
55	12.534
60	7.452
65	8.634
70	309

Fuente: INE, Encuesta Sociodemográfica 1991.

**4.7.1** Representar en un diagrama de Lexis las migraciones de primer rango protagonizadas por esta generación.

**4.7.2** Mediante una tabla de migración calcular la población sujeta al riesgo de migrar al comienzo de cada grupo de edad, y representar en un diagrama de Lexis  ${}_5P_{55}$ ,  ${}_5P_{60}$ ,  ${}_5P_{65}$  y  ${}_5P_{70}$ .

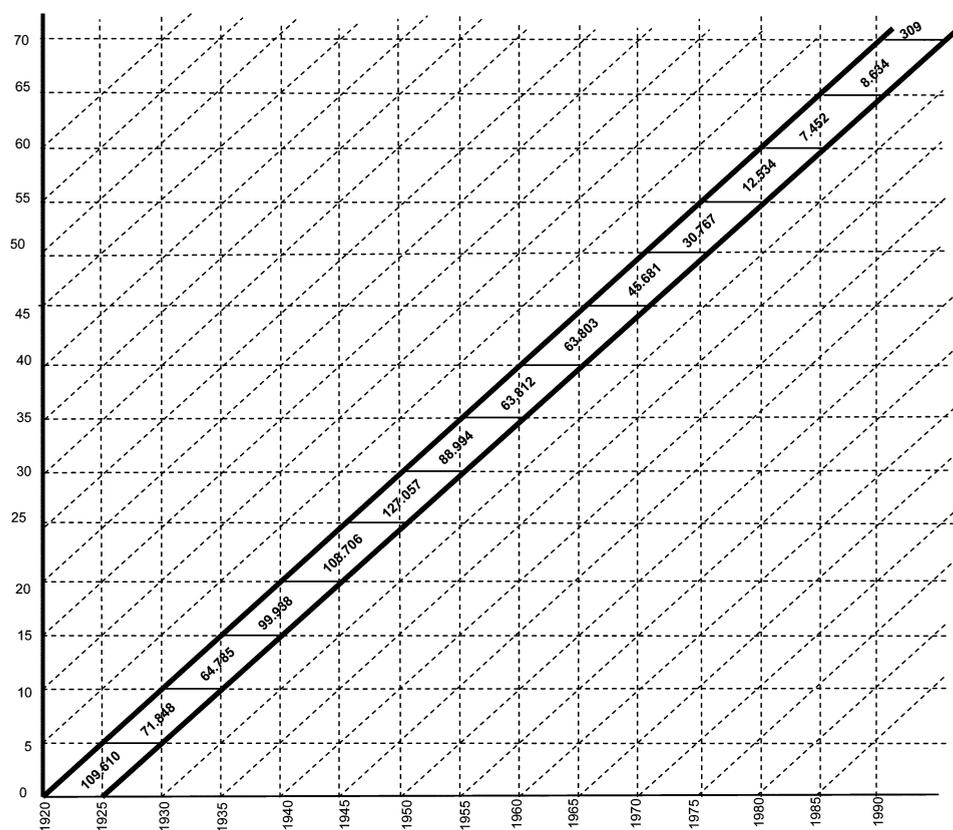
**4.7.3** Utilizando la tabla de migración comenzada en el Ejercicio 4.7.2, calcular las probabilidades de migración por edad (grupos quinquenales) para las migraciones de primer rango de esta generación.

**4.7.4** Calcular la intensidad migratoria y la edad media a la migración.

### **Respuestas al Ejercicio 4.7**

**4.7.1** Los movimientos migratorios de primer rango protagonizados por los miembros de esta generación, en un diagrama de Lexis se representarían de la siguiente forma:

**Figura 4.6. Representación en el diagrama de Lexis de las migraciones de primer rango protagonizadas por la generación nacida entre 1920 y 1924**



Fuente: INE, Encuesta Sociodemográfica 1991.

**4.7.2** La tabla de migración se construye de forma similar a una tabla con datos transversales, con unas pocas salvedades. En primer lugar se ha de tener en cuenta que la población expuesta al riesgo de migrar inicialmente sería el total de los nacidos. Puesto que contamos con datos retrospectivos, usaremos como población inicial el total de los nacidos que han sobrevivido hasta 1991, y de los que contamos, por tanto, con información sobre las migraciones que han protagonizado a lo largo de su vida hasta ese momento. Por consiguiente, la población inicialmente expuesta al riesgo de migrar sería de 1.640.379 individuos.

Para cada una de las restantes edades, la población expuesta al riesgo será el total de los nacidos menos aquellos que ya han migrado por primera vez hasta ese momento. Por ejemplo, la población expuesta al riesgo de migrar entre 5 y 10 años sería:

$${}_5P_5 = 1.640.379 - 109.610 = 1.530.769$$

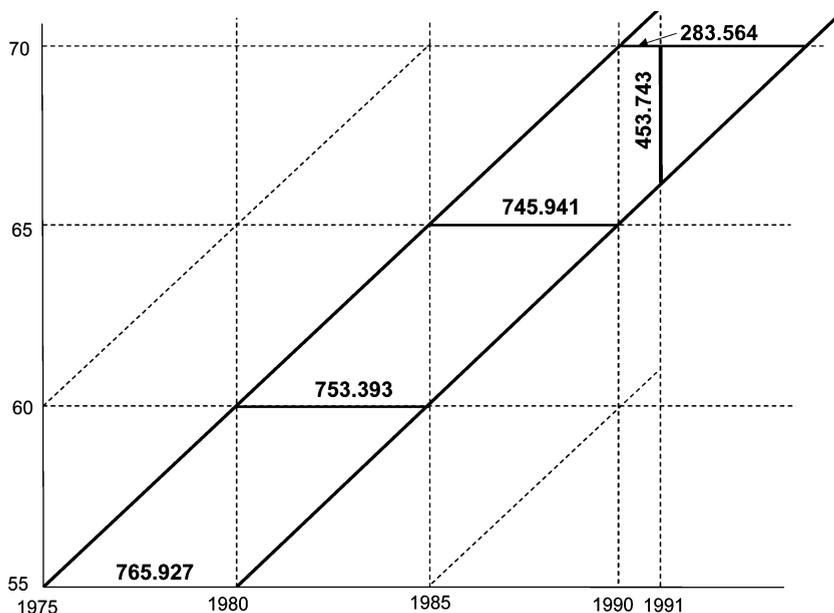
De esta forma podemos calcular la población expuesta al riesgo de la tabla hasta los 65 años, pues toda la cohorte es mayor de esa edad:

**Cuadro 4.32.**  
**Población expuesta**  
**al riesgo de migrar**  
**de la generación**  
**nacida entre 1920 y**  
**1924, a cada edad**  
**exacta**

$x$	${}_n P_x$
0	1.640.379
5	1.530.769
10	1.458.921
15	1.394.136
20	1.294.747
25	1.186.041
30	1.058.984
35	969.990
40	906.178
45	842.375
50	796.694
55	765.927
60	753.393
65	745.941

Pero se ha de tener en cuenta que la población observada puede estar truncada por la derecha, es decir, población que sale de observación en un momento dado de la tabla. Por ejemplo, en este caso tenemos población que en el momento de observación (1991) tiene una edad  $x$ , y por tanto sale de observación a esa edad. Esto es lo que ocurre con la población entre 65 y 69 años. Se observa con más claridad si se representa en el diagrama de Lexis:

**Figura 4.7. Representación en el diagrama de Lexis de la población expuesta al riesgo de migrar a edades exactas entre los 55 y los 70 años, de la generación nacida entre 1920 y 1924**



Por tanto, los expuestos al riesgo de migrar a partir de los 70 años serán la cohorte inicial menos los que ya han migrado por primera vez antes de esa edad, menos los que todavía no han cumplido esa edad en el momento de observación, y por ello salen de nuestra observación en la tabla de migración en el grupo de edad en el que se encuentran, 65-69 años.

$${}_5P_{70} = 745.941 - 8.634 - 453.743 = 283.564$$

Por tanto, en la tabla situaremos en una tercera columna la población que sale de observación en cada grupo de edad. De esta forma, las poblaciones sujetas a riesgo al comienzo de cada período de observación en la tabla serían:

**Cuadro 4.33. Población expuesta al riesgo de migrar de la generación nacida entre 1920 y 1924 según edad exacta**

x	${}_n P_x$	Población que sale de observación
0	1.640.379	0
5	1.530.769	0
10	1.458.921	0
15	1.394.136	0
20	1.294.747	0
25	1.186.041	0
30	1.058.984	0
35	969.990	0
40	906.178	0
45	842.375	0
50	796.694	0
55	765.927	0
60	753.393	0
65	745.941	453.743
70	283.564	283.255

**4.7.3** Para el cálculo de las restantes funciones de la tabla se ha de observar que, dado que en este caso contamos con una observación longitudinal, el cociente entre las migraciones y la población sometida a riesgo se corresponde con la probabilidad de migrar, que por tanto, en observaciones longitudinales no ha de ser calculada a partir de la tasa, sino que se obtiene directamente:

$${}_5 e_0 = \frac{109.610}{1.640.379} = 0,0668$$

De esta forma, la tabla de migración de primer rango para esta generación se correspondería con la siguiente:

**Cuadro 4.34. Tabla de migración de primer orden protagonizada por la generación nacida entre 1920 y 1924**

$x$	${}_n P_x$		$E_{x,x+n}$	${}_n e_x$
0	1.640.379	0	109.610	0,0668
5	1.530.769	0	71.848	0,0469
10	1.458.921	0	64.785	0,0444
15	1.394.136	0	99.389	0,0713
20	1.294.747	0	108.706	0,0840
25	1.186.041	0	127.057	0,1071
30	1.058.984	0	88.994	0,0840
35	969.990	0	63.812	0,0658
40	906.178	0	63.803	0,0704
45	842.375	0	45.681	0,0542
50	796.694	0	30.767	0,0386
55	765.927	0	12.534	0,0164
60	753.393	0	7.452	0,0099
65	745.941	453.743	8.634	0,0116
70	283.564	283.255	309	0,0011

**4.7.4** La cohorte teórica en una tabla de migración se utiliza para convertir una observación transversal de una población, en el comportamiento longitudinal de una generación ficticia. Pero puesto que en este caso contamos con datos longitudinales no es necesario el uso de una generación ficticia, puesto que estamos observando el comportamiento de una generación real, no de una población transversal. Por tanto para calcular la intensidad migratoria utilizaremos  $E_x$ :

$$\frac{\sum_{x=0}^{\omega} E_x}{P_0} = \frac{903.381}{1.640.379} = 0,55$$

Por tanto, la intensidad de primo-movilidad para esta generación sería de 0,55; es decir, cuando tenían entre 67 y 71 años, aproximadamente un 55% de los nacidos habían migrado alguna vez:

$$\bar{x}_m = \frac{\sum_{x=0}^w (x+2,5) * E_{x,x+n}}{\sum_{x=0}^w E_{x,x+n}} = \frac{22.875.608}{903.381} = 25,32$$

La edad media a la migración fue de 25,32 años, siendo un indicador troncal del calendario migratorio que podemos observar si se representan gráficamente las probabilidades de migrar.

**Figura 4.8. Probabilidad de migración de primer orden protagonizada por la generación nacida entre 1920 y 1924**



Fuente: INE, Encuesta Sociodemográfica 1991.



## Capítulo 5

# Estructura de la población

El estudio de las estructuras constituye una parte esencial del análisis demográfico por cuanto que ni el *comportamiento* de las poblaciones ni su significación social o económica podrán valorarse correctamente sin tener en cuenta los principales rasgos de su composición.

Es una circunstancia normal que poblaciones con un número similar de efectivos sean radicalmente diferentes en razón de las *características* demográficas de los individuos que las integran. La distribución de las características de relevancia demográfica, como el sexo, la edad, el estado civil, el nivel de instrucción, la relación con la actividad económica, la naturaleza o la nacionalidad, pueden componer poblaciones muy diversas.

El análisis de las estructuras ha de comenzar por la definición y la justificación del interés demográfico de las *características* consideradas en cada caso. Nos movemos, sin embargo, dentro de un amplio espectro, de límites borrosos, que incluye rasgos personales de muy diversa naturaleza y entidad, por lo que no parece útil intentar cerrar de forma apriorística y con carácter general una lista definitiva de características.

Los análisis de la estructura de una población exigen su desagregación en un cierto número de *subpoblaciones* cuyos individuos tienen algún rasgo común: subpoblación de varones o de mujeres, de los que tienen una determinada edad, de las viudas, de los que tienen estudios superiores, de los que están en paro, de los que trabajan en un determinado sector de actividad, de los nacidos en tal o cual país, etc. Pero no sólo se trata de definir poblaciones con interés por sí mismas para convertirlas en el objeto de la investigación. Lo que se persigue es identificar y dimen-

sionar las partes significativas y medir su peso en relación con el total (*proporciones*) y con otros grupos (*relaciones*).

En el estudio de las estructuras se manejan únicamente stocks de población, pero ello no supone que no haya que prestar una especial atención a su evolución. Por el contrario, la estructura de una población, muy especialmente la composición por edades y sexo, ha de ser considerada como un *factor inercia* por ser un gran condicionante de las dinámicas demográfica y socioeconómica futuras.

Como principios metodológicos básicos de estos análisis hay que subrayar:

a) El objeto principal de los estudios de estructura demográfica es analizar la interacción entre *composición*, *comportamiento* y otros aspectos de la realidad social con un enfoque holístico.

b) La relevancia de las variables y atributos sobre las que se sustenta la caracterización de la estructura de la población debe quedar justificada, en cada caso, en relación con los objetivos del análisis demográfico.

c) Las *subpoblaciones* han de valorarse como partes de un todo. Interesa, por tanto, medir su relación numérica con el conjunto y con las otras *subpoblaciones* consideradas.

d) El límite a la capacidad de establecer *subpoblaciones* dentro de una población mayor de la que forman parte deberá fijarse en razón del interés sociodemográfico de la desagregación y de la consistencia estadística del grupo resultante. Las diferentes características demográficas implican aptitudes y actitudes específicas de los individuos, pero el análisis demográfico no se interesa por los individuos, sino por los agrupamientos con suficiente significado estadístico.

### **5.1 Composición por sexo y edad**

El tratamiento estadístico y gráfico a partir de las características *sexo* y *edad* permite la tipificación de la que debe ser considerada como la estructura básica de cualquier población. Podría decirse que algunos de los gráficos e indicadores que reflejan esta estructura son signos de identidad básicos, tan importantes como el número de habitantes.

La estructura por sexo y edad sirve también como base para el estudio de los diversos atributos relevantes en la composición de una población. Cruzar el estado

civil, la actividad, la naturaleza ..., con la edad y el sexo, resulta tan enriquecedor y esclarecedor que se hace prácticamente indispensable.

### 5.1.1 Composición por sexo

El *sexo*, como atributo demográfico, es un elemento de análisis imprescindible por cuanto que determina diferencias en relación con la mortalidad, papeles muy distintos en la fecundidad y, eventualmente, actitudes diferenciadas en relación con las migraciones. Las dinámicas social y económica marcan todavía importantes diferencias entre los individuos de uno y otro sexo.

Los factores naturales tienden a favorecer la igualdad numérica entre los grupos de varones y mujeres. Como se ha visto con detalle en los Capítulos 2 y 3, nacen más varones que mujeres, pero aquéllos sufren una mayor mortalidad a todas las edades. A ello se añade la incidencia coyuntural de las migraciones y de otros factores sociales que hacen que podamos encontrarnos subpoblaciones con marcados desequilibrios entre los grupos de mujeres y de varones.

Como tal atributo, resulta de fácil definición y manejo ya que sólo tiene dos modalidades: *mujer* o *varón*, que permanecen constantes a lo largo del tiempo. El estudio de la *composición por sexo* de una población presenta, por tanto, una escasa dificultad técnica, a lo que normalmente habrá que añadir la alta fiabilidad de la información estadística.

Básicamente se utilizan dos tipos de indicadores:

#### Proporción de masculinidad o de feminidad

Se trata de determinar la proporción de los efectivos de uno u otro sexo dentro de una población.

$$\text{Proporción de varones} = \frac{\text{Población de varones}}{\text{Población total}}$$

Esta proporción se obtiene también para grupos específicos de población, establecidos en función de la edad o cualquier otro atributo.

Una de los indicadores más utilizados es el que establece la proporción de mujeres al nacimiento y puede utilizarse, como se vio en el Capítulo 3, para el cálculo de la *Tasa de Reproducción*.

$$\text{Proporción de mujeres al nacimiento} = \frac{\text{Nacimientos femeninos}}{\text{Nacimientos totales}}$$

Estas proporciones suelen expresarse también en tantos por ciento.

### **Razón de masculinidad o de feminidad**

Es el cociente de los efectivos de un grupo entre los efectivos del otro. Aunque se puede tomar la referencia de varones o de mujeres en función de lo que resulte más expresivo para el análisis, es más habitual el uso de la razón de masculinidad.

$$\text{Razón de feminidad} = \frac{\text{Población de mujeres}}{\text{Población de varones}}$$

Estos indicadores suelen expresarse multiplicando el resultado de la relación por la unidad seguida de tantos ceros como se considere conveniente a efectos de la expresividad y el manejo del dato.

### **5.1.2 Composición por edad**

La edad resulta ser una característica cuantitativa de los individuos, que las estadísticas demográficas deducen de la pregunta censal y padronal sobre la fecha de nacimiento.

En principio parece que estemos ante el análisis de una característica simple, pero el concepto de edad esconde una cierta complejidad. Hay que partir del hecho de que estamos ante una *variable continua*. Entre dos edades cualesquiera, por ejemplo 54 y 55 años, la variable podría adquirir tantos valores intermedios como se desee en función de la unidad de medida: por ejemplo 54 años, 160 días, 20 horas, 50 minutos, 20 segundos, 8 décimas ... Pero, por razones prácticas, en Demografía la edad será tratada como una *variable discreta*: entre 54 y 55 años no se consideran valores intermedios.

Normalmente se utiliza la que se denomina *edad en años cumplidos*, que es el número de veces que se ha repetido el aniversario del nacimiento y que supone un redondeo por abajo del valor exacto de la variable. En la Figura 5.1 los individuos con 54 *años cumplidos* quedan representados por el segmento  $\overline{ab}$  de la *línea de contemporáneos*. El dato está referido al inicio del año (1.01.2001) y se da la correspondencia:

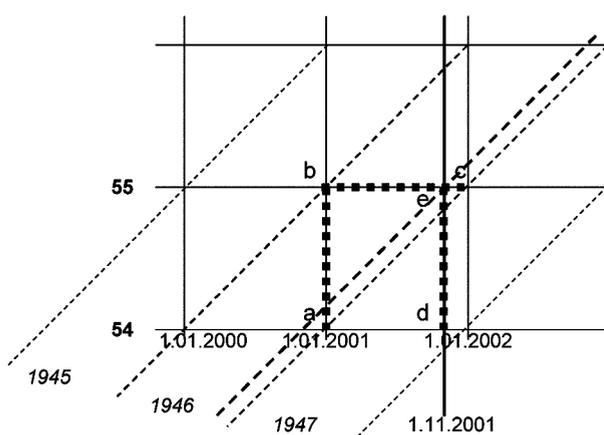
$$\text{Calendario (2001)} = \text{Cohorte (1946)} + \text{Duración (54)} + 1$$

Si quisiéramos clasificar a los individuos a *edad exacta*, en el momento en el que atraviesan la *línea de aniversario* estaríamos refiriéndonos a la que se denomina *edad cumplida durante el año*. En el diagrama quedaría representado con el segmento  $\overline{bc}$  de la *línea de aniversario*. Dado que lo que se mide es el número de los que durante el año han alcanzado la línea de aniversario, si hacemos efectivo el dato en el último momento del año (31 de diciembre), se dará la correspondencia:

$$\text{Calendario (2001)} = \text{Cohorte (1946)} + \text{Duración (55)}$$

Efectivamente, las personas con 55 años cumplidos a 1.01.2002 serán las que han alcanzado su 55 aniversario durante 2001, y constituyen la generación de 1946.

**Figura 5.1. Edad en años cumplidos y edad exacta**



Cuando el dato no esté referido exactamente al momento de transición entre dos años de calendario, el grupo de edad estará integrado por individuos de dos generaciones diferentes. En la Figura 5.1, el segmento  $\overline{de}$  corresponde a los individuos con 54 años cumplidos en el momento censal de 2001 (1 de noviembre) y, como puede apreciarse, ese grupo está formado por los integrantes de la generación de 1946 que nacieron después del 1 de noviembre más los de la generación de 1947 que nacieron antes del 1 de noviembre. Alguien nacido el 31 de octubre de 1946

aparecerá en el Censo en el grupo de los que tienen 55 años cumplidos, mientras que los que nacieron el día siguiente estarán en el grupo de los que tienen 54 años.

La edad como variable discreta se utiliza también para formar grupos de una mayor amplitud. Cuando se forman grupos que abarcan varias edades (los más frecuentes son los quinquenales), a la hora de hacer cálculos con los grupos de edades, como marca de clase o valor de la variable, se utiliza el que corresponde al valor inferior del rango más la mitad de su amplitud:

Grupos quinquenales	Valor de la variable edad
0-4	$0 + 2,5 = 2,5$
5-9	$5 + 2,5 = 7,5$
10-14	$10 + 2,5 = 12,5$
...	...
80-89	$80 + 5 = 85$
90 y más	$90 + x =$

Los *grupos abiertos*, como *90 y más*, habrán de ser objeto de las estimaciones estadísticas que en cada caso se consideren más adecuadas.

También son muy utilizados otros tipos de clasificaciones más simplificadas. Suele hablarse entonces de *grandes grupos de edad*, en los que la variable edad se transforma en un atributo con tres modalidades:

Edades	Categorías
0-19	Jóvenes
20-64	Adultos
65 y más	Viejos

Como la anterior, pueden establecerse cuantas clasificaciones se considere oportuno, con el número de categorías y con las amplitudes para cada clase que resulten idóneas al análisis que haya que efectuar.

Definido el concepto de edad, no parece que sea necesario extenderse mucho sobre la justificación de su significado demográfico y social. Baste con recordar que los individuos, en razón de su edad, ven modificarse su *probabilidad de muerte*, adquieren y pierden su *fertilidad*, cambian sus actitudes reproductivas, modifican sus hábitos como consumidores, varían también sus capacidades como productores y sus necesidades de todo tipo, utilizan de forma distinta el espacio urbano, etc. En definitiva, los individuos en el transcurso de su *línea de vida* cambian su papel como agentes de la dinámica demográfica y de la dinámica social y económica.

Algunas de las anteriores afirmaciones son objetivables e incluso pueden acotarse numéricamente. No en balde la edad aparece con frecuencia en normativas que regulan aspectos muy relevantes de la vida de las personas. Pero no siempre es tan evidente la forma en que la mayor o menor proporción de grupos de individuos de ciertas edades altera el comportamiento demográfico o incide sobre distintos aspectos de la organización social o de la actividad económica.

Tras la explicación de algunas técnicas para el análisis de la estructura por edad y sexo, será preciso reflexionar sobre los procesos causa-efecto en la dinámica de la composición. En el apartado dedicado al estudio del envejecimiento demográfico habrá ocasión para cuestionar cierta tendencia a hacer valoraciones excesivamente mecanicistas.

Veamos primero algunos indicadores de estructura por edades a partir de la simplificación en *grandes grupos*.

### **Índice de Envejecimiento**

Se define como tal la proporción de individuos de 65 y más años de edad, y generalmente se expresa en porcentaje:

$$\text{Índice de Envejecimiento} = \frac{P_{65 \text{ y más}}}{\text{Población Total}} * 100$$

Como en todos los indicadores de este tipo, el crecimiento de la proporción de  $P_{65 \text{ y más}}$  supone que ese grupo crece más deprisa que el total de la población. Incluso si limitamos el análisis a la simple mecánica demográfica, esa circunstancia puede deberse a un complejo causal en el que intervienen la evolución de la natalidad, la evolución de mortalidad a las diferentes edades, los comportamientos y los perfiles migratorios y la inercia de la propia estructura. Más adelante, en el apartado 5.2 se desarrollará más ampliamente esta cuestión.

### **Índice de Longevidad**

Nuevamente se trata de una proporción, pero en este caso lo que se quiere medir es la intensidad del envejecimiento dentro del grupo de mayor edad:

$$\text{Índice de Longevidad} = \frac{P_{85 \text{ y más}}}{P_{65 \text{ y más}}} * 100$$

### Índice de Juventud

Suele definirse como la proporción de individuos que aún no han cumplido los 15 años de edad, pero en las sociedades más avanzadas esa fecha hace tiempo que ha perdido su carácter de límite entre el período formativo y laboral, por lo que es aconsejable sustituirla por otra más acorde con la realidad. Utilizar los 20, incluso los 25 años de edad como límite para cerrar el período formativo, previo a la incorporación laboral o a la emancipación puede, en sociedades como la española, ser incluso excesivamente restrictivo:

$$\text{Índice de Juventud} = \frac{P_{0-19}}{\text{Población total}} * 100$$

### Tasa de Dependencia

Bajo esta denominación se hace referencia a algunos cocientes entre grupos de población en los que se supone algún tipo de relación de dependencia. La más utilizada determina el número de personas que, por su edad, están fuera del sistema productivo con aquellas otras que tienen edad activa:

$$\text{Tasa de Dependencia} = \frac{P_{0-19} + P_{65 \text{ y más}}}{P_{20-64}}$$

La ratio de dependencia puede establecerse también por separado para el grupo de los más jóvenes y para el de los mayores:

$$\text{Tasa de Dependencia de Jóvenes} = \frac{P_{0-19}}{P_{20-64}}$$

$$\text{Tasa de Dependencia de Mayores} = \frac{P_{65 \text{ y más}}}{P_{20-64}}$$

No debe confundirse esta hipotética dependencia económica entre grupos de población con la tasa de dependencia que mide la proporción de situaciones en las que los individuos no pueden valerse por sí mismos, como consecuencia de alguna discapacidad.

Las posibilidades de establecer relaciones numéricas entre grupos de población son tan amplias como se desee en función de las exigencias del objeto del estudio. A continuación se relacionan algunas a título de ejemplo.

### **Ratio de reemplazo**

Un ejemplo sería la que relaciona los grupos de población que, en función de su edad, se incorporarán y abandonarán respectivamente la edad de actividad.

$$\text{Ratio de reemplazo de la población potencialmente activa} = \frac{P_{20-24}}{P_{60-64}}$$

Como en la mayor parte de esos indicadores, se trata de una simplificación de la realidad que establece como premisa que la incorporación al trabajo se produce a partir de los 25 años y la salida, al cumplir los 65 años. Básicamente, lo que refleja es si el grupo de edad activa tiene tendencia a aumentar o a disminuir en el quinquenio inmediato en función de la propia estructura, es decir, haciendo abstracción de los posibles efectos de la mortalidad y de las migraciones. Si se manejasen grupos decenales, el pronóstico estaría referido a los próximos diez años.

También puede resultar expresivo el resultado de medir el efecto numérico de la sustitución por el reemplazo de ciertos grupos en *edad fértil*:

$$\text{Ratio de reemplazo de población femenina potencialmente fértil} = \frac{Pm_{24-29}}{Pm_{30-34}}$$

siendo  $Pm$  la población de mujeres.

Suponiendo que las máximas tasas de fecundidad se den entre las mujeres de 30 a 34 años se trata de medir, en razón de la estructura, la evolución de ese grupo durante el próximo quinquenio.

### **Edad media**

Es la media aritmética de las edades de los individuos de una población. Por sí mismo no aporta ninguna idea concluyente en cuanto a la composición por edades y, como tal valor medio, su significado es discutible por cuanto que, en el caso de que queramos ver la evolución registrada dentro de una población o hacer comparaciones entre poblaciones distintas, habría que tener en cuenta que, con este tipo de indicadores de valor medio, poblaciones muy diferentes pueden presentar resultados idénticos:

$$Edad\ Media = \frac{\sum ((x+0,5) * P_x)}{\sum P_x}$$

siendo  $P_x$  = población de la edad  $x$

Como se ha explicado al hablar de los grupos de edad, se considera que los nacimientos se producen de forma homogénea a lo largo del año y que, por tanto, como media, los individuos tienen los años cumplidos + 0,5.

### 5.1.3 La pirámide de edades

La pirámide es una herramienta gráfica prácticamente imprescindible en el análisis demográfico. Técnicamente consiste en dos histogramas enfrentados en los que la superficie de cada una de las barras representa el peso del correspondiente grupo de edad y sexo, bien en términos absolutos o en valores relativos con respecto a la población total.

Es práctica común presentar los histogramas sobre unos ejes en los que se representa el tamaño de los grupos (eje horizontal) y los rangos de las edades (eje vertical) (Figura 5.2). El histograma correspondiente a las mujeres se sitúa a la derecha del gráfico, cuya virtud principal es transmitir de forma inmediata una idea que sintetiza un amplio conjunto de datos (200 si la pirámide se ha construido con edades simples (Figura 5.4) y entre 36 y 40 si se representan grupos quinquenales). Las pirámides tienen dos utilidades principales:

a) La interpretación inmediata y la comparación de la silueta de la pirámide como expresión de diferentes tipos de poblaciones.

b) La lectura detallada, sobre los perfiles de varones y mujeres, de las secuencias de variaciones entre los sucesivos grupos de edad como testimonio perdurable de las vicisitudes vividas por la población a lo largo de los últimos 100 años.

Para optimizar la expresividad del gráfico y evitar distorsiones innecesarias será conveniente respetar en su construcción algunas reglas básicas:

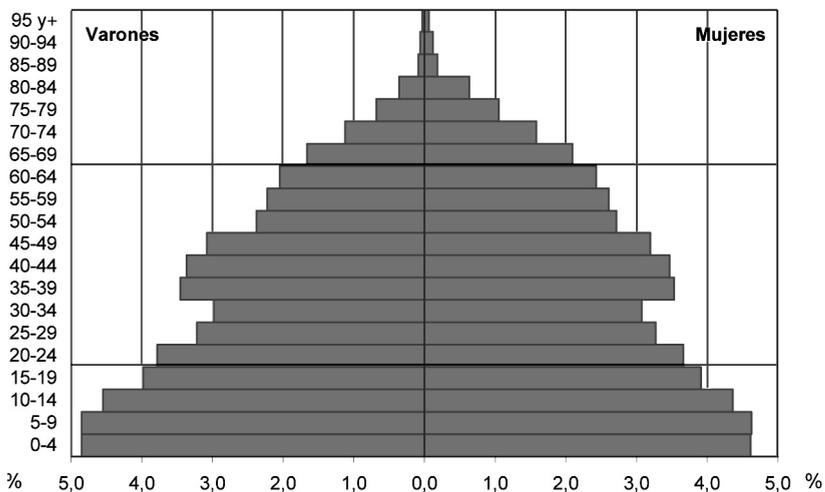
Es recomendable no separar los dos histogramas con la lista de los rangos de edades, pues con ello se deforma la silueta y se dificulta su comparación.

Tampoco ayuda representar de forma diferente los histogramas de hombres y mujeres o construir el gráfico con una tercera dimensión que, al ser innecesaria, estorba.

Será también muy importante que las imágenes resultantes no queden distorsionadas por las escalas elegidas para cada eje y, en el caso de que se quiera comparar varias pirámides, habrá que mantener las mismas escalas en todas ellas.

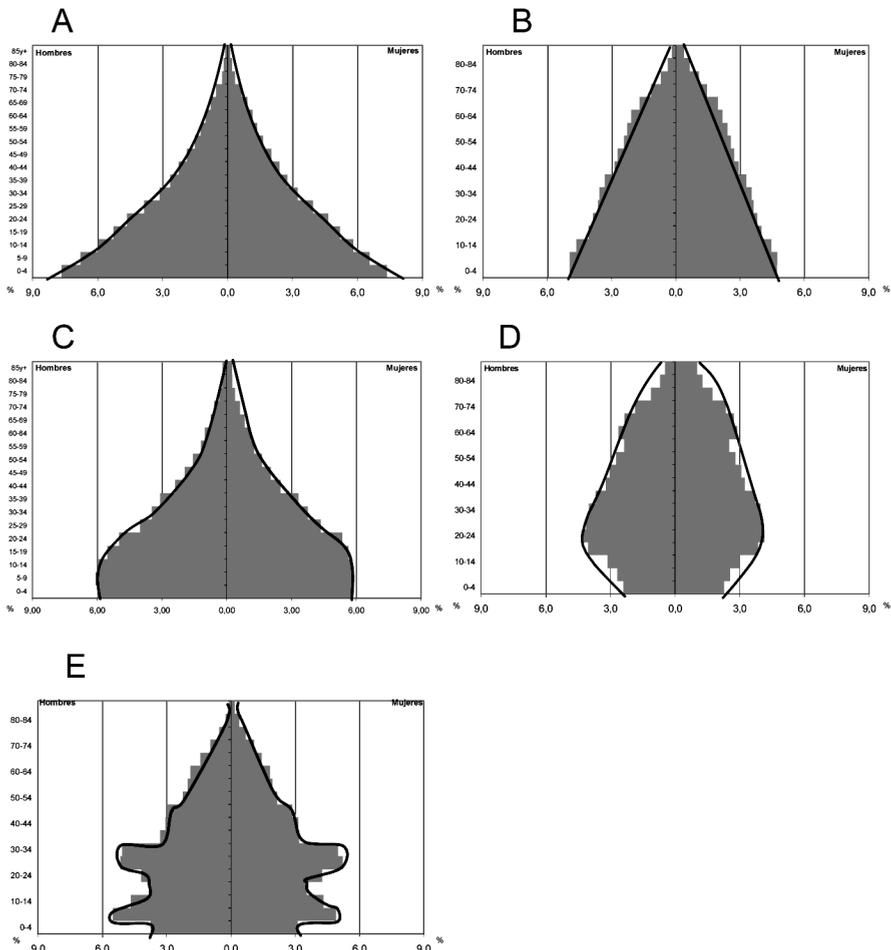
Por último, entre los errores más frecuentes al construir los histogramas, cuando se manejan grupos con distintas amplitudes hay que destacar el que supone ignorar que la población de cada grupo debe ser proporcional a la superficie de la barra correspondiente y no sólo a su longitud.

### Figura 5.2. Ejemplo de pirámide en grupos quinquenales y valores relativos



De las siluetas de las pirámides (Figura 5.3) se puede deducir de forma inmediata ante qué tipo de población nos encontramos. A lo largo del tiempo, la silueta de una pirámide evoluciona en función de la natalidad, de la mortalidad y de los movimientos migratorios. La natalidad determina la anchura de la base, y el descenso de la natalidad da lugar de forma inmediata a su estrechamiento. La mortalidad produce una constante reducción de los tamaños de las generaciones, que gráficamente se manifiestan en el progresivo acercamiento de los perfiles al eje. Si la esperanza de vida es muy baja el estrechamiento es muy rápido, dando lugar a una silueta cóncava. Según se vayan reduciendo las tasas de mortalidad en todas las edades, la silueta tiende a hacerse paralela al eje y la conjunción con el descenso de la natalidad termina produciendo una forma convexa.

**Figura 5.3. Esquematzación de siluetas correspondientes a diferentes tipos de población**



- A. Población joven con muy alta tasa de natalidad y muy baja esperanza de vida.
- B. Población aún joven en la que ya ha comenzado a descender la natalidad y aumenta la esperanza de vida. La *transición demográfica* se realiza pausadamente.
- C. Población aún joven en la que ha avanzado más rápidamente el control de la natalidad que el aumento de la esperanza de vida. La *transición demográfica* es muy rápida.
- D. Población en avanzado proceso de *envejecimiento demográfico*.

E. Población en la que lo predominante son los marcados efectos de flujos migratorios recientes.

Al mantener las mismas escalas, la mancha de las diferentes pirámides ocupa idéntica superficie, haciendo así más fácil la comparación de las distintas siluetas.

Los datos de las proporciones de los grandes grupos de edad y de algunos indicadores de comportamiento ayudan a concretar el tipo de situación demográfica que reflejan las respectivas pirámides. Valgan los siguientes datos como referencias aproximadas de poblaciones con siluetas similares a las de la Figura 5.3:

	P <sub>0-14</sub> (%)	P <sub>65 y más</sub> (%)	Tasa bruta de natalidad	Esperanza de vida al nacimiento
A	42	3	36	50
B	36	5	27	68
C	28	10	19	72
D	15	16	10	78

La simulación con modelos teóricos de población ayuda a explicar la participación de los diferentes factores en el proceso de envejecimiento. El mantenimiento de ciertas pautas de fecundidad y de mortalidad, con exclusión de las migraciones, que nos introduciría en un contexto ilimitadamente complejo, produce distintos modelos de la pirámide. Por ejemplo, manteniendo constante una tasa de fecundidad por encima de los valores que garantizan la *reproducción* y unas tasas de mortalidad con tendencia decreciente, la estructura se rejuvenece por la base aunque se produzca un suave envejecimiento en la parte alta. El descenso de la natalidad produce necesariamente el estrechamiento de la base, y la persistencia de los valores bajos de la natalidad hacen inevitable el envejecimiento, aun cuando se mantengan constantes los valores de la mortalidad. La baja fecundidad es la causa necesaria y suficiente para el envejecimiento de las *poblaciones demográficamente más avanzadas*. En la medida en que el descenso de la fecundidad se universaliza, el envejecimiento de las estructuras de edad pasa a ser también un fenómeno general.

El análisis detallado de los perfiles de las pirámides empieza por los grupos de edades más elevadas; se trata de ir de lo más antiguo a lo más reciente y consiste en observar y explicar comportamientos irregulares. Lo normal sería que cada grupo de edad fuera menor que el siguiente mas joven por haber sido mayor el tiempo

que ha sufrido la incidencia de la mortalidad. Obviamente, posibles alteraciones coyunturales de ritmos en la natalidad, la mortalidad o, sobre todo, en los movimientos migratorios, podrán ocasionar importantes irregularidades en el perfil.

En la pirámide de la figura 5.4 se pueden apreciar los efectos de algunos de los acontecimientos que han ido jalonando los últimos cien años de la historia de España. Para una más fácil identificación, se han añadido en el eje vertical las referencias aproximadas a los años de nacimiento de los grupos de edad.

1. Las altas proporciones de feminidad en los grupos de edad más avanzada son una circunstancia normal debida a la sobremortalidad masculina y sólo debería llamar la atención en el caso de que no se produjese.

2. Entre los grupos de varones de 80 a 90 años, nacidos entre 1911 y 1921, especialmente en el lado de los varones, se deja notar el efecto de los fallecimientos de combatientes durante la Guerra Civil.

3. Como suele ocurrir, es mayor el hueco dejado por el déficit y el aplazamiento de nacimientos producido por la Guerra y sus consecuencias posteriores.

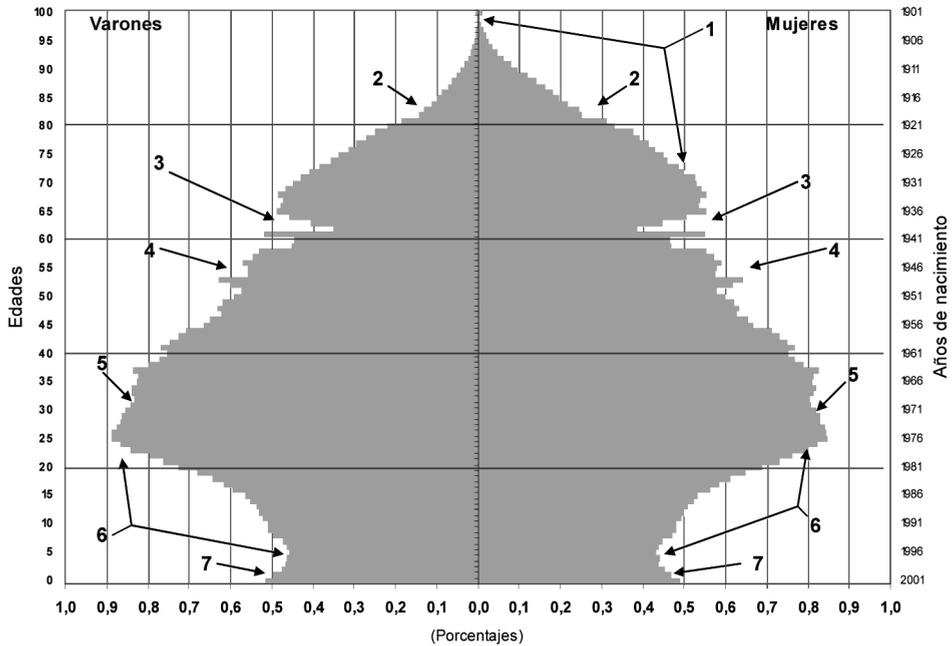
4. Las difíciles condiciones de la posguerra mantienen limitada la natalidad hasta los sesenta.

5. En los sesenta, la recuperación económica y el clima social favorable a la natalidad produce un crecimiento progresivo de las generaciones hasta las de mediados de los años setenta. Conocido como *baby-boom*, este fenómeno hace que los dos grupos de población más numerosos en 2001 fueran los de los que tenían 25 y 26 años cumplidos.

6. A partir de 1977 se produce un intenso descenso de la natalidad, que se aprecia en la progresiva reducción del tamaño de los grupos de menos de 25 años.

7. A partir de 1997 se registra una ligera recuperación de la natalidad, que hace que los grupos de edad de 4 a 0 años cumplidos vayan siendo progresivamente más numerosos.

**Figura 5.4. Pirámide de la población residente en España (1.11.2001)**



En todo caso, será conveniente para el análisis acompañar el gráfico con algunos datos e indicadores de estructura, especialmente en los casos en que se hagan estudios comparados o de evolución.

### Cuadro 5.1. Residentes en España por grupos de edad, fechas de nacimiento y sexo (1.11.2001)

Grupos de edad	Varones	(%)	Mujeres	(%)	Total	(%)	Años de nacimiento	
0-14	3.046.331	15,2	2.886.139	13,9	5.932.470	14,5	1987	2001
15-24	2.894.333	14,5	2.755.184	13,2	5.649.517	13,8	1977	1986
25-34	3.503.905	17,5	3.371.170	16,2	6.875.075	16,8	1967	1976
35-54	5.669.873	28,3	5.692.906	27,3	11.362.779	27,8	1947	1966
55-64	1.970.702	9,8	2.092.561	10,0	4.063.263	9,9	1937	1946
65-79	2.401.600	12,0	2.977.887	14,3	5.379.487	13,2	1922	1936
80 y más	535.106	2,7	1.049.674	5,0	1.584.780	3,9	1901	1921
65 y más	2.936.706	14,7	4.027.561	19,3	6.964.267	17,0	1901	1936
0-100	20.021.850	100,0	20.825.521	100,0	40.847.371	100,0	1901-2001	

Fuente: INE. Censo de 2001.

### Cuadro 5.2. Indicadores de estructura y de tendencia de la población de España (1.11.2001)

Índice de envejecimiento $(P_{65y+} / P) * 100$	17,0%
Índice de longevidad $(P_{80y+} / P_{65y+}) * 100$	22,8%
Índice de juventud $(P_{0-19} / P) * 100$	20,6%
T. de dependencia $((P_{65y+} + P_{0-19}) / P_{20-64}) * 100$	60,3
Viejos /adultos $(P_{65y+} / P_{20-64})$	26,8
Jóvenes /adultos $(P_{0-19} / P_{20-64})$	32,3
Ratio de masculinidad $(Pv / Pm) * 100$	96,1
$P_{20-24} / P_{60-64}$	1,7
$Pm_{30-39} / Pm_{20-29}$	1,01
$Pm_{20-29} / Pm_{10-19}$	0,68

## 5.2 El proceso de envejecimiento

Desde una perspectiva demográfica, el envejecimiento de la población puede definirse como un proceso de cambios en la estructura por edad y sexo con una doble dimensión, diferenciable por sus causas y por sus efectos:

a) Aumenta la proporción de personas mayores. Es decir, el grupo de los individuos de mayor edad pasa a crecer más deprisa que el conjunto de la población. La causa de esta variación es, básicamente y con carácter general, el descenso de la natalidad, que se conoce como *envejecimiento por la base de la pirámide*. En cir-

cunstances excepcionales, la pérdida de población joven, normalmente por emigración, también podría producir un rápido *envejecimiento por la base*.

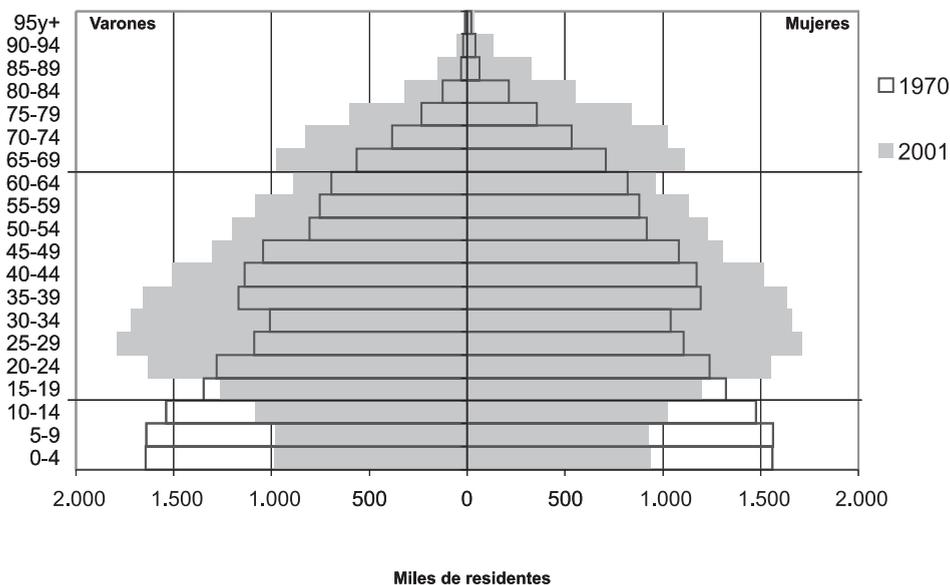
b) El grupo de personas mayores crece en términos absolutos y lo hace a un ritmo sostenido. Con carácter general, es la consecuencia del aumento de la esperanza de vida en todas las edades, que hace que cada vez sea mayor la proporción de los individuos de cada generación que superan el umbral de los 65 años y que, traspasada esa barrera, sobreviven durante más años. Es lo que se denomina *envejecimiento por la cúspide de la pirámide* y responde, por tanto, a la inercia de los aportes de la propia estructura. Debe recordarse que la sobremortalidad masculina hace que, con el aumento de la edad, vaya creciendo la relación de feminidad hasta alcanzar valores superiores a dos mujeres por varón a partir de los 85 años de edad.

La Figura 5.5, con la superposición de las pirámides de la población española correspondientes a 1970 y 2001, expresa claramente los rasgos de un proceso de envejecimiento, cuyas dimensiones numéricas se recogen en el Cuadro 5.3. En los últimos treinta años la población de más de 60 años se ha duplicado aumentando en 4 millones. Mientras que la población española ha crecido en ese período con una tasa anual de 0,61%, los mayores de sesenta y cinco años lo han hecho con un ritmo cuatro veces mayor. Pero el proceso es aún más dinámico si lo referimos al grupo de los más longevos. El ritmo de crecimiento de los mayores de 80 años es seis veces mayor que el del conjunto de la población española. De los quinientos mil habitantes que había en 1970 se ha pasado a casi un millón seiscientos mil.

### **Cuadro 5.3. Crecimiento de los grupos de edad de la población española de 1970 a 2001**

	Evolución del número de residentes (miles)	Tasa anual acumulativa (%)
0-19	-3.692	-1,17
20-39	4.227	1,24
40-59	2.495	0,90
60-79	2.937	1,70
80 y +	1.060	3,64
Total	7.027	0,61

Fuente: INE. Censos de 1970 y 2001.

**Figura 5.5. Envejecimiento de la población española**

El proceso de envejecimiento de las poblaciones y la valoración de sus implicaciones sobre diferentes aspectos de la vida social y económica ponen de manifiesto que el análisis de la dinámica demográfica no puede limitarse a una valoración puramente estadística. En los párrafos y cuadros precedentes, se ha descrito con datos concretos cómo ha evolucionado la estructura por edades de España en los últimos treinta años del siglo XX. En el Cuadro 5.4 se presentan algunos de los indicadores que ayudan a explicar el cambio de estructura.

**Cuadro 5.4. Evolución de algunos indicadores demográficos de la población de España**

	1970	2001
Tasa Bruta de Natalidad	19,50	9,98
ISF	2,900	1,244
Tasa Bruta de Mortalidad	8,33	8,84
$e_0$	73,34 (*)	78,71
Tasa de Crecimiento Natural	1,120%	0,114%
$(P_{65 y +} / P) * 100$	9,77%	17,05%
$(P_{80 y +} / P_{65 y +}) * 100$	15,89%	22,76%

(\*) Los datos  $e_0$  corresponde a 1975 y 1998. Fuente: INEbase.

Al proceso de envejecimiento de la estructura por edades se le achacan, como efectos potencialmente generadores de problemas:

1. El crecimiento excesivo de la relación numérica entre los efectivos de población mayor (inactivo, pensionistas) y de adultos (población potencialmente activa).
2. La pérdida de la capacidad de reemplazo de mano de obra en el sistema productivo.
3. El crecimiento de la población se reduce hasta hacerse negativo.

Pero el análisis demográfico exige algo más a la hora de valorar el proceso; al menos habrán de tomarse en consideración los riesgos de error que comporta equiparar automáticamente un individuo de 65 años de edad de 1970 con otro de la misma edad en 2001. Las diferencias biológicas, psicológicas, sociales y económicas que se manifiestan entre los individuos de una misma edad con el paso del tiempo obligan a una mayor reflexión a la hora de establecer conclusiones del análisis aplicado.

Para valorar la capacidad de reemplazo de una generación hay que tener en cuenta, además del número de individuos en edad de trabajar, su *tasa de actividad*. Los límites de la edad legal de trabajar cambian con el paso del tiempo y, simplemente moviéndolos se puede modificar sustancialmente la *capacidad de reemplazo*.

### **5.3 Otras características demográficas**

Como ya se ha indicado, la selección de las características a considerar define el contenido del análisis demográfico. Sin negar el interés que en momentos puntuales puede tener el estudio de otras características, aquí vamos a referirnos a aquellas que tienen un mayor protagonismo en la dinámica demográfica.

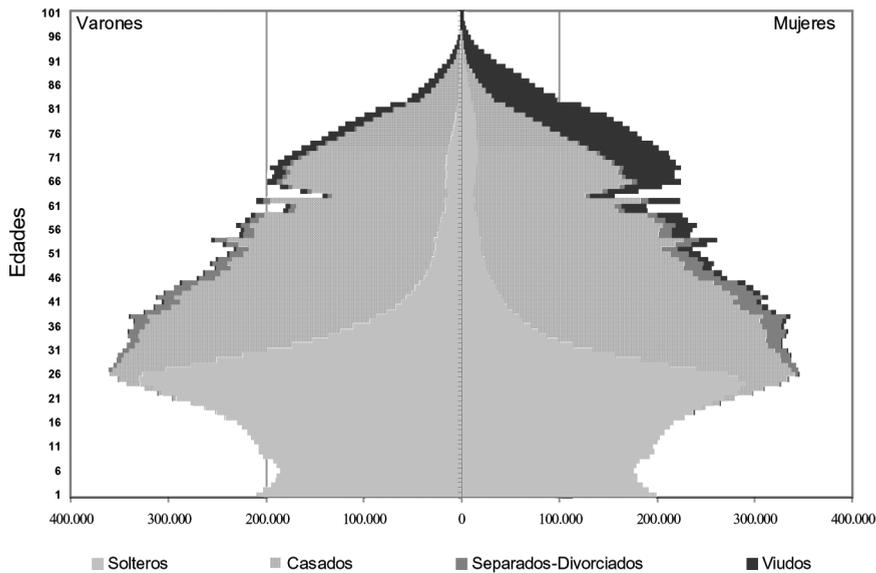
#### **5.3.1 Estado civil**

El estado civil es un atributo demográfico que en el último censo presenta cinco modalidades: soltero, casado, viudo, separado y divorciado. Son características vinculadas al matrimonio, al divorcio o a la viudez, que son sucesos o acontecimientos demográficos cuyo estudio está también especialmente vinculado al de las formas de convivencia.

Algunas de las modalidades están especialmente condicionadas por la edad y el sexo, por lo que su estudio debe cruzarse inevitablemente con esas características.

Las proporciones de cada una de las categorías para los diferentes grupos de edad y sexo serán indicadores adecuados para el análisis de la pirámide de edades (Figura 5.6).

**Figura 5.6. Pirámide de la población española según el estado civil. 2001**



Fuente: INE. Censo de 2001. Elaboración propia.

### 5.3.2 Naturaleza y nacionalidad

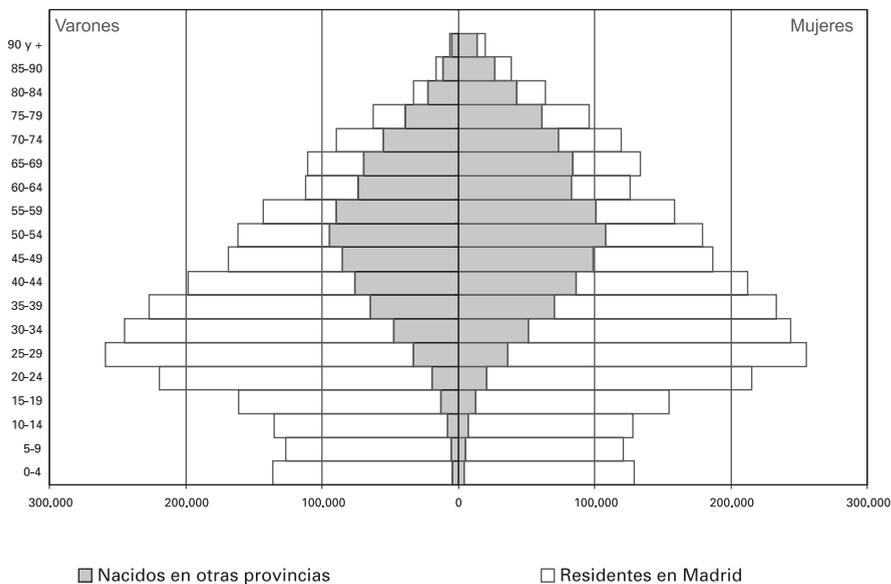
En este caso se trata de un atributo con un número casi ilimitado de modalidades. Al diferenciar a los residentes por el lugar de nacimiento o por su nacionalidad habrá que decidir en función de las necesidades del análisis el nivel de detalle.

La *Proporción de Aloctonía*, que mide el tanto por ciento de los residentes que no han nacido en el ámbito de referencia de la población objeto de análisis, es una primera aproximación que puede ampliarse diferenciando a los *alóctonos* según el lugar de nacimiento (municipio, provincia, comunidad autónoma, país...) (ver apartado 4.3.1).

Con la población de distinta nacionalidad el procedimiento de análisis podría ser básicamente el mismo. En ambos casos será muy ilustrativo cruzar los datos con otras características. Además de la edad y el sexo, el nivel de estudios y la relación con la actividad económica ayudarán a interpretar y calibrar la importancia de estos rasgos de la estructura del conjunto de la población.

Los estudios de la composición de la población según el lugar de nacimiento o la nacionalidad sirven de apoyo para el estudio de las migraciones. En este caso, el objeto de análisis no son los flujos ni la intensidad de las corrientes migratorias, sino las características de las poblaciones inmigrantes y su incidencia sobre la estructura de la población de destino.

**Figura 5.7. Pirámide de la población de la Comunidad de Madrid según el lugar de nacimiento. 2001**



Fuente: INE. Censo de 2001. Elaboración propia.

### 5.3.3 Situación de escolaridad y nivel de estudios

El Censo de Población clasifica a los individuos en razón de dos tipos de atributos diferentes pero complementarios en su utilidad. Tanto la situación de escolarización como el nivel de estudios alcanzado por los individuos permiten valorar la estructu-

ra de una población en relación con su grado de *desarrollo humano* (acceso a la educación) y con su capacidad para ofrecer recursos humanos cualificados. También hay que recordar cómo la evolución de la valoración social del conocimiento va haciendo que la educación, sin dejar de ser el principal vehículo para la inserción laboral y la promoción social, pase a ser valorada como un bien en sí misma.

En relación con la situación de escolarización, la información del Censo permite una primera clasificación que diferencia a los individuos que, no estando en edad de enseñanza obligatoria, están “recibiendo algún tipo de enseñanza (incluso en guarderías, academias, empresas...)”. Para este atributo el Censo de 2001 establece 15 categorías, con la posibilidad de que un mismo individuo pueda pertenecer a más de una simultáneamente. A la hora de hacer estudios sobre esta composición, además del carácter cambiante y poco perdurable en los individuos hay que hacer frente a las frecuentes modificaciones en los criterios de clasificación (ver Capítulo 8).

La composición de una población en razón del “nivel de estudios alcanzado” es reflejo de la evolución económica y social y tiene un carácter menos coyuntural, a pesar de la implantación de la idea de la formación permanente que, en las sociedades más avanzadas, extiende el proceso formativo a lo largo de toda la vida.

En este caso el último Censo ha considerado diez modalidades que van desde “No sabe leer ni escribir “ a “Doctorado” . Además de por niveles alcanzados, el Censo permite clasificar a la población por “sectores de estudio”: Derecho, Magisterio, Ingeniería, Informática ... .

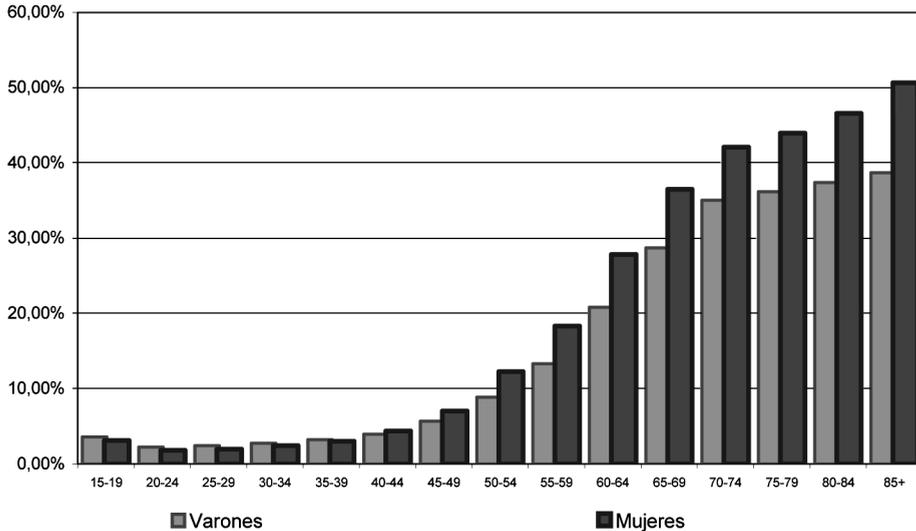
Los problemas a la hora de operar con estos datos para estudiar la composición de la población vuelven a ser la dificultad de hacer comparaciones tanto entre momentos diferentes como por supuesto entre países, por la diversidad de los criterios de clasificación.

A la hora de hacer análisis demográficos con las modalidades de niveles de estudios en curso y alcanzados, tras el cruce con las variables edad y sexo (imprescindible, como muestra la Figura 5.8), convendrá fijar la atención en la evolución temporal y en las posibles diferencias territoriales. Para ello, las proporciones y los cocientes de localización serán las herramientas más adecuadas.

Generalmente se habla de la tasa de población escolar o del índice de escolarización para hacer referencia a la proporción (expresada en tantos por ciento) de estudiantes dentro de un determinado grupo de edad y sexo. Igualmente se utilizan las

proporciones de los que han realizado unos ciertos estudios entre los pertenecientes a los diferentes grupos de edad y sexo.

**Figura 5.8. Proporción de residentes “analfabetos” o “sin estudios” en la Comunidad de Madrid. 2001**



Fuente: INE. Censo de 2001. Elaboración propia.

Los *cocientes de localización* permiten analizar la distribución espacial de la composición de la población como expresión de características o peculiaridades de los diferentes territorios considerados. Por ejemplo, si quisiéramos obtener los cocientes de localización de los ocupados con título de licenciado en las diferentes comunidades autónomas, operaríamos con la siguiente fórmula:

$$\text{Cociente de Localización}_i = \frac{\frac{\text{Ocupados Licenciados}_i}{\text{Ocupados}_i}}{\frac{\text{Ocupados Licenciados}_E}{\text{Ocupados}_E}}$$

siendo “i” cada una de las comunidades autónomas y “E” el conjunto de España.

### 5.3.4 Relación con la actividad

La relación con la actividad, considerada como característica de los residentes, permite confeccionar una compleja clasificación. El agrupamiento más simple diferencia entre tres modalidades: *ocupados, parados e inactivos*.

Para los *inactivos* se establecen varias modalidades que hacen referencia a aspectos diferentes: *pensionistas, dependientes* o que han perdido autonomía para realizar actos cotidianos, o los que realizan las *labores del hogar*.

Para los *ocupados*, la clasificación se ramifica en categorías *socioprofesionales, sociolaborales* y por los *sectores de la economía* a los que pertenece el empleo. El Censo de 2001 ha incorporado también información relativa al tiempo usualmente trabajado y a la posible *vinculación* con otro territorio por razones de trabajo.

Como quiera que cada uno de estos criterios puede llegar a tener más de cien modalidades, las posibilidades de cruces de estas variables entre sí y con otras también necesarias, como el sexo y la edad, abren un abanico de posibilidades casi ilimitado.

La diversidad y variabilidad de las situaciones de actividad y las dificultades para definir las de forma inequívoca han constituido tradicionalmente un grave problema al elaborar esta información estadística. En los últimos decenios, las notables transformaciones en el mercado laboral y los importantes cambios en el peso de los diferentes sectores productivos han agravado el problema. Frente a la permanencia de otras características demográficas, algunas de las que hacen referencia a la actividad muestran un marcado carácter coyuntural.

En el caso de la actividad son muy utilizadas varias proporciones que, de forma inadecuada, reciben el nombre de *tasa*:

*Tasa General de Actividad*: mide la proporción que representan los activos (ocupados más parados) en la población que ha cumplido los 16 años, edad legal necesaria para entrar en el mercado de trabajo. Se expresa en porcentajes.

$$TGA = \frac{\text{Activos}_{16 \text{ y más años}}}{\text{Residentes}_{16 \text{ y más años}}} * 100$$

*Tasas Específicas de Actividad* por edad y sexo (en la fórmula, *TEA* de mujeres de edad *x*).

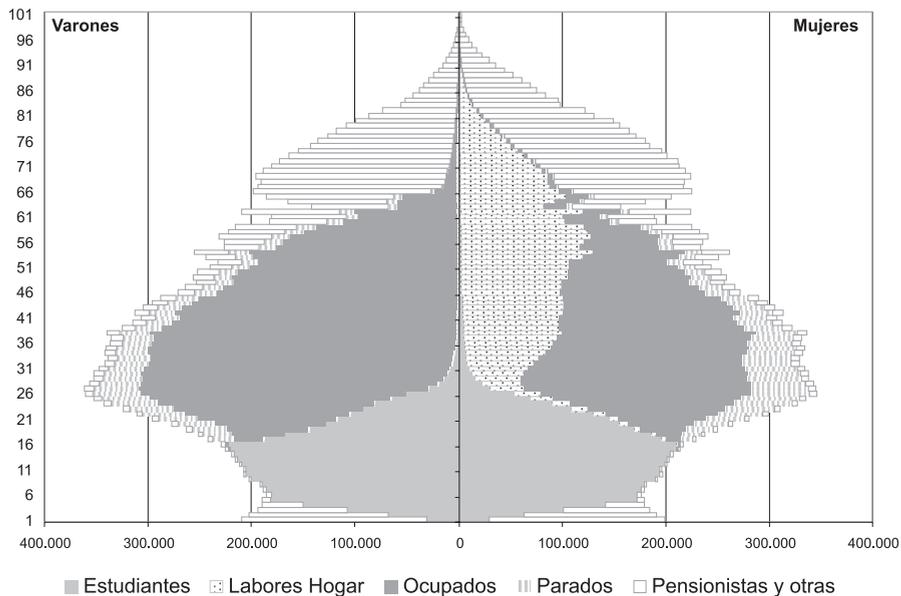
$$TEA_{mx} = \frac{Activos_{mx}}{Residentes_{mx}} * 100$$

*Tasa de Ocupación:* mide la proporción de los ocupados dentro de una población activa, por tanto la suma de la *Tasa de Ocupados* más la *Tasa de Paro* ha de sumar el 100% de la población activa. La siguiente es la Tasa Específica de Activos Ocupados entre los varones de edad x.

$$TEAO_{vx} = \frac{Ocupados_{vx}}{Activos_{vx}} * 100$$

Como puede apreciarse en la Figura 5.9, la pirámide sigue siendo en este caso una herramienta de análisis de una gran eficacia para la síntesis.

**Figura 5.9. Composición de la población española según la relación con la actividad**



Fuente: INE. Censo de 2001. Elaboración propia.

Al analizar la composición de una población por actividad, habida cuenta de que su interés va a estar normalmente vinculado a los estudios de estructura económica regional, se hace especialmente relevante la desagregación espacial del análisis. Además de los cocientes de localización, son también expresivos los indicadores que permiten tipificar la estructura de la población según diferentes criterios de clasificación.

## Ejercicios del Capítulo 5

### Ejercicio 5.1

Para los nacidos el 4 de abril de 1972:

**5.1.1** Indicar su edad en el Censo de 2001 (fecha censal 1 de noviembre).

**5.1.2** Determinar el grupo de edad en que aparecieron reflejados en el Padrón de 2002, siendo la fecha de referencia el 1 de enero.

**5.1.3** Representar en el diagrama de Lexis su posición en el momento de cumplir los 29 años (a), en el momento realizarse el Censo (b) y en el momento del recuento padronal de 2002 (c).

**5.1.4** Indicar la *edad exacta* que tendrían en el momento censal.

### Respuestas al Ejercicio 5.1

**5.1.1** En el Censo de 2001 (1.11.2001) aparecieron reflejados con la edad cumplida durante el año:

$$\text{Edad cumplida durante el año} = \text{Calendario} - \text{Cohorte}$$

por lo tanto:

$$2001 - 1972 = 29$$

**5.1.2** En el Padrón (1.01.2002), aparece reflejado por su edad en años cumplidos. En este caso,

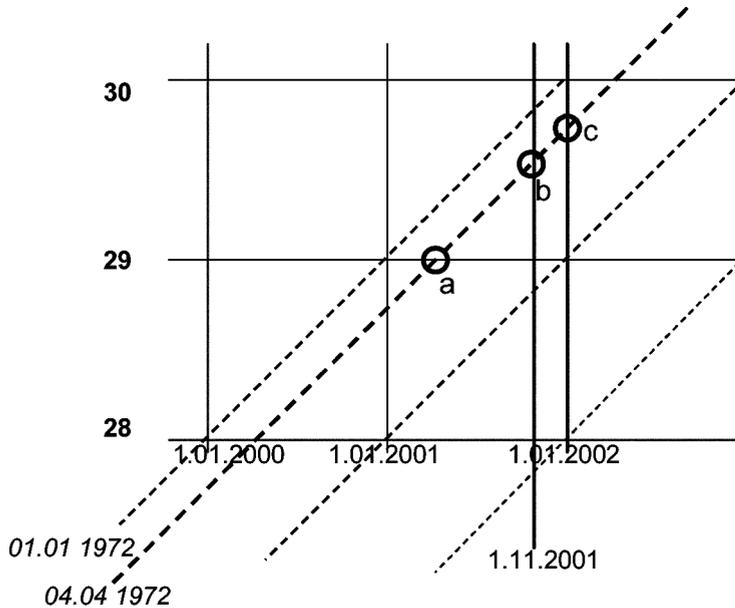
$$\text{Edad en años cumplidos} = \text{Calendario} - \text{Cohorte} - 1$$

por lo tanto,

$$2002 - 1972 - 1 = 29$$

## 5.1.3

**Figura 5.10. Representación de la edad sobre el diagrama de Lexis**



**5.1.4** Dado que el 4.04 de 2001 tendrían exactamente 29 años, en la intersección con la línea de aniversario, en la fecha censal tendrían 29 años más la diferencia entre ambas fechas: 6 meses y 26 días.

### Ejercicio 5.2

Analizar y explicar la composición por sexo de la población de Madrid en 2001 a partir del cálculo de la *proporción de mujeres por edad*.

### Respuestas al Ejercicio 5.2

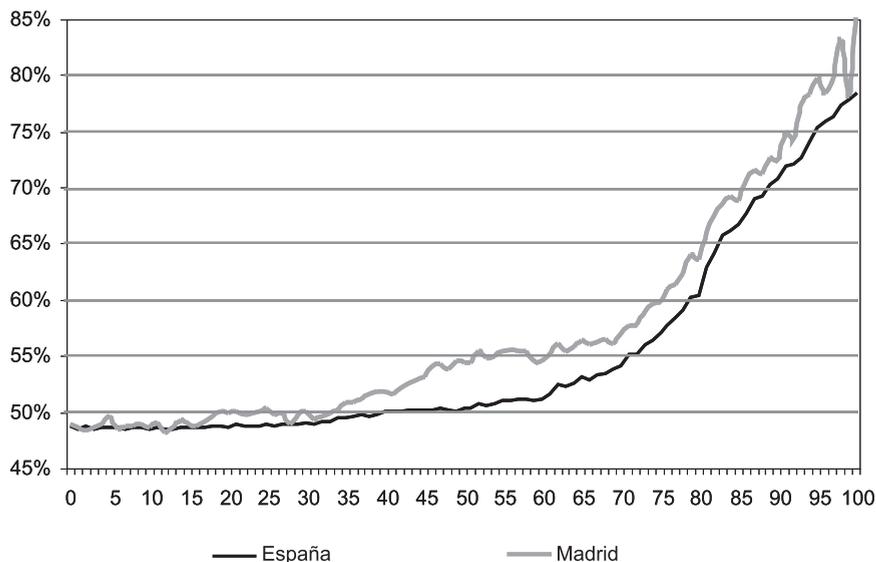
a) Construir una tabla con los datos de "todas las personas", no sólo los "residentes que viven en viviendas familiares", por sexo y edades año a año, obtenidos del Censo de 2001 ([www.ine.es](http://www.ine.es)).

b) Completar la tabla con las proporciones de mujeres para cada una de las edades simples.

$$\text{Proporción de mujeres} = \frac{\text{Población de mujeres}}{\text{Población total}}$$

c) Dibujar la curva con los valores de la proporción de mujeres.

**Figura 5.11. Curvas de proporciones de feminidad**



Frente a los 400 datos de la tabla, la gráfica tiene la virtud de ofrecer una imagen sintética que refleja con claridad la incidencia del factor de sobrenatalidad y sobremortalidad masculina. La serie de nacimientos en España desde 1975 a 2004 da un valor medio de 107,11 nacimientos de varones por cada 100 nacimientos de mujeres, que equivale a una proporción de varones del 51,72%. Esta circunstancia de carácter biológico se ve compensada por la mayor *probabilidad de muerte* de los varones en todas las edades. Las curvas de *supervivientes* de las *tablas de mortalidad* explican cómo la mayor mortalidad masculina hace que, a partir del nacimiento, la proporción de las mujeres vaya aumentando con la edad y cómo ese desequilibrio se acentúa en el último tercio del eje de edades hasta llegar a valores en el entorno del 80%.

Quedaría por comprobar la posible incidencia del factor migratorio, de gran relevancia en la evolución demográfica de Madrid. La utilización, como referencia, de la

misma curva de la población española permitirá apreciar que los diversos procesos migratorios vividos por la población de Madrid han hecho crecer la proporción de mujeres. Tal consideración parte de aceptar como razonable que no hay diferencias en el comportamiento de la mortalidad y la sobrenatalidad masculina entre las poblaciones de España y Madrid.

### Ejercicio 5.3

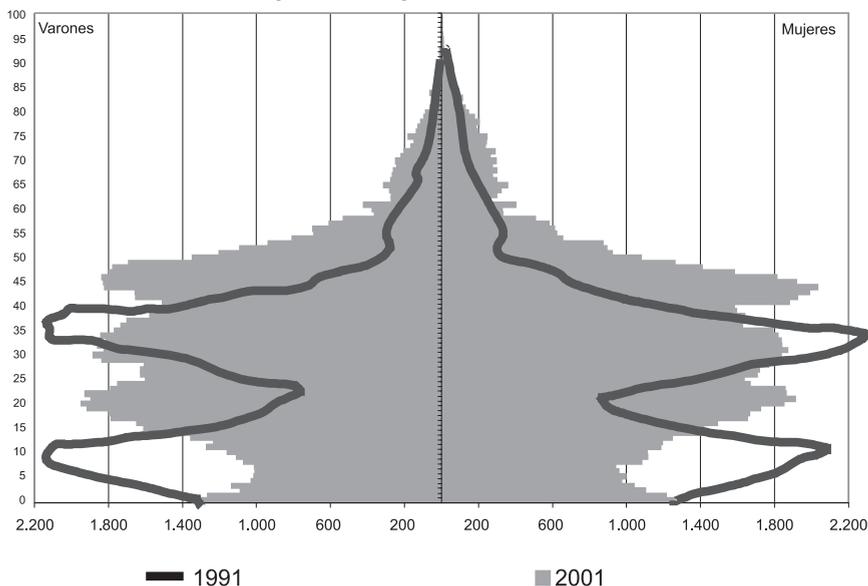
A partir de la construcción de las pirámides de edades y de los correspondientes indicadores de estructura y de tendencia, explicar la evolución de la estructura por edades de la población del municipio de Fuenlabrada (Madrid) entre los años 1991 y 2001 y sus previsibles repercusiones sobre la estructura urbana y la estructura económica.

### Respuestas al Ejercicio 5.3

a) Obtener los datos de sexo y edad año a año del municipio en los Censos de Población de 1991 y 2001 ([www.ine.es](http://www.ine.es)).

b) Tras dibujar las dos pirámides correspondientes, superpuestas en un mismo gráfico, se obtendrá la siguiente figura:

**Figura 5.12. Superposición de pirámides de edades de Fuenlabrada (Madrid)**



Al dibujar las pirámides con valores absolutos, la superposición permite apreciar la magnitud de las variaciones de tamaño de cada una de las edades.

c) A la vista del gráfico, es conveniente preparar un cuadro en el que se midan las principales variaciones en el tamaño de grupos de edad significativos:

	1991	2001	Crecimiento	
			Residentes	%
0-14	49.625	34.401	-15.224	-30,68
15-30	32.003	52.175	20.172	63,03
30-39	36.867	34.881	-1.986	-5,39
40-64	21.909	52.988	31.079	141,85
65 y +	3.946	8.260	4.314	109,33
80 y +	620	1.453	833	134,35
	144.350	182.705	38.355	26,57

d) Por último, es conveniente medir la evolución a través de algunos indicadores de estructura y de tendencia:

Indicadores de estructura y de tendencia		
1991		2001
2,7%	Índice de envejecimiento $(P_{65y+} / PT) * 100$	4,5%
15,7%	Índice de longevidad $(P_{80y+} / P_{65y+}) * 100$	17,6%
34,4%	Índice de juventud $(P_{0-14} / PT) * 100$	18,8%
59,0	T. de dependencia $((P_{65y+} + P_{0-14}) / P_{15-64}) * 100$	30,5
54,7	Jóvenes /adultos $P_{0-14} / P_{15-64}$	24,6
3,0	$P_{16-39} / P_{40-64}$	1,6
1,9	$Pf_{20-34} / Pf_{35-49}$	1,5

e) La pirámide de 1991 muestra claramente el perfil propio de una población que ha vivido en el pasado un fortísimo proceso migratorio. Fuenlabrada ha vivido durante los años 60 y 70 un proceso de desarrollo urbano muy dinámico en el contexto territorial de la formación de la región metropolitana de Madrid.

Los fuertes desequilibrios entre los grupos de edad se han suavizado en 2001, pero tras fuertes variaciones de tamaño. Las rápidas y acusadas variaciones de tamaño en grupos de edad específicos se traducen de forma inmediata sobre las estructuras urbanas, produciendo inevitables desajustes entre la demanda de servicios y la capacidad de respuesta de los equipamientos y los mercados (puestos escolares, empleo, vivienda...).

Si miramos con detalle la estructura de 2001, comenzando por la parte superior de la pirámide, lo primero que llama la atención es la escasísima presencia de individuos de edad avanzada. Como refleja muy bien la pirámide de 1991, las migraciones estuvieron protagonizadas por jóvenes parejas con sus hijos. Los adultos que llegaron en los 60 y 70 al municipio aún no han alcanzado la parte alta de la pirámide (ver Ejercicio 4.7).

En los grupos de adultos se concentra el grueso de los flujos inmigratorios y, después, el estrechamiento de los grupos de jóvenes es consecuencia de los descensos de la natalidad y de la inmigración.

Por último, la propia estructura, con la llegada de generaciones más numerosas a la edad de mayor fecundidad, las inmigraciones de los últimos años, siempre de adultos jóvenes, y el repunte de la natalidad reflejan un notable ensanchamiento de los grupos más jóvenes.

Esta secuencia de oscilaciones en el tamaño de los grupos de edad se prolongará a lo largo del tiempo como expresión de cierta inevitable *inercia demográfica*. Además de la continuidad de las indeseables oscilaciones, los indicadores de estructura y de tendencia anuncian un muy rápido proceso de envejecimiento, que ya ha comenzado a manifestarse en la población potencialmente activa y en el grupo de mujeres en edad fértil.

#### Ejercicio 5.4

En la población española, el tamaño del grupo de 65 y más años de edad ha evolucionado de la siguiente forma desde 1998 a 2005 según los datos padronales:

	Residentes de 65 años y más	Crecimiento interanual
1.01.1998	6.503.770	235.791
1.01.1999	6.739.561	102.581
1.01.2000	6.842.142	195.411
1.01.2001	7.037.553	131.882
1.01.2002	7.169.435	107.185
1.01.2003	7.276.620	24.389
1.01.2004	7.301.009	27.230
1.01.2005	7.328.239	

Con la ayuda del diagrama de Lexis, explicar la reducción del crecimiento de los últimos años.

### Respuestas al Ejercicio 5.4

Efectivamente, el crecimiento interanual experimenta progresivas reducciones desde 2001, que se hacen especialmente notables en 2003 y 2004. El crecimiento experimentado durante 2003 es sólo un poco más del 10% del que se registró en 1999.

El crecimiento del grupo de los que tienen 65 y más años de edad entre dos fechas padronales (es decir, desde el 1 de enero de un año a igual fecha del año siguiente, que es tanto como decir durante un año natural), se debe a la incorporación de las *generaciones* que cumplen 65 años de edad durante el año, al comportamiento de la mortalidad y a las posibles entradas y salidas de migrantes:

$$P_{65y+}^{t+1} = P_{64}^t + P_{65y+}^t - d_{64y+}^{t,t+1} + SM_{64y+}^{t,t+1}$$

Es razonable pensar que el valor de las defunciones ( $d_{64y+}^{t,t+1}$ ) no haya variado sustancialmente durante los años considerados y no cabe pensar que se haya producido un saldo migratorio ( $SM_{64y+}^{t,t+1}$ ) negativo.

Por tanto, habrá que buscar una explicación en el tamaño de las *generaciones* que se incorporan:  $P_{64}^t$ .

Con ayuda del diagrama de Lexis vemos que los que tienen 65 años cumplidos a 1 de enero de 1998 pertenecen a la generación de 1932.

Calendario – Duración –1 = Cohorte

$$1998 - 65 - 1 = 1932$$

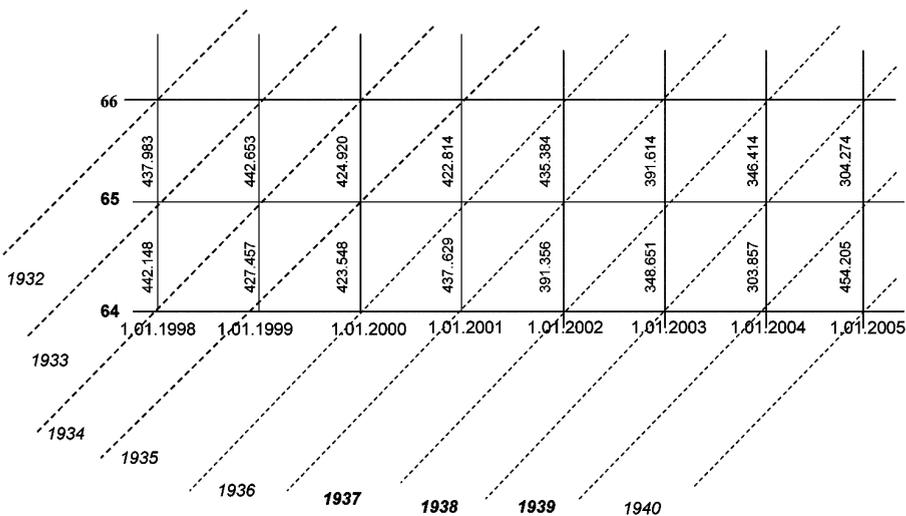
Si obtenemos los datos correspondientes a los diferentes padrones municipales, podremos elaborar la siguiente tabla:

## Residentes de 65 años cumplidos a 1 de enero

		Crecimientos interanuales
1998	437.983	
1999	442.653	4.670
2000	424.920	-17.733
2001	422.814	-2.106
2002	435.384	12.570
2003	391.614	-43.770
2004	346.414	-45.200
2005	304.274	-42.140

Que, representado sobre el diagrama de Lexis, pone claramente de manifiesto que se trata del efecto reductor de la Guerra Civil sobre la natalidad 65 años después.

**Figura 5.13. Representación sobre el diagrama de Lexis del efecto del descenso de la natalidad durante la Guerra Civil**



### Ejercicio 5.5

La población de Cataluña con 65 y más años de edad a 1 de enero de 2004 se distribuye según los datos de la tabla siguiente:

	Varones	Mujeres	Ambos sexos
65-69	146.093	164.547	310.640
70-74	135.338	167.885	303.223
75-84	162.555	247.936	410.491
85 y +	37.337	90.802	128.139
65 y +	481.323	671.170	1.152.493

Construir una pirámide parcial utilizando valores relativos. Calcular las relaciones de masculinidad de los diferentes grupos.

### Respuestas al Ejercicio 5

En primer lugar hay que calcular la proporción de cada grupo de edad y sexo con respecto al total, en este caso la población de 65 años y más:

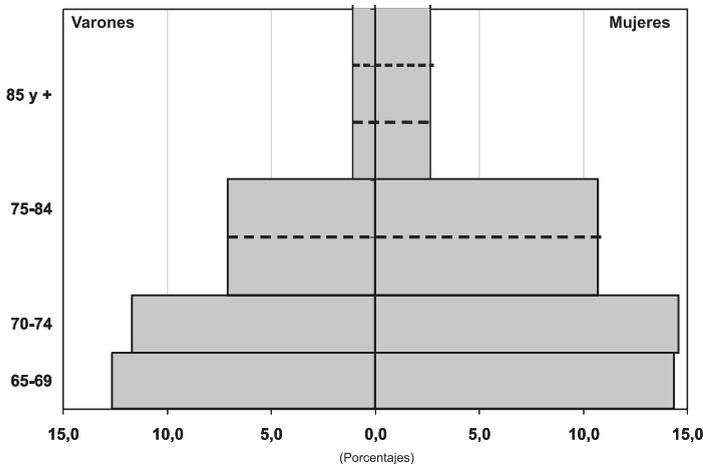
	Varones	Mujeres
65-69	12,7%	14,3%
70-74	11,7%	14,6%
75-84	14,1%	21,5%
85 y +	3,2%	7,9%
65 y +	41,8%	58,2%

Para construir el gráfico hay que dibujar dos histogramas contrapuestos en los que la superficie de cada uno de los brazos sea proporcional al valor que representa.

En este caso los grupos de edad no tienen la misma amplitud, por lo que habrá que dibujar barras de distinta anchura, lo que condicionará su longitud. Si tomamos como base los grupos de amplitud quinquenal, la longitud de las barras que abarcan 10 años, doble anchura, habrá de dividirse por 2 y la del grupo 85 y más, que técnicamente es un grupo abierto, podría dividirse por 3 al considerar que la inclusión de los escasos efectivos con 100 y más años no va a alterar el gráfico de forma apreciable.

Las divisiones teóricas de los grupos de amplitud superior al quinquenio se han dibujado sólo a efectos didácticos.

**Figura 5.14. Pirámide con grupos de distinta amplitud**



Las *relaciones de masculinidad* muestran una situación normal de preponderancia del grupo de las mujeres, que alcanza una relación de 4,11 hombres por cada 10 mujeres:

Relaciones de masculinidad	
65-69	88,8
70-74	80,6
75-84	65,6
85 y +	41,1
65 y +	71,7

### Ejercicio 5.6

En 1976 se inició en España un fuerte descenso de la natalidad que no se detiene hasta 1997. El ejercicio consiste en apreciar en qué medida ese *comportamiento*, que ha tenido reflejo inmediato en la *base de la pirámide* y, por tanto, en el proceso de *envejecimiento de la población*, seguirá teniendo repercusiones en el futuro.

Medir su incidencia sobre la natalidad entre 2010 y 2024. Señalar otros previsible efectos relevantes.

## Respuestas al Ejercicio 5.6

Para dar respuesta a las cuestiones planteadas hay que comenzar por remarcar una obviedad: el progresivo descenso de la *natalidad* ha dado lugar a una serie de *cohortes* cada vez más pequeñas. Si las consideramos como grupos de edad que, según van cumpliendo años, se desplazan hacia arriba en la pirámide, es fácil imaginar cómo el tamaño de esas *generaciones*, al modificar la estructura por edades, irá introduciendo factores de cambios en distintos aspectos del comportamiento demográfico, social y económico.

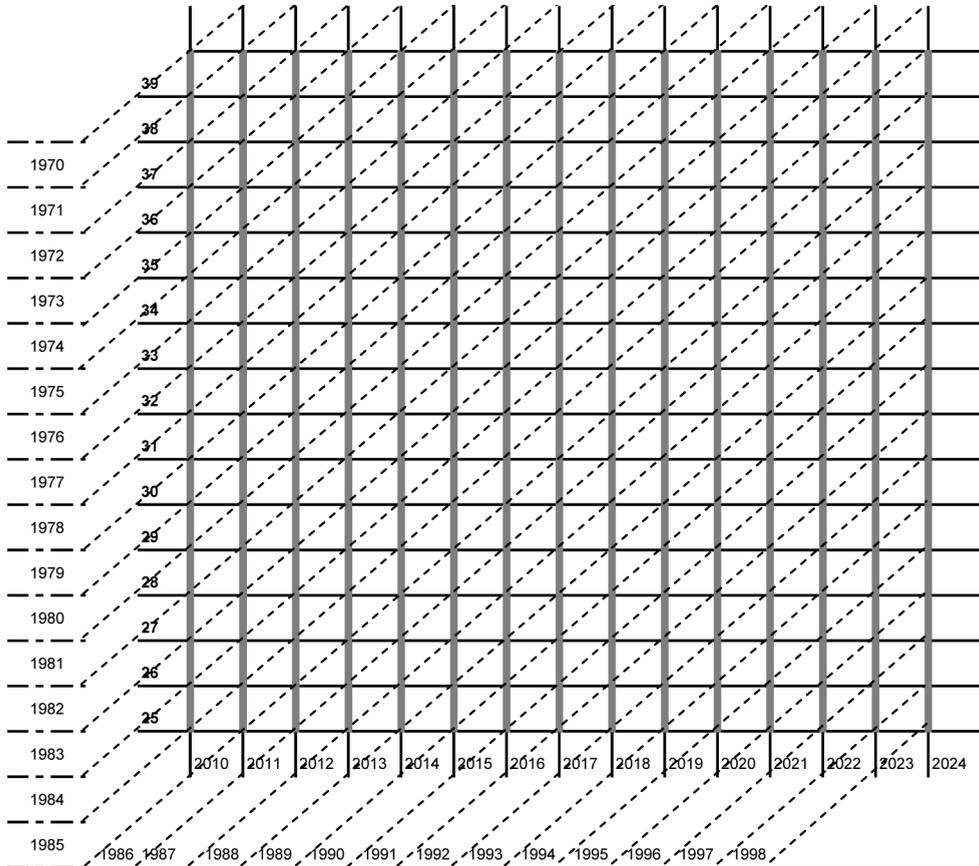
Por ejemplo, cuando estas *generaciones* vayan ocupando las edades en las que se produce la mayor parte de la *fecundidad*, mecánicamente se producirá una progresiva reducción de la *natalidad*, a no ser que la *fecundidad* de las mujeres de estas generaciones se incremente en una proporción equivalente a la merma de su tamaño.

Para ponderar el efecto sobre la *natalidad* desde 2010 a 2024 nos ayudamos del diagrama de Lexis y para simplificar la observación nos centraremos en las mujeres de 25 a 39 años. Este grupo, tras el retraso producido en el *calendario de la fecundidad*, concentra más del 80% de los nacimientos.

Para lo que queremos comprobar no es necesario realizar una proyección, bastará con trasladar en el tiempo los *stocks* de población correspondiente. No vamos a considerar los efectos de la mortalidad por su irrelevancia para lo que queremos medir y, por razones prácticas, vamos a suponer que estamos ante una *población cerrada*.

El diagrama muestra que los efectivos de mujeres entre 25 y 39 años en 2010 pertenecen a las generaciones nacidas entre 1970 y 1984, las mujeres de idénticas edades en 2024 pertenecen a las cohortes nacidas de 1984 a 1998.

**Figura 5.15. Diagrama de Lexis para representar la evolución del stock de mujeres de 25 a 39 años de edad**



La tabla siguiente presenta los stocks de población femenina de 25 a 39 años a 1 de enero de cada año, en miles de habitantes. Se han efectuado dos simulaciones a partir de los datos padronales de 1.01.1998 y 1.01.2004.

El ejercicio parte de que las mujeres de las que dependerá la *natalidad* durante los años considerados han nacido ya y sabemos cuántas son. Esas cifras se verán reducidas por la *mortalidad* desde el momento de la observación, pero lo más razonable es pensar que, cuantitativamente, la merma no será muy significativa y que se repartirá de forma homogénea entre las diferentes generaciones y en los distintos años.

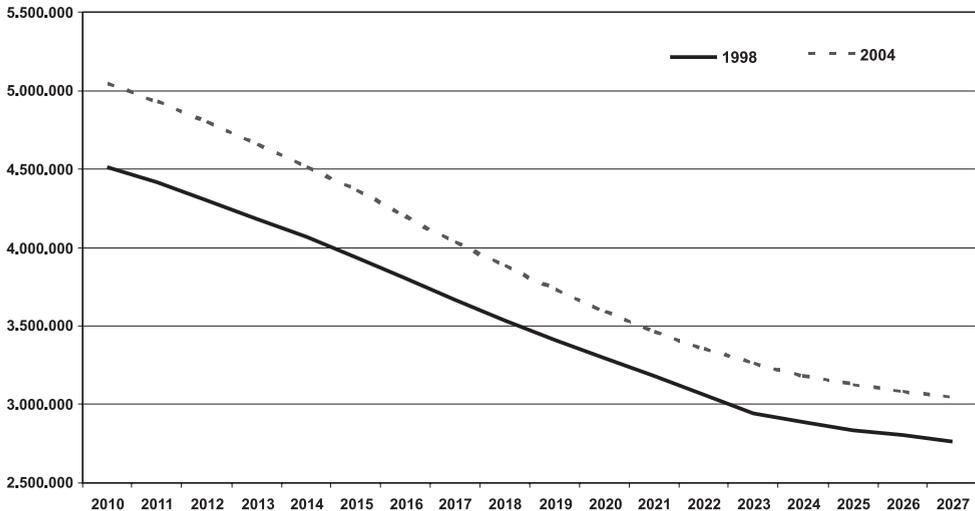
Distinta es la consideración de los movimientos migratorios. Sabemos que entre 1998 y 2004 se han producido importantes saldos migratorios positivos que han afectado especialmente a los grupos de edad considerados. Esto queda reflejado en la columna en la que, en términos porcentuales, se han medido los incrementos entre los grupos de mujeres de 1998 y de 2004.

### Estimación de la tendencia del grupo de mujeres de 25 a 39 años

	1998	Índice de evolución	2004	Índice de evolución	Incremento en % de 2004 sobre 1998
2010	4.516	100,0	5.042	100,0	11,7
2011	4.416	97,8	4.926	97,7	11,5
2012	4.306	95,4	4.797	95,1	11,4
2013	4.185	92,7	4.657	92,4	11,3
2014	4.065	90,0	4.512	89,5	11,0
2015	3.937	87,2	4.358	86,4	10,7
2016	3.803	84,2	4.199	83,3	10,4
2017	3.665	81,2	4.034	80,0	10,1
2018	3.540	78,4	3.883	77,0	9,7
2019	3.412	75,6	3.731	74,0	9,4
2020	3.293	72,9	3.591	71,2	9,0
2021	3.181	70,4	3.462	68,7	8,8
2022	3.066	67,9	3.352	66,5	9,3
2023	2.945	65,2	3.260	64,6	10,7
2024	2.884	63,9	3.183	63,1	10,4

Pero lo más relevante queda reflejado en las curvas de la Figura 5.16: las migraciones no modifican la trayectoria descendente del tamaño de los grupos. Aunque continúen los flujos migratorios con la intensidad de los últimos años, el efecto de la menor *natalidad* registrada entre 1976 y 1997 seguirá presente en la estructura por edades. Como ha quedado constatado, en 2024 este grupo de madres potenciales habrá perdido una tercera parte de su tamaño y, por tanto, haría falta un incremento equivalente de la *fecundidad* sólo para que se mantuviese el mismo nivel de *natalidad*.

**Figura 5.16. Evolución del stock de población de mujeres de 25 a 39 años**



Al igual que se verá afectada la natalidad futura, con su particular calendario, el efecto de estas generaciones menos numerosas se dejará notar en las demandas de empleo, de vivienda y, dentro de 35 años, en el crecimiento del grupo de 65 y más años.

### Ejercicio 5.7

Calcular la edad media y la edad mediana de la población de Castilla-La Mancha y de Cuenca con los datos del Censo de 2001.

### Respuestas al Ejercicio 5.7

La *Edad Media* de una población es la media aritmética de las edades de los individuos que la componen. Al manejar la edad en años cumplidos, convertida en variable discreta, habrá que tomar la precaución de suponer que la edad de los individuos de un determinado grupo es la edad inferior del rango ( $x$ ) más la mitad de la amplitud considerada ( $n/2$ ). Si utilizamos edades año a año, habrá que considerar  $x + 0,5$ , si grupos quinquenales  $x + 2,5 \dots$ .

## 5. Estructura de la población

Una forma sencilla de cálculo es la que se aplica tras la construcción de la tabla siguiente:

Grupos $x, x+n$	Edad $x+n/2$	Población del grupo		$(x+x/2) * P(x, x+n)$	
		Castilla-La Mancha	Cuenca	Castilla-La Mancha	Cuenca
0-4	2,5	85.911	8.576	214.778	21.440
5-9	7,5	92.513	9.328	693.848	69.960
10-14	12,5	102.256	10.496	1.278.200	131.200
15-19	17,5	109.584	10.900	1.917.720	190.750
20-24	22,5	127.413	12.793	2.866.793	287.843
25-29	27,5	134.465	13.653	3.697.788	375.458
30-34	32,5	137.048	14.365	4.454.060	466.863
35-39	37,5	139.654	15.242	5.237.025	571.575
40-44	42,5	128.496	14.162	5.461.080	601.885
45-49	47,5	99.812	10.529	4.741.070	500.128
50-54	52,5	90.950	9.935	4.774.875	521.588
55-59	57,5	82.096	9.467	4.720.520	544.353
60-64	62,5	77.656	10.473	4.853.500	654.563
65-69	67,5	95.563	13.349	6.450.503	901.058
70-74	72,5	93.143	13.203	6.752.868	957.218
75-79	77,5	73.887	10.429	5.726.243	808.248
80-84	82,5	43.371	6.488	3.578.108	535.260
85-89	87,5	22.984	3.547	2.011.100	310.363
90-94	92,5	8.610	1.424	796.425	131.720
95-99	97,5	1.768	289	172.380	28.178
100+	100,5	188	31	18.894	3.116
		1.747.368	198.679	70.417.774	8.612.761

$$\text{Edad Media de C-LM} = \frac{70.417.774}{1.747.368} = 40,30 \text{ años}$$

$$\text{Edad Media de Cuenca} = \frac{8.612.761}{198.679} = 43,35 \text{ años}$$

La *Edad Mediana*, indica la edad exacta que divide a la población en dos mitades iguales.

Partimos de los mismos datos en grupos quinquenales y elaboramos una nueva columna con los datos acumulados:

	Población del grupo			Poblaciones acumuladas	
	Castilla-La Mancha	Cuenca		Castilla-La Mancha	Cuenca
0-4	85.911	8.576	0-4	85.911	8.576
5-9	92.513	9.328	0-9	178.424	17.904
10-14	102.256	10.496	0-14	280.680	28.400
15-19	109.584	10.900	0-19	390.264	39.300
20-24	127.413	12.793	0-24	517.677	52.093
25-29	134.465	13.6530	0-29	652.142	65.746
<b>30-34</b>	<b>137.048</b>	14.365	0-34	789.190	80.111
<b>35-39</b>	<b>139.654</b>	<b>15.242</b>	0-39	<b>928.844</b>	95.353
40-44	128.496	<b>14.162</b>	0-44	1.057.340	<b>109.515</b>
45-49	99.812	10.529	0-49	1.157.152	120.044
50-54	90.950	9.935	0-54	1.248.102	129.979
55-59	82.096	9.467	0-59	1.330.198	139.446
60-64	77.656	10.473	0-64	1.407.854	149.919
65-69	95.563	13.349	0-69	1.503.417	163.268
70-74	93.143	13.203	0-74	1.596.560	176.471
75-79	73.887	10.429	0-79	1.670.447	186.900
80-84	43.371	6.488	0-84	1.713.818	193.388
85-89	22.984	3.547	0-89	1.736.802	196.935
90-94	8.610	1.424	0-94	1.745.412	198.359
95-99	1.768	289	0-99	1.747.180	198.648
100+	188	31	0-100	1.747.368	198.679
P. Total	1.747.368	198.679			

Comenzaremos por dividir la población total en dos mitades:

$$\text{Pt. C-LM}/2 = \frac{1.747.368}{2} = 873.684,0$$

Sabemos así cual es la mitad de la población, pero queda por determinar qué edad corresponde a esa mitad. Una primera aproximación la encontramos de inmediato en la columna de poblaciones acumuladas. La cifra de 837.684 individuos que corresponde a la mitad exacta de la población se encuentra dentro del grupo 35-39 años, por lo tanto la *edad mediana* está por encima de los 35 años en la proporción siguiente:

$$\frac{(837.684 - 789.190)}{139.654} * 5 = 3,03$$

Por tanto, la *edad mediana* de la población de Castilla-La Mancha en 2001 era:

$$35 + 3,03 = 38,03 \text{ años}$$

Repitiendo el mismo procedimiento con la población de Cuenca, el resultado que se obtiene es: 41,41 años.

En principio cabe pensar que cuanto mayor sea la *Edad Media* o la *Edad Mediana* mayor será el envejecimiento de la población. Por tanto, cabe concluir que la población de Cuenca tiene una estructura más envejecida que la del conjunto de su región. En todo caso, al utilizar estos indicadores no hay que olvidar que, al tratarse de valores medios, detrás de parámetros idénticos podríamos encontrar distribuciones muy diferentes.

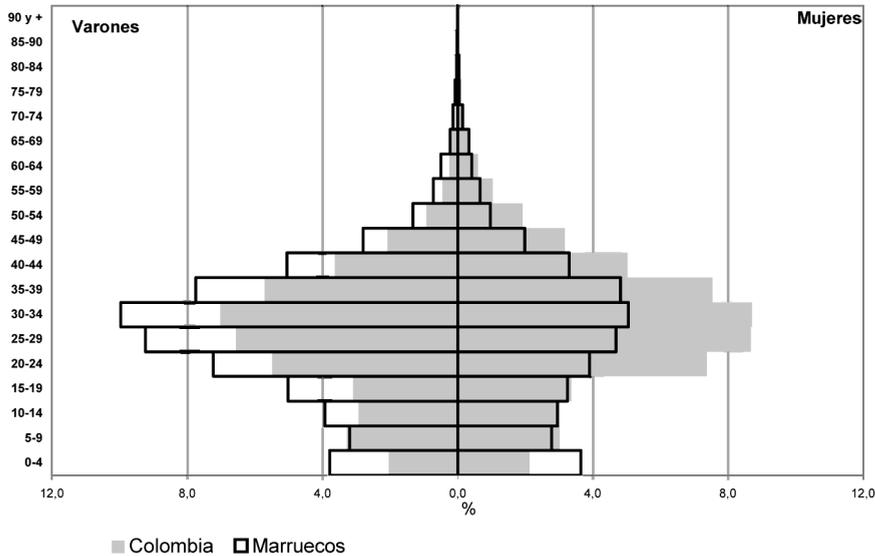
### Ejercicio 5.8

La tabla siguiente recoge la distribución por edad y sexo de los residentes en 2001 en la Comunidad de Madrid, nacidos en Marruecos y en Colombia. Analizar ambas estructuras y explicar las posibles causas y consecuencias de sus disparidades.

Edades	Marruecos		Colombia	
	Varones	Mujeres	Varones	Mujeres
0-4	1.455	1.403	1.025	1.076
5-9	1.228	1.073	1.649	1.518
10-14	1.510	1.140	1.476	1.468
15-19	1.932	1.253	1.554	1.696
20-24	2.782	1.501	2.760	3.715
25-29	3.551	1.804	3.301	4.370
30-34	3.836	1.947	3.537	4.384
35-39	2.979	1.855	2.873	3.795
40-44	1.943	1.270	1.828	2.528
45-49	1.074	765	1.043	1.595
50-54	506	376	465	972
55-59	276	258	225	528
60-64	189	163	122	304
65-69	84	133	72	190
70-74	53	55	47	103
75-79	29	23	29	51
80-84	9	18	14	26
85-90	8	6	8	9
90 y +	4	8	8	9
Total	23.448	15.051	22.036	28.337

## Respuestas al Ejercicio 5.8

Para comparar ambas estructuras es conveniente recurrir a la pirámide. La elaboración de un gráfico con pirámides superpuestas resulta, como puede apreciarse, muy elocuente:



En todo caso resulta también conveniente elaborar algunos indicadores de estructura y de tendencia que pongan de manifiesto dónde se producen las mayores disparidades.

### Indicadores de estructura y de tendencia

Marruecos		Colombia
1,1%	Índice de envejecimiento $(P_{65 \text{ y más}} / PT) * 100$	1,1%
28,6%	Índice de juventud $(P_{0-19} / PT) * 100$	22,8%
42,15	T. dependencia $((P_{65 \text{ y más}} + P_{0-14}) / P_{15-64} * 100)$	31,32
155,85	Tasa de masculinidad $(P_m / P_f) * 100$	77,76
64,77	Adultos/viejos $P_{20-64} / P_{65 \text{ y más}}$	69,85
0,41	Jóvenes / adultos $P_{0-19} / P_{20-64}$	0,30
2,97	$P_{(20-39)} / P_{(40-64)}$	2,99
10,88	$P_{(20-29)} / P_{(55-64)}$	12,00
1,24	$P_{(0-4)} / P_{(5-9)}$	0,66
1,35	$Pf_{(20-34)} / Pf_{(35-49)}$	1,62

Los indicadores ponen especialmente de manifiesto una fuerte desigualdad en las composiciones por sexo, en ambos casos sesgadas, con predominio de los hombres en el caso de los marroquíes y de las mujeres entre los procedentes de Colombia.

Las causas habría que buscarlas en las diferentes circunstancias motivadoras de las migraciones en los países de origen.

En relación con las consecuencias, conviene hacer una consideración general sobre la población formada por los inmigrantes extranjeros. No es razonable analizar esta población considerada en su conjunto, puesto que las diferentes colonias suelen tener comportamientos endogámicos y, como puede verse en los ejemplos manejados, tienen composición por sexo especialmente sesgadas. Por esta razón, su comportamiento en cuanto a la natalidad o a las formas de convivencia no puede ser asimilada a la del conjunto.

### Ejercicio 5.9

La tabla siguiente contiene los datos de ocupados y de ocupados con titulación universitaria en las comunidades autónomas. Establecer un orden jerárquico según la cualificación de la población ocupada.

Comunidades autónomas de residencia	Ocupados	
	Total	Licenciados universitarios
TOTAL	16.329.713	1.675.851
Andalucía	2.500.360	204.380
Aragón	495.769	48.558
Asturias (Principado de)	382.429	37.723
Baleares (Illes)	371.962	26.284
Canarias	690.456	50.539
Cantabria	207.409	18.735
Castilla y León	921.650	90.940
Castilla-La Mancha	646.825	44.697
Cataluña	2.815.126	283.453
Comunidad Valenciana	1.715.025	149.143
Extremadura	346.697	25.135
Galicia	1.035.178	85.985
Madrid (Comunidad de)	2.445.701	415.451
Murcia (Región de)	480.767	33.902
Navarra (Comunidad Foral de)	242.254	27.186
País Vasco	870.108	119.233
Rioja (La)	117.874	10.472

Fuente: INE. Censo de 2001.

### Respuesta al Ejercicio 5.9

Un procedimiento sencillo y eficaz consiste en la obtención de los cocientes de localización de ocupados universitarios en cada una de las comunidades:

$$\text{Cociente de localización de Andalucía } j = \frac{\frac{204.380}{2.500.360}}{\frac{1.675.851}{16.329.713}} = 0,796$$

Una vez obtenidos todos los cocientes, la ordenación jerárquica, que aparecen en la tabla siguiente, viene a indicar que sólo tres comunidades tienen una concentración de ocupados con titulación universitaria por encima de la media nacional. La Comunidad de Madrid es, con gran diferencia, la que presenta una mayor concentración de población ocupada con titulación universitaria.

<b>TOTAL</b>	<b>1,000</b>
Madrid (Comunidad de)	1,655
País Vasco	1,335
Navarra (Comunidad Foral de)	1,093
Cataluña	0,981
Castilla y León	0,961
Asturias (Principado de)	0,961
Aragón	0,954
Cantabria	0,880
Rioja (La)	0,866
Comunidad Valenciana	0,847
Galicia	0,809
Andalucía	0,796
Canarias	0,713
Extremadura	0,706
Baleares (Illes)	0,689
Murcia (Región de)	0,687
Castilla-La Mancha	0,673

### Ejercicio 5.10

La tabla siguiente recoge los datos de la población ocupada distribuidos según las cuatro *ramas de actividad* utilizadas en el último censo. Establecer tipos de poblaciones.

## 5. Estructura de la población

Comunidades autónomas de residencia	Actividad del establecimiento (rama)				
	TOTAL	Agricultura, ganadería y pesca	Industria	Construcción	Servicios
TOTAL	16.329.713	1.034.784	2.998.658	1.916.693	10.379.578
Andalucía	2.500.360	312.866	289.356	335.948	1.562.190
Aragón	495.769	35.438	113.595	49.259	297.477
Asturias (Principado de)	382.429	22.287	68.534	44.355	247.253
Baleares (Illes)	371.962	8.854	33.939	58.289	270.880
Canarias	690.456	34.937	49.062	98.458	507.999
Cantabria	207.409	12.398	39.216	27.999	127.796
Castilla y León	921.650	85.118	160.919	112.887	562.726
Castilla-La Mancha	646.825	62.222	131.483	98.559	354.561
Cataluña	2.815.126	69.287	708.921	291.482	1.745.436
Comunidad Valenciana	1.715.025	98.072	413.876	204.232	998.845
Extremadura	346.697	53.874	36.100	49.209	207.514
Galicia	1.035.178	114.500	193.581	127.505	599.592
Madrid (Comunidad de)	2.445.701	19.599	330.361	235.056	1.860.685
Murcia (Región de)	480.767	66.203	91.918	60.289	262.357
Navarra (Comunidad Foral de)	242.254	13.146	68.088	24.741	136.279
País Vasco	870.108	16.595	232.592	82.446	538.475
Rioja (La)	117.874	8.923	35.753	11.905	61.293

### Respuesta al Ejercicio 5.10

Un procedimiento sencillo para valorar la composición de la población ocupada es el que se aplica en la tabla siguiente. En las filas aparecen los tantos por ciento de cada rama de actividad en el conjunto de la población ocupada de cada región. En las tres filas inferiores del cuadro aparecen, para cada columna, el promedio, la desviación estándar y un umbral establecido con la media más el valor de la desviación. Se trata de establecer varios tramos que ayuden a clasificar a las poblaciones regionales. En cursiva aparecen los valores que están por encima de la media y en negrita los que superan el valor de la media más una desviación, reflejando así un mayor grado de concentración del tipo de población correspondiente.

	Agricultura, ganadería y pesca	Industria	Construcción	Servicios
Andalucía	<b>12,51</b>	11,57	13,44	62,48
Aragón	7,15	22,91	9,94	60,00
Asturias (Principado de)	5,83	17,92	11,60	64,65
Baleares (Illes)	2,38	9,12	<b>15,67</b>	<b>72,82</b>
Canarias	5,06	7,11	<b>14,26</b>	<b>73,57</b>
Cantabria	5,98	18,91	13,50	61,62
Castilla y León	9,24	17,46	12,25	61,06
Castilla-La Mancha	9,62	20,33	<b>15,24</b>	54,82
Cataluña	2,46	25,18	10,35	62,00
Comunidad Valenciana	5,72	24,13	11,91	58,24
Extremadura	<b>15,54</b>	10,41	<b>14,19</b>	59,85
Galicia	11,06	18,70	12,32	57,92
Madrid (Comunidad de)	0,80	13,51	9,61	<b>76,08</b>
Murcia (Región de)	<b>13,77</b>	19,12	12,54	54,57
Navarra (Comunidad Foral de)	5,43	<b>28,11</b>	10,21	56,25
País Vasco	1,91	<b>26,73</b>	9,48	61,89
Rioja (La)	7,57	<b>30,33</b>	10,10	52,00
<b>Media</b>	<b>7,18</b>	<b>18,91</b>	<b>12,15</b>	<b>61,75</b>
<b>Desviación Estandar</b>	<b>4,29</b>	<b>6,87</b>	<b>2,00</b>	<b>6,78</b>
<b>Media + Desviación E.</b>	<b>11,46</b>	<b>25,78</b>	<b>14,16</b>	<b>68,54</b>

Fuente: INE. Censo 2001. Elaboración propia.



## Capítulo 6

# Hogares y formas de convivencia

Vivir en grupo es una de las características más comunes de los individuos de cualquier población. Según el Censo de 2001, el 99,38% de los españoles residía en las que se denominan *viviendas familiares*, mientras que el 0,62% restante lo hacía en establecimientos colectivos (residencias de ancianos, conventos, hoteles...).

Las *relaciones de parentesco* siguen siendo la primera causa intrínseca de la convivencia de personas, por lo que un rasgo común de los individuos que integran la mayor parte de las unidades de convivencia será tener vínculos por razones de parentesco.

Los grupos o unidades de convivencia son conjuntos de individuos que comparten elementos y circunstancias en la vida de las personas. Compartir la vivienda es la condición básica necesaria, pero puede verse completada con otros vínculos diversos entre los que destacan, por su frecuencia, los que resultan de unificar ingresos, patrimonio o gastos.

Podría decirse, por tanto, que las relaciones de parentesco aglutinan a los individuos para formar unidades demográficas que, además de compartir una vivienda, un patrimonio y unos ingresos, tienen intereses comunes que pueden manifestarse en la toma conjunta de decisiones y en pautas de comportamiento también comunes; por ejemplo, en relación con diferentes formas de consumo o en la forma de solventar las necesidades de todos y cada uno de los individuos del grupo.

Pero también hay un número creciente de unidades de convivencia en las que las relaciones de parentesco no existen o no son evidentes. Entre otras razones, porque más de un 7% de los que residen en *viviendas familiares* viven solos y un

número difícil de determinar, pero creciente, convive con otras personas con las que no tienen relaciones de parentesco en sentido estricto. La consideración de otras relaciones, objetivos o intereses comunes enunciados nos introduce en un terreno lável, con contornos borrosos y cambiantes.

La necesidad de manejar conceptos que sean operativos para elaborar estadísticas y avanzar en el análisis demográfico obliga a la simplificación y a aferrarse a la mayor nitidez de conceptos de realidades tangibles, como la vivienda, hasta el punto de que en el Censo de 2001 acaba produciéndose una correspondencia estadística absoluta entre *vivienda ocupada* y *hogar*, que es la denominación genérica de las unidades de convivencia.

El interés y la necesidad del estudio demográfico de las unidades de convivencia se fundamentan en el hecho de que un *hogar*, a efectos demográficos, económicos, sociales y territoriales, es algo más que la simple suma de las personas que lo integran. Por ejemplo, todos y cada uno de los residentes tiene que cubrir sus necesidades de alojamiento, pero la demanda de vivienda la constituye un *hogar* y no cada uno de los las personas que lo integran.

El análisis demográfico de los hogares implica el estudio de sus tipos, composiciones y tamaños. Los tipos pueden establecerse básicamente a partir de las *relaciones de parentesco* entre los individuos que los forman. La composición obliga a establecer diferencias en razón de las características demográficas de los individuos. Por último, el tamaño, medido en número de individuos, es la referencia de clasificación más simple y más utilizada.

La dinámica de las unidades de convivencia es la resultante de diversos eventos demográficos. El nacimiento, el fallecimiento o las migraciones, además de afectar a individuos, se producen también dentro de hogares concretos, modificando su composición y su tamaño. La fecundidad es un factor básico en el tamaño de los hogares; el aumento de la esperanza de vida y la mortalidad diferencial por sexo son factores que actúan a favor del crecimiento del número y la proporción de ciertos tipos de hogares.

Hay que recordar también que la explicación de la dinámica de los componentes del comportamiento demográfico exige frecuentemente buscar causas en las formas de convivencia. La fecundidad sigue estando básicamente inscrita en el marco de un hogar y el tamaño adquirido por el hogar –en concreto el número de hijos– suele ser también un factor limitativo para la fecundidad. La emancipación o salida

del hogar paterno es en muchos ámbitos metropolitanos el principal factor desencadenante de flujos migratorios intermunicipales.

Además, y sobre todo, como se verá mas adelante, hay eventos o sucesos específicos en los cambios que pueden vivir los individuos en sus relaciones de convivencia.

## 6.1 Conceptos básicos

La unidad de medida en el análisis demográfico es, normalmente, el individuo, pero este principio se modifica cuando se trata de estudiar las formas de convivencia. En este caso la unidad *residente* es complementada por el *hogar*, la *familia* o el *núcleo familiar* como unidades básicas de medida y de análisis.

Las dificultades para realizar análisis demográfico de las formas de convivencia comienzan con la definición de los conceptos básicos. Pueden diferenciarse dos tipos de problemas que se superponen. Por una parte, hay que manejar eventos y características que escapan al reconocimiento de los organismos oficiales responsables de los registros civiles y de la producción de estadísticas. Por ejemplo, la *emancipación* o salida del hogar paterno es un suceso que a veces se produce de forma gradual a lo largo de un período más o menos largo, siendo difícil establecer con seguridad cuándo ocurre. La formación de un hogar como consecuencia de la unión de una pareja, que tenía un claro reflejo a través del registro de los matrimonios, ha pasado también a ser en muchas ocasiones un evento no declarado y de difícil identificación a través de la información estadística.

Por otra parte, la dinámica de las formas de convivencia como resultante de nuevas, y a veces efímeras, prácticas sociales obliga a una permanente readaptación de los conceptos a situaciones y valoraciones distintas. Hasta 2005 una pareja del mismo sexo no podía ser considerada como matrimonio y por tanto no se les podían atribuir relaciones de parentesco. Un sinfín de circunstancias novedosas en relación con la formación y ruptura de parejas, esconden tras de sí múltiples eventos demográficos, conformando, como veremos, un universo de una complejidad casi ilimitada. Mientras no se establezca una sistematización de conceptos y de obtención de información eficaz y perdurable, el análisis de la dinámica de las formas de convivencia no podrá llegar mucho más allá de las aproximaciones transversales.

El concepto de *hogar* se ha hecho cada vez más genérico y el Censo de 2001, tras eliminar el requisito de compartir algunos gastos comunes –“poco operativo”–, lo define como “el grupo de personas residentes en la misma vivienda familiar”.

Una *vivienda familiar* es la que está habitada por una o varias personas, no necesariamente unidas por parentesco, y que no constituyen un colectivo (conventos, cuarteles, asilos, residencias de estudiantes o de trabajadores, hospitales, prisiones...). El mismo Censo aclara que es impropio adjetivar la vivienda como familiar, puesto que no se exigen relaciones de parentesco, pero que se mantiene la denominación para evitar la ruptura en las series estadísticas de vivienda.

El concepto de *familia* se aplica a los “grupos de personas que, residiendo en la misma vivienda familiar (por tanto formando parte de un hogar), están vinculadas por lazos de parentesco, ya sean de sangre o políticos, e independientemente de su grado”. En este caso el Censo aclara que son razones operativas las que aconsejan renunciar a establecer límites por el grado de parentesco.

El concepto de *parentesco*, muy desarrollado por razones jurídicas, se refiere a vínculos que pueden establecerse por tres *líneas* diferentes: a) *consanguinidad*, en el caso de los vínculos existentes entre los descendientes y ascendientes de un progenitor común (bisabuelos, abuelos, padres, hijos, nietos, bisnietos); b) *afinidad*, para los vínculos que se crean a través del matrimonio y que cada cónyuge contrae con los parientes consanguíneos del otro (suegros, yernos y nueras, cuñados...); y c) *adopción*, correspondiente a los que se establece entre el adoptado y los padres adoptivos y sus parientes consanguíneos. El parentesco se jerarquiza en *grados* que miden la proximidad del vínculo a través del número de personas interpuestas entre dos parientes.

El concepto de *hogar* vino a superar algunas limitaciones básicas del concepto de *familia* que excluye a las unidades de convivencia unipersonales y a aquellas otras de varias personas no emparentadas. Pero mientras que los hogares unipersonales, de creciente presencia en las poblaciones más evolucionadas, no plantea especiales dificultades de identificación, no ocurre lo mismo con los de varias personas no emparentadas.

Junto con el hogar y la familia, el *núcleo familiar* completa el trío de unidades de análisis necesarias para el estudio de las formas de convivencia. El concepto de *núcleo familiar* supone una concreción de la familia a las relaciones de parentesco más directas o de primer grado. En los últimos censos se han utilizado los siguientes cuatro tipos de núcleos:

- a) Matrimonio o pareja sin hijos.
- b) Matrimonio o pareja con uno o más hijos.
- c) Padre con uno o más hijos.
- d) Madre con uno o más hijos.

Aunque en principio la tipología parece sencilla y clara, el Censo de 2001 añade algunas precisiones necesarias:

1. "Para formar parte del núcleo, un hijo debe ser soltero y estar no emparejado". No se exige dependencia económica, basta con que resida en la misma vivienda que los padres.

2. "Para la determinación de los núcleos se debe tener en cuenta además que:

– La relación padre (madre)-hijo tiene preferencia sobre la de hijo-padre (madre); es decir, si un hijo soltero y no emparejado es a su vez padre de un hijo soltero y no emparejado, ambos forman un núcleo de tipo c) y, por tanto, aquél, a pesar de estar soltero y no emparejado, no forma parte del núcleo de sus padres.

– La relación de pareja tiene preferencia sobre la relación hijo-padre (madre)".

La dinámica social incorpora situaciones nuevas que, aunque deben encuadrarse dentro de la anterior clasificación, no se identifican plenamente con los tipos de familia que se pretenden representar. Por ejemplo, en una pareja con hijos de anteriores matrimonios e hijos comunes se da una complejidad en las relaciones de parentesco de los hijos entre sí que no encaja plenamente con la idea de un solo núcleo familiar. La creciente complejidad de las relaciones de convivencia pone también en cuestión la significación del parentesco y obliga a replantear su aplicación en el análisis demográfico.

En relación con la propia definición de las unidades de convivencia y especialmente con su tipificación es preciso utilizar un elemento más, que resulta clave para montar todo el entramado de las formas de convivencia, pero que presenta graves dificultades para su concreción en la práctica. Hay que establecer una *persona de referencia*, que permita determinar las relaciones existentes entre los miembros y, a partir de ellas, la estructura del hogar.

Hasta el Censo de 1981 se venía utilizando el término *cabeza de familia* y fue sustituido por el de *persona principal*, que se definía como "... aquella a la que los

demás miembros de la familia reconocen como tal". El Censo de 1991, estableció que la persona que apareciese relacionada en el cuestionario censal en primer lugar sería la *persona principal* a la que referir las relaciones de parentesco. El Censo de 2001 tiene que hacer un nuevo esfuerzo para tratar de evitar "... las típicas suspicacias sobre quién es la persona más principal de cada hogar..." y establece que la persona de referencia se denomine *persona 1*, que será la reflejada en primer lugar en la hoja padronal.

Como se ha visto, son razones prácticas las que acaban por establecer conceptos simplificados o casi mecánicos para definir los elementos básicos en el análisis de la estructura y la dinámica de los hogares. Pero la búsqueda de una mayor eficacia del operativo estadístico de obtención de información puede dar lugar, como ocurre en la conceptualización de la persona de referencia, a una cierta banalización de los conceptos.

## **6.2 Estudio de la estructura de hogares**

El estudio de la estructura de los hogares de una población implica determinar y medir cómo se organizan y se distribuyen los habitantes en unidades de convivencia. Se trata de saber cuántos hogares hay, qué tamaño tienen y qué modalidades pueden diferenciarse en razón de las relaciones de parentesco y las características de los individuos que los integran.

### **6.2.1 El tamaño del hogar**

El tamaño del hogar o número de individuos que lo integran es una variable vinculada a los diferentes tipos pero cuyo valor sólo está preestablecido cuando se habla de hogares unipersonales. El tamaño es por sí mismo un criterio de clasificación que podrá cruzarse con otros relativos a la composición.

Así, una primera aproximación al análisis puede ser la estructura de los hogares por tamaños. Se trata de ver cual es el número y la proporción de hogares de 1, 2, 3, ...,  $n$  miembros. Aunque esta clasificación habrá de ser completada con los estudios que entren a valorar las modalidades y la composición de los hogares, ya es bastante expresiva en relación con el aumento de los hogares de tamaño más reducido.

Es también relevante observar cómo incide el cambio de estructura de los hogares en términos de residentes. Aunque ambas formas de expresar la estructura de

los hogares reflejan la misma tendencia, el cambio de unidad da una visión diferente y también significativa. El 20,3% de hogares unipersonales se transforma en el 7,1% de residentes al cambiar la unidad de medida (Cuadros 6.1 y 6.2).

### **Cuadro 6.1. Evolución de la distribución de hogares por tamaño en la población española**

	1991		2001	
TOTAL	11.852.075	100,0	14.187.169	100,0
1 persona	1.581.307	13,3	2.876.572	20,3
2 personas	2.754.017	23,2	3.582.177	25,2
3 personas	2.437.772	20,6	3.004.375	21,2
4 personas	2.728.736	23,0	3.048.274	21,5
5 personas	1.401.133	11,8	1.099.963	7,8
6 personas	602.423	5,1	366.248	2,6
7 personas	346.687	2,9	209.560	1,5

Fuente: INE. Censos de 1991 y de 2001.

### **Cuadro 6.2. Evolución de la distribución de los residentes según el tamaño de sus hogares en la población española**

	1991		2001	
TOTAL	38.617.997	100,0	40.595.861	100,0
1 persona	1.581.307	4,1	2.876.572	7,1
2 personas	5.508.034	14,3	7.164.354	17,6
3 personas	7.313.316	18,9	9.013.125	22,2
4 personas	10.914.944	28,3	12.193.096	30,0
5 personas	7.005.665	18,1	5.499.815	13,5
6 personas	3.614.538	9,4	2.197.488	5,4
7 personas	2.680.193	6,9	842.170	2,1

Fuente: INE. Censos de 1991 y de 2001.

### **El Tamaño Medio del Hogar**

La consideración del tamaño de los hogares como elemento de análisis desemboca en la determinación de un tamaño medio como indicador sintético de la estructura de los hogares y de su dinámica.

El Tamaño Medio del Hogar se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$TMH^t = \frac{\text{Población Residente en viviendas familiares}^t}{\text{Número de Hogares}^t}$$

El TMH de la población española en 2001 es:

$$TMH^{2001} = \frac{40.595.861}{14.187.169} = 2,86$$

El valor de este indicador presenta una tendencia decreciente en las poblaciones de todos los países más avanzados como consecuencia de los cambios que se vienen registrando en las formas de convivencia. El factor más importante es el aumento del número de hogares unipersonales, pero también contribuye la reducción generalizada que se deriva del descenso de la fecundidad, expresada en términos de descendencia final.

Este indicador puede hacerse específico y ser útil para observar la evolución de diferentes modalidades de hogares (p. ej.: familias formadas por una pareja con sus hijos) o de los hogares definidos por la edad de la *persona de referencia* (p. ej.: hogares en los que la persona de referencia pertenece al grupo de edad 30-34 años).

Para este tipo de análisis tiene mayor utilidad otra forma de expresión de la misma relación. Aceptado el hecho de que en cada hogar hay una persona de referencia, el número de hogares y de personas de referencia es idéntico, se trata de obtener la proporción de *personas principales* o de referencia (*persona 1*, en la nomenclatura del Censo de 2001) en relación con la población total en viviendas familiares, dentro de un determinado grupo de edad. El indicador comenzó llamándose *Tasa de Jefatura de Hogar*, pero en coherencia con los muchos cambios habidos en la denominación de la persona de referencia, en la actualidad sería más razonable denominarle como *Tasa de Persona de Referencia*. Puede calcularse para el conjunto de la población o para grupos específicos (edad, sexo,...).

### **La Tasa Bruta de Persona de Referencia**

$$TBPR^t = \frac{\text{Personas } 1^t}{\text{Población residente en viviendas familiares}^t}$$

La TBPR de la población española en 2001 es:

$$TBPR^{2001} = \frac{14.187.169}{40.595.861} = 0,35$$

Las *Tasas Específicas de PR* se utilizan para la elaboración de proyecciones de hogares a partir de proyecciones de población previamente elaboradas. La *TEPR* para hogares cuya persona de referencia fuese una mujer de la edad  $x$  ( $P1_{mx}$ ), sería:

$$TEPR_{mx}^t = \frac{P 1^t_{mx}}{\text{Número de Personas en Hogares con } P 1_{mx}}$$

## 6.2.2 Clasificación de hogares según su composición

Para el análisis de la estructura de los hogares habrá que partir de criterios de clasificación establecidos previamente. Las relaciones de parentesco en sus diferentes líneas y grados es el criterio fundamental que podrá completarse después con el tamaño y con las características por edad y sexo de la persona de referencia y de los restantes miembros del hogar. La clasificación debe fundamentarse también en el interés y en la relevancia sociodemográfica de los diferentes tipos resultantes.

Una primera división debe separar a los hogares sin relaciones de parentesco de los que constituyen familias.

Entre los no familiares, la clasificación más interesante es la que agrupa los hogares unipersonales por sexo y tramos de edad.

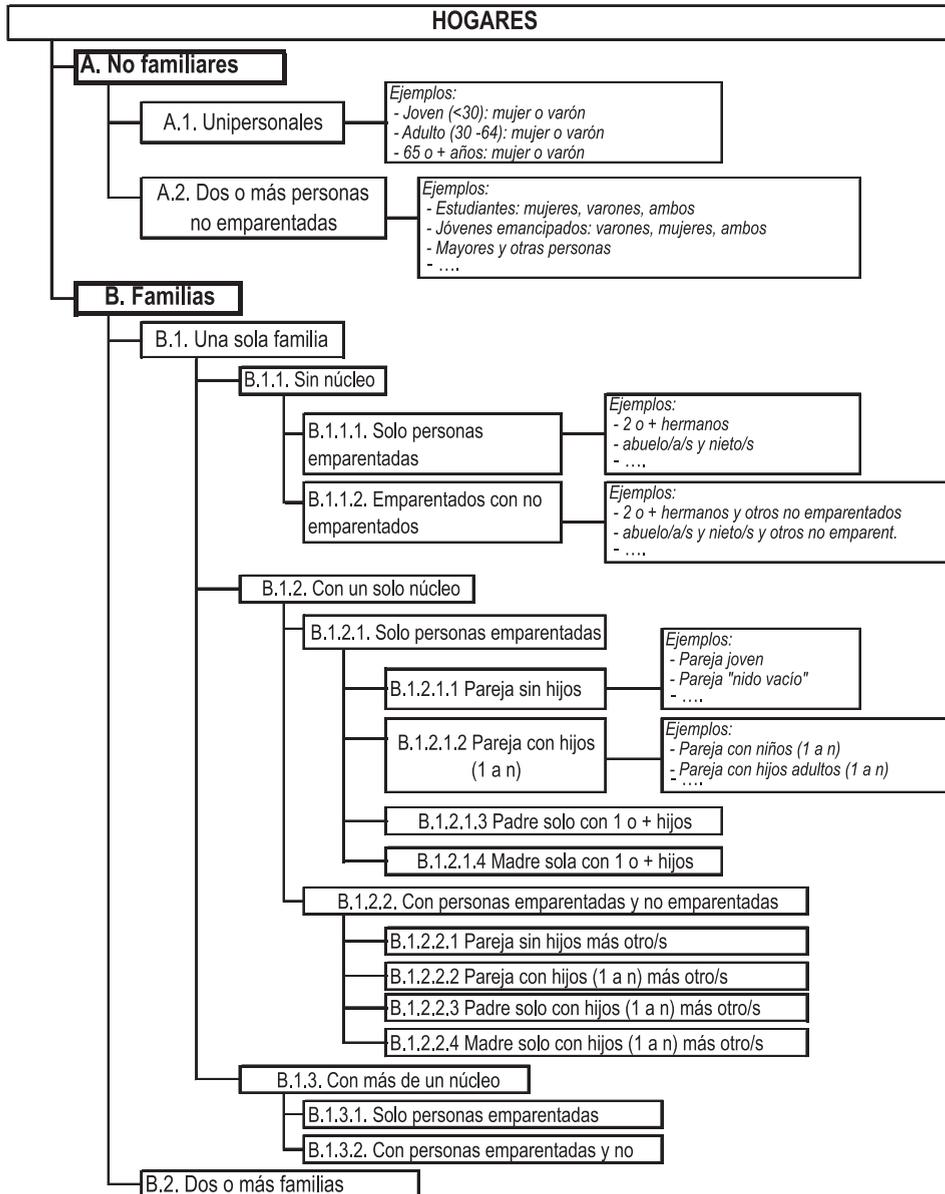
Los hogares familiares pueden diferenciarse en primera instancia en razón de la existencia o no de núcleos familiares y, complementariamente, por la presencia o no de otros parientes y, por último, de otras personas no emparentadas.

En el esquema de la Figura 6.1 se muestra un ejemplo de clasificación que refleja las principales modalidades de hogares y que permite seguir profundizando en tipos más específicos en función de las características de los diferentes miembros del hogar, de lo que dan muestra algunos ejemplos de los más frecuentes.

Para determinados análisis puede ser pertinente añadir otras características demográficas (naturaleza, nacionalidad, estudios, ocupación,...) de las *personas de*

referencia, de los miembros de la pareja e incluso de todos los miembros del hogar, como criterios de clasificación a partir de los cuales profundizar en la tipología de hogares.

**Figura 6.1. Ejemplo de clasificación de hogares**



La clasificación permite observar cómo se distribuyen los hogares entre los diferentes tipos previamente establecidos (Cuadro 6.3). Los valores obtenidos son un elemento de análisis en sí mismo, pero requieren el enriquecimiento que supone su comparación con otros datos de referencia de ámbitos o momentos diferentes. Se trata de un análisis transversal al que se le debe incorporar el carácter diacrónico, con las limitaciones que establecen los constantes cambios de criterio a la hora de definir los conceptos básicos.

### **Cuadro 6.3. Proporción de diferentes tipos de hogares en la población española**

HOGARES	100,00
<b>A. No familiares</b>	<b>21,26</b>
A.1 Unipersonales	20,28
– Varón joven 16-34	2,33
– Mujer joven 16-34	1,57
– Varón 35-64	3,77
– Mujer 35-64	3,03
– Varón 65 y más	2,22
– Mujer 65 y más	7,36
A.2 Dos o más personas no emparentadas	0,98
<b>B. Familias</b>	<b>78,74</b>
B.1 Una sola familia	78,29
• B.1.1 Sin núcleo	3,05
– B.1.1.1 Solo emparentados	2,79
– B.1.1.2 Con personas no emparentadas	0,26
• B.1.2 Con un solo núcleo	72,70
– B.1.2.1 Solo personas emparentadas	71,31
• Pareja sin hijos	19,11
• Pareja con hijos	42,80
• Padre con hijos	1,73
• Madre con hijos	7,67
– B.1.2.2 Con personas no emparentadas	1,39
• Pareja sin hijos más no emparentados	0,36
• Pareja con hijos más no emparentados	0,59
• Padre con hijos más no emparentados	0,12
• Madre con hijos más no emparentados	0,32
• B.1.3 Con más de un núcleo	2,54
– B.1.3.1 solo personas emparentadas	2,43
– B.1.3.2 con personas no emparentadas	0,12
B.2 Dos o más familias	0,45

Fuente: INE. Censo de 2001. Elaboración propia.

### 6.3 Dinámica de hogares

El análisis de la dinámica de hogares puede plantearse mediante la comparación de situaciones en diferentes momentos (análisis transversal diacrónico) o bien, en el caso de que la información estadística lo permita, a través de la medida de los flujos de eventos o cambios en las situaciones de convivencia de personas y hogares.

Dado que la segunda opción está muy limitada por la insuficiencia de series de datos adecuados, el análisis quedará en la práctica circunscrito, por ahora, a la evolución del número de hogares de los diferentes tipos entre dos momentos censales.

El análisis de la dinámica de los hogares debe atender a:

- a) La variación del número de hogares.
- b) Las modificaciones de tamaño o de composición que pueden producirse dentro de cualquier hogar sin que necesariamente supongan un cambio de tipología.
- c) Los cambios en la estructura general por la aparición, el aumento o la disminución de distintos tipos de hogares.

#### 6.3.1. Crecimiento del número de hogares

El crecimiento del número de hogares es la diferencia entre el número de unidades existente en el momento final y los que había en el momento inicial.

$$\text{Crecimiento Hogares}^{t, t+n} = \text{Hogares}^{t+n} - \text{Hogares}^t$$

El crecimiento es también igual al número de hogares que se forman menos el número de hogares que desaparecen durante el período, más el saldo neto migratorio de hogares.

$$\text{Crecimiento Hogares}^{t, t+n} = \text{Nuevos Hogares}^{t, t+n} - \text{Hogares Desaparecidos}^{t, t+n} + \text{SMH}^{t+n}$$

La variación en el número de hogares es un fenómeno en parte independiente de los componentes del crecimiento de la población. La natalidad no supone aumento del número de hogares, pero la mortalidad sí actúa directamente en la merma de los hogares unipersonales. Tanto la natalidad como la mortalidad actuarán siempre produciendo algunas modificaciones en el tamaño, en los tipos y en las características de los hogares donde incidan.

Por su parte, las migraciones, dependiendo de su carácter, pueden tener repercusión directa, mecánica, cuando se trata de migraciones de hogares completos, pero si se trata de migraciones de personas solas, su efecto, más que en el número de los hogares, podría dejarse notar, sobre todo, en el crecimiento de otros tipos sin núcleo. Los emigrantes, por razones de diversa naturaleza, en un período más o menos largo tras su llegada, suelen agruparse en hogares complejos en los que el vínculo fundamental, junto al paisanaje, suele ser compartir los gastos de la vivienda. No debe olvidarse tampoco que la emigración puede tener un efecto retardado, si llega a producirse el reagrupamiento familiar.

Las variaciones en las formas de convivencia de los individuos también pueden suponer aparición de nuevos hogares y desaparición de otros existentes. Como se verá en el apartado siguiente, algunos de estos cambios, generalmente la emancipación y los vinculados a la formación y ruptura de parejas, implican variaciones en el número total de hogares, mientras que otros sólo suponen transformación del tipo de hogar. Los cambios en las situaciones de convivencia de los individuos hacen que pueda variar el número de hogares independientemente de los cambios en el número de individuos o tamaño de la población.

El aumento de la esperanza de vida y el consiguiente efecto de envejecimiento por la cúspide de la pirámide supone a su vez el aumento de hogares individuales de personas mayores, que, además, tienden a vivir solas hasta edades cada vez más avanzadas. El cambio de residencia hacia un establecimiento colectivo haría desaparecer el hogar y sacaría al individuo de la población que vive en viviendas familiares. El fallecimiento o la incorporación al hogar de algún hijo serían los otros eventos que provocarían la desaparición del hogar.

En los países con una dinámica demográfica más evolucionada, inmersos en lo que se ha denominado *Segunda Transición Demográfica*, al descenso y retraso de la fecundidad, se unen también el aumento de los hogares individuales de personas que deciden vivir solas y el retraso en la edad de formar pareja. El incremento de rupturas de parejas es también un factor de aparición de hogares unipersonales y monoparentales, mientras que la reconstitución de parejas puede producir el efecto contrario.

Los cambios propiciados por la dinámica sociodemográfica en los países más evolucionados confluyen en una estructura en la que cobra protagonismo el aumento del número de los hogares más pequeños y, por tanto una progresiva reducción del

*tamaño medio* y un crecimiento del número de hogares más rápido que el de la población. En el último período intercensal el crecimiento de la población española fue del 5,1% y el del número de hogares, del 19,7%.

### **6.3.2. Eventos demográficos en la dinámica de hogares**

Detrás de todas estas variaciones hay eventos que podrían definirse como el *cambio de posición* en las relaciones de convivencia de un individuo. En un hogar formado por una "pareja con hijos", la madre ocuparía la *posición* de "mujer viviendo en pareja con hijos" y cada uno de los hijos la de "hijo viviendo con sus padres". La emancipación de un hijo para formar una pareja sería un ejemplo típico de *cambio de posición*.

En estos estudios dinámicos se utiliza al *residente* como unidad de medida. Cada individuo, en razón de la tipología de hogares previamente establecida, ocupa en un momento dado una *posición* determinada que puede cambiar mediante el correspondiente evento. Desde la perspectiva de los individuos, los *cambios de posición* son evitables, repetibles y reversibles, afectan a todos los miembros con los que convivía y a los del hogar en el que se integra. Desde la perspectiva del hogar, los eventos pueden suponer apariciones, desapariciones, cambios de modalidad y de tamaño.

Se plantea la necesidad de definir tales eventos y sus efectos, como fase previa para intentar establecer la forma de medir los correspondientes flujos e intentar llegar a formular indicadores de intensidad.

A título de ejemplo y como expresión de la enorme complejidad de este tipo de análisis, a partir de la matriz de la Figura 6.2 se intenta descubrir los principales eventos que podrían producirse y que, por tanto, habrían de ser considerados en un análisis dinámico de los hogares.

Sólo se han incorporado a la matriz del ejemplo las cuatro modalidades de hogares más repetidas en la población española según el Censo de 2001 (Cuadro 6.1), y, dentro de éstos, sólo algunas de las posiciones que podrían ocupar los individuos.

Un tratamiento más detallado de los hogares o de las posiciones posibles haría aumentar de forma geométrica el número de eventos posibles. Sin pretender agotar las posibilidades, se describen a continuación los cambios de posición más razonables en el actual contexto sociodemográfico, pero sin que ello suponga que se puedan excluir otros menos previsibles.

**Figura 6.2. Ejemplo de matriz para vislumbrar eventos o cambios de las *posiciones* dentro del hogar**

		Posiciones posibles								
		Persona sola	Varón en pareja con hijos	Mujer en pareja con hijos	Hijo con sus padres	Varón en pareja sin hijos	Mujer en pareja sin hijos	Mujer sola con hijos	Otras	
Hogares	Posiciones iniciales	1	2	3	4	5	6	7	8	
A	Unipersonales	Persona sola	1		-1	-1	-1	-1		
		Varón en pareja con hijos	2	+1						
B	Pareja con hijos	Mujer en pareja con hijos	3	+1						
		Hijo/a con sus padres	4	+1			+1	+1	+1	
		Varón en pareja sin hijos	5	+1			-1			
C	Pareja sin hijos	Mujer en pareja sin hijos	6	+1			-1			
		Mujer sola con hijos	7							
D	Madre con hijos	Mujer sola con hijos	7							
E	Otros	Otras	8							

**+1** Cambio posible que implica aparición de un nuevo hogar

El paso desde la *posición 1* a la *posición 2* es un evento protagonizado por un varón que vivía solo y pasa a formar parte, transformándolo, de un hogar formado por una mujer y sus hijos. Supone la desaparición de un hogar unipersonal (A) y la transformación de un hogar D en un hogar B.

El paso de la *posición 1* a la *posición 3* es el mismo evento que en el caso anterior pero protagonizado por una mujer que vivía sola.

El paso desde la *posición 1* a la *posición 4* supone que un individuo ya emancipado, y que estaba viviendo solo, regresa al hogar paterno. Supone también la desaparición de un hogar A y, según los casos, supondrá una transformación de C a B o, simplemente el aumento de tamaño de un hogar B.

El paso desde la *posición 1* a la *posición 5* supone que un varón que vive solo pasa a vivir en pareja. En este caso se trata de un evento que necesariamente viven dos personas conjuntamente.

Por razones obvias no se entra a considerar los cambios desde la *posición 1* a la *posición 8*, a la que en el ejemplo se le da carácter residual.

El paso desde la *posición 2* a la *posición 1* supone que un varón que vivía en pareja con hijos pasa a vivir solo, normalmente por enviudar o como consecuencia de la ruptura de la pareja. Con este evento aparece un nuevo hogar *A* y el anterior *B* se transforma en *D* con un miembro menos.

El paso desde la *posición 2* a la *posición 4* es un evento que supone que un varón que vivía en pareja con hijos regresa a vivir con sus padres, normalmente como consecuencia de la ruptura de la pareja. Tras este evento un hogar tipo *B* pasa a ser *D* con un miembro menos, y, según los casos, supondrá una transformación del hogar de los padres de *C* a *B* o, simplemente el aumento de tamaño de un hogar *B*.

El paso desde la *posición 2* a la *posición 5* es, por primera vez, un evento en el que el individuo que lo protagoniza tiene un papel pasivo. El evento se produce como consecuencia de la salida del hijo (único o último) del hogar paterno. Supone la transformación de un hogar *B* en otro *C*.

El paso desde la *posición 3* a la *posición 6* es el resultado de una ruptura de pareja y es también el efecto derivado del hecho de que el otro miembro de la pareja fallezca o salga del hogar. Este evento, por sí mismo, sólo nos indica la transformación de un hogar *B* en otro *D*, con una reducción de tamaño.

El paso desde la *posición 4* a la *posición 1*, como todos los abandonos de la *posición 4*, es, muy probablemente, la *emancipación* de un joven. Supone la aparición de un hogar tipo *A* y la reducción de tamaño de un hogar *B*, o su transformación en un hogar *C* en el caso de que se trate del único o el último hijo del hogar paterno.

El paso desde la *posición 4* a las *posiciones 2* ó *3*, supone que el individuo, varón o mujer respectivamente, abandona el hogar paterno par integrarse en un hogar de padre solo o madre sola con hijos (*D*), que pasa a la modalidad *B*. No hay variación en el número de hogares.

El paso desde la *posición 4* a las *posiciones 5* ó *6* es, muy probablemente, un caso de emancipación para vivir en pareja. Supone la aparición de un hogar *C* y puede producir los cambios ya descritos en el hogar de los padres.

El paso desde la *posición 4* a la *posición 7* es la emancipación o la salida de una mujer con hijo/s del hogar paterno. Supone la aparición de un hogar tipo *D* y la reducción del hogar tipo *B*, que también podría dejar de ser un hogar *con dos núcleos*.

Los cambios desde las *posiciones 5 ó 6* a la *posición 1* corresponden a rupturas de pareja y suponen la desaparición de un hogar tipo *C* y la aparición de dos hogares tipo *A*.

Los cambios de *posición* desde *5* a *2* o desde *6* a *3*, son, como opción más probable, el resultado del nacimiento del primer hijo de la pareja, no implican aparición ni desaparición de hogar pero sí la transformación de un hogar tipo *C* en otro tipo *B*. También podría deberse a la ruptura de la pareja para incorporarse a un hogar de padre/madre sola con hijos. Obviamente, los efectos sobre la estructura de hogares serían diferentes en este supuesto.

Los cambios desde *5 ó 6* a *4* suponen el retorno al hogar paterno tras la ruptura de la pareja. Supone la desaparición de un hogar tipo *C* y, como ya se ha visto, cambios de tamaño o modalidad en el hogar paterno.

El paso desde la *posición 7* a la *posición 1* normalmente refleja el hecho de una madre que se queda sola por la salida del único o último hijo con el que convivía. En este caso solo es segura la transformación de un hogar *D* en *A*.

El paso desde la *posición 7* a las *posición 3* supone que la mujer que vivía sola con sus hijos pasa a vivir en pareja, hay un cambio de la modalidad *D* a la *B*.

Siempre que se trate de la formación o la ruptura de una pareja el evento implica cambio de modalidad de hogar para los dos miembros de la pareja. Para poder valorar los efectos sobre la estructura de hogares habría que conocer la posición inicial y la nueva posición del otro miembro de la pareja. Por ejemplo en el paso de la *posición 1* a *5*, dependiendo de la posición de la otra persona que integra la pareja, los efectos sobre la estructura de hogares pueden ser diversos. Siempre supondrá la aparición de un nuevo hogar *C*, pero si la otra persona también vivía sola desaparecen dos hogares *A*. Si la otra persona estuviese en las *posiciones 5 ó 6* desaparece otro hogar tipo *C*. Si su *posición* fuese *2 ó 3*, el evento estaría produciendo una transformación de un hogar *B* en *D* o al tipo, no contemplado en la matriz, de "padre solo con hijos". Si la *posición* fuese la *4*, se produciría una transformación de *B* a *C* o, simplemente, una reducción del tamaño de un hogar *B*. En el caso de que la otra persona estuviese en la *posición 7* implicaría la desaparición de un hogar tipo *D*.

## **6.4 Principales fenómenos demográficos en la dinámica de hogares**

Como puede apreciarse en la matriz de la Figura 6.2 los fenómenos con mayor incidencia en la aparición, transformación y desaparición de hogares son la *emancipación* y todos los relativos a la formación y rupturas y reconstitución de parejas. Por último, aunque no quede reflejado en la matriz, la desaparición de hogares individuales de personas mayores tiene también una gran incidencia en la evolución del número de hogares.

### **6.4.1 Emancipación**

La *emancipación* es el fenómeno relativo a la salida de los jóvenes del hogar de sus padres para formar o pasar a integrar en hogares diferentes. Como tal fenómeno demográfico tiene una gran trascendencia social, fuertes vinculaciones con el mercado laboral y efectos sobre la demanda de vivienda. Pero ha sido poco analizado por falta de información estadística ya que la emancipación como *suceso* no deja ningún registro estadístico.

En los términos propios del análisis de hogares, la *emancipación* puede definirse como el cambio desde la *posición* de “hijo que vive con sus padres (ambos, madre sola o padre solo)” a cualquiera otra fuera del núcleo familiar al que pertenecía.

Podría decirse que el independizarse del hogar paterno es un acto de carácter *natural* y que como tal se produce en un período determinado del ciclo de vida personal que, sin embargo, no tiene unos límites concretos. Tradicionalmente ha estado asociado al comienzo de la edad adulta y estadísticamente registra una gran coincidencia con el matrimonio o la formación de una pareja.

El comienzo del período de la vida en el que suele producirse la emancipación podría hacerse coincidir con la mayoría de edad legal. Los 18 años de edad son una fecha excesivamente temprana para los usos sociales actuales pero tiene la ventaja de que es un hecho cierto, automático y universal.

Más complicado es establecer el límite superior, por cuanto que la fecha modal va evolucionando de acuerdo con circunstancias sociales, económicas y culturales muy diversas. La ampliación del período de estudios y el retraso de la incorporación a la actividad, la coyuntura del mercado de trabajo, la mayor o menor accesibilidad a una vivienda o las actitudes familiares definen las circunstancias más o menos

coyunturales que regulan el calendario de la emancipación. Aunque los casos de emancipaciones tardías proliferan, el análisis demográfico obligará a establecer un límite de edad al proceso, que siendo acorde con la naturaleza de la emancipación (fin de la dependencia de los padres), posibilite la utilización de algunas técnicas.

Como *suceso* demográfico, la emancipación es *eludible*, ya que hay individuos que no abandonan nunca el núcleo familiar creado por sus padres; es *reversible*, porque tras la salida un individuo puede regresar y reintegrarse en el hogar paterno en idéntica *posición* a la que abandonó; y habrá que concluir que su reversibilidad le garantiza la condición de evento *repetible*. Estos supuestos son poco frecuentes pero no por ello se puede dejar de considerarlos.

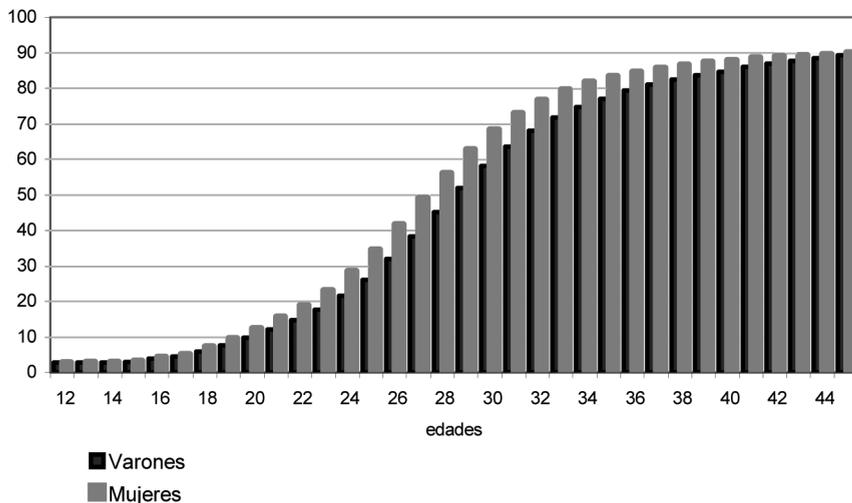
A diferencia de lo que suele ocurrir con los principales fenómenos demográficos, en este caso, la falta de información sobre la emancipación como *suceso* no permite, en principio, un análisis de la intensidad de los flujos. Será necesario partir de la emancipación como una *característica* del individuo, derivada de la forma de convivencia, e identificar la adquisición de esa característica, que obviamente supone un *cambio de posición*, como el *suceso emancipación*.

La *Tasa de Emancipación Acumulada* mide la proporción en el momento  $t$  de los individuos de edad  $x$  que no conviven con sus padres:

$$TEA_x^t = \frac{\text{Residentes}_x^t \text{ que no viven con sus padres}}{\text{Residentes}_x^t}$$

Al no ser posible, por falta de información estadística, hacer *análisis longitudinal*, la curva de las  $TEA_x$  puede servir como una primera aproximación al *calendario* de la emancipación (Figura 6.3), en el supuesto de que hubiera sido similar el comportamiento de las sucesivas *generaciones*.

**Figura 6.3. Curvas de las Tasas de Emancipación Acumulada por edades de la población residente en España. 2001**



Fuente: INE. Censo de 2001. Elaboración propia.

Si, como se ha indicado, conviene referir el análisis del fenómeno al *evento* por el que los hijos se independizan de sus padres para comenzar su trayectoria vital como adultos, habrá que limitar la observación a la franja de edades en las que es razonable que tal *suceso* ocurra. Las curvas correspondientes a las  $TEA_x$  de varones y mujeres entre los 12 y los 45 años de edad muestran un retraso del calendario de los varones, especialmente intenso entre los 27 y los 31 años, edades a las que la proporción de mujeres emancipadas es diez puntos mayor que la de los varones. Dadas las circunstancias socioculturales, la vinculación de la emancipación a la formación de parejas y la mayor edad de los varones en ese evento, podría pensarse que los tramos en los que queda más claramente marcado el desfase en el calendario de la emancipación, coinciden también con los de mayor intensidad del fenómeno.

Según el Censo de 2001, al cumplir 18 años de edad un 4,76 % de los residentes en vivienda familiar no conviven con sus padres. Obviamente, la mayor parte de estas *situaciones* estarán provocadas por causas diferentes a la emancipación, que también podrían estar presentes en otras edades.

La *Tasa de Emancipación Acumulada* como tal proporción es un indicador sin dimensión temporal, pero a partir de él pueden deducirse flujos e indicadores de intensidad. Para ello, además de suponer un mismo calendario de emancipación para las distintas generaciones consideradas, también es necesario interpretar que la diferencia entre *residentes que viven con sus padres* y *residentes que no viven con sus padres* es únicamente consecuencia de la *emancipación* de los primeros. Para procurar una mayor probabilidad de certeza a este último aserto, en las propuestas de análisis que se formulan a continuación, se limita la observación a los individuos entre 18 y 39 años cumplidos. Se entiende pues que los cambios de posición en la forma de convivencia que suponen dejar de vivir con los padres no son interpretables como emancipaciones si se producen antes o después de esas edades. Se excluyen también del análisis otras posibles interferencias de la mortalidad, de migraciones o por reversibilidad.

Partiendo de esas premisas es posible construir una *tabla de emancipación*. La primera operación consiste en imaginar una población de tamaño constante, en este caso 500.000 individuos, a la que se le aplican las *Tasas de Emancipación Acumulada* observadas para cada edad en la población española (Cuadro 6.4). Con ello se elimina el efecto de la estructura por edad.

Operando con dicha población imaginaria y las  $TEA_x$  observadas en el Censo de 2001, se estiman los *emancipados* ( $E_x$ ) y los *no emancipados* ( $NE_x$ ) de cada edad. De los emancipados obtenidos a cada edad se deducen por diferencia los *emancipados entre dos edades exactas*:

$$E_{x,x+1} = E_{x+1} - E_x$$

$E_{x,x+1}$  puede ser interpretado como el "flujo" de emancipados entre la edad  $x$  y la edad  $x+1$ , y permite obtener la *Tasa de Específica de Emancipación* ( $TEE_x$ ) correspondiente a cada edad. Se estaría relacionando un "flujo" con un stock, lo que llevaría a medir la intensidad del fenómeno emancipación durante los diferentes años de edad:

$$TEE_x = \frac{E_{x,x+1}}{(NE_x + NE_{x+1}) * 0,5}$$

La curva construida con los valores de la  $TEE_x$  ofrece ya una imagen más aproximada del calendario de la emancipación (Figura 6.4) entre los 18 y los 39 años de edad.

Más preciso a efectos comparativos puede ser el cálculo de la edad media a la que se emancipan los individuos entre esos límites de edad:

$$EME = \frac{\sum ((x+0,5) * E_{x,x+1})}{\sum E_{x,x+1}}$$

Con los valores del Cuadro 6.4,

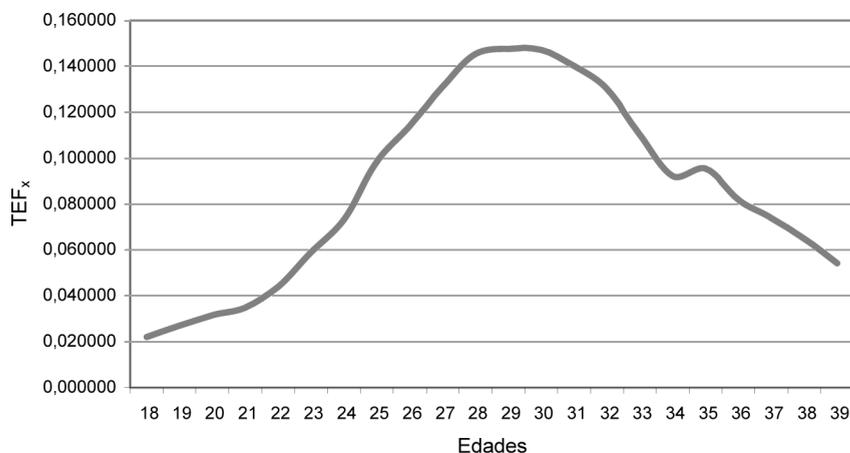
$$EME = \frac{((18+0,5) * 10.196) + ((19+0,5) * 12.167) + \dots + ((39+0,5) * 3.820)}{(10.196 + 12.167 + \dots + 3.820)} = 27,60$$

**Cuadro 6.4. Cálculo de la TEE<sub>x</sub> (\*)**

Edad	Residen- tes	Persona que no convive con su padre ni con su madre	Tasa de emanci- pación acumu- lada	No emanci- pados	Emanci- pados	Emanci- pados entre edades exactas	Tasa específica de eman- cipación
			$(TEA_x)$	$(NE_x)$	$(E_x)$	$(E_{x,x+j})$	$(TEE_x)$
0				500.000			
18	512.587	33.695	0,065735	467.132	32.868	10.196	0,022068
19	541.474	46.636	0,086128	456.936	43.064	12.167	0,026987
20	576.215	63.650	0,110462	444.769	55.231	13.812	0,031545
21	609.616	84.180	0,138087	430.957	69.043	14.749	0,034819
22	634.385	106.313	0,167584	416.208	83.792	17.886	0,043918
23	669.984	136.246	0,203357	398.321	101.679	22.834	0,059017
24	687.356	171.169	0,249025	375.487	124.513	26.541	0,073274
25	706.027	213.296	0,302107	348.946	151.054	32.735	0,098427
26	705.928	259.483	0,367577	316.211	183.789	34.111	0,114024
27	698.840	304.554	0,435799	282.100	217.900	34.746	0,131252
28	690.637	348.973	0,505291	247.354	252.646	33.522	0,145373
29	689.573	394.667	0,572335	213.832	286.168	29.404	0,147663
30	681.783	430.303	0,631144	184.428	315.572	25.292	0,147234
31	671.162	457.550	0,681728	159.136	340.864	20.838	0,140121
32	667.893	483.157	0,723405	138.298	361.702	16.881	0,129995
33	673.774	510.159	0,757166	121.417	378.583	12.680	0,110192
34	674.871	528.105	0,782527	108.736	391.264	9.594	0,092301
35	666.242	534.136	0,801715	99.143	400.857	9.028	0,095409
36	667.458	547.163	0,819771	90.114	409.886	7.098	0,081995
37	676.517	564.193	0,833967	83.016	416.984	5.904	0,073740
38	646.906	547.137	0,845775	77.112	422.888	4.843	0,064846
39	627.447	536.757	0,855462	72.269	427.731	3.822	0,054325

(\*) Los datos utilizados corresponden a *formas de convivencia de los hijos* (residentes de 18 a 39 años de ambos sexos), según el Censo de 2001.

**Figura 6.4. Curva de la Tasa Específica de Emancipación por edades (ambos sexos). Población de España 2001**



Fuente: INE. Censo de 2001. Elaboración propia.

A partir de las  $TEE_x$  se puede construir una Tabla de Emancipación para una *generación ficticia* de 100.000 *no emancipados*. Siguiendo un procedimiento similar al de la Tabla de Mortalidad (ver apartado 2.4) se trata de calcular el tiempo en que la *cohorte ficticia* permanece viviendo con sus padres después de haber cumplido los 18 años y antes de cumplir los 40. Como ya se ha señalado, en el supuesto que aquí se explica, se trata de medir los ritmos con que se van emancipando los individuos de la *cohorte* suponiendo que tienen los mismos patrones de emancipación ( $TEE_x$ ) que la población del Censo de 2001. Pero, a diferencia de lo que ocurre con la mortalidad, en la construcción de esta tabla, se entiende que la probabilidad de emanciparse durante el período es siempre inferior a 1.

La probabilidad de emancipación  $Q_x$  es la probabilidad de que un individuo de la cohorte se emancipe por primera vez a la edad cumplida  $x$ .

$$Q_x = \frac{2 * TEE_x}{2 + TEE_x}$$

La Probabilidad de seguir viviendo con los padres  $P_x$  es el valor complementario al de  $Q_x$ .

$$P_x = 1 - Q_x$$

Los No Emancipados de la Tabla ( $NET_x$ ) son el número de personas de la generación ficticia que llegan a la edad exacta  $x$  conviviendo con sus padres. El valor de  $NET_{18}$  es el establecido como raíz de la tabla, en este caso 100.000.

Los  $NET$  a una edad exacta  $x+1$  corresponden a los que vivían con sus padres a la edad  $x$  menos las emancipaciones que se producirían en el período  $x, x+1$  de acuerdo con el patrón de emancipación que se está analizando.

$$NET_{x+1} = NET_x - (NET_x * Q_x)$$

Los *Emancipados de la Tabla* entre edades exactas se obtienen por la diferencia entre las cifras de los  $NET$  en esas edades.

$$ET_x = NET_x - NET_{x+1}$$

La *Población Estacionaria de la Tabla* puede interpretarse como los años-persona vividos con los padres a cada edad. Se parte de considerar que las emancipaciones se distribuyen de forma lineal a lo largo del año de edad. Dicho en otros términos, el coeficiente de reparto de las emancipaciones es 0,5, que es tanto como suponer que cada emancipado vive con sus padres la mitad del año de su emancipación.

$$L_x = 0,5 * (NET_x + NET_{x+1}) \quad \text{ó} \quad L_x = NET_{x+1} + (ET_x * 0,5)$$

El Tiempo que queda por vivir con los padres ( $T_x$ ) es lo que le resta a cada generación antes de emanciparse.

$$T_x = \sum_{18}^{39} L_x$$

Es una función intermedia para calcular el tiempo que, como promedio, le queda por vivir a cada individuo al cumplir una edad exacta ( $e_x$ ).

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

**Cuadro 6.5. Tabla de emancipación (2001). Ambos sexos**

Edad exacta al inicio del intervalo de edad	Tasas Específicas de Emancipación	Probabilidades de Emancipación	Probabilidades de seguir viviendo con los padres	No emancipados a edad exacta	Emancipaciones de la tabla	Población estacionaria de la tabla	Tiempo por vivir con los padres	Estimación del tiempo que resta de vivir con los padres exactas	Edad estimada de emancipación para los individuos de las diferentes edades
	$TEE_x$	$Q_x$	$P_x$	$NET_x$	$ET_x$	$L_x$	$T_x$	$e_x$	$x+e_x$
18	0,022068	0,021828	0,978172	100.000	2.183	98.909	1.141.557	11,42	29,42
19	0,026987	0,026628	0,973372	97.817	2.605	96.515	1.042.648	10,66	29,66
20	0,031545	0,031055	0,968945	95.213	2.957	93.734	946.133	9,94	29,94
21	0,034819	0,034223	0,965777	92.256	3.157	90.677	852.399	9,24	30,24
22	0,043918	0,042975	0,957025	89.098	3.829	87.184	761.722	8,55	30,55
23	0,059017	0,057326	0,942674	85.269	4.888	82.825	674.538	7,91	30,91
24	0,073274	0,070684	0,929316	80.381	5.682	77.541	591.713	7,36	31,36
25	0,098427	0,093811	0,906189	74.700	7.008	71.196	514.172	6,88	31,88
26	0,114024	0,107874	0,892126	67.692	7.302	64.041	442.976	6,54	32,54
27	0,131252	0,123169	0,876831	60.390	7.438	56.671	378.935	6,27	33,27
28	0,145373	0,135522	0,864478	52.952	7.176	49.364	322.265	6,09	34,09
29	0,147663	0,137510	0,862490	45.776	6.295	42.628	272.901	5,96	34,96
30	0,147234	0,137139	0,862861	39.481	5.414	36.774	230.273	5,83	35,83
31	0,140121	0,130947	0,869053	34.067	4.461	31.836	193.499	5,68	36,68
32	0,129995	0,122061	0,877939	29.606	3.614	27.799	161.663	5,46	37,46
33	0,110192	0,104438	0,895562	25.992	2.715	24.635	133.864	5,15	38,15
34	0,092301	0,088229	0,911771	23.277	2.054	22.251	109.230	4,69	38,69
35	0,095409	0,091064	0,908936	21.224	1.933	20.257	86.979	4,10	39,10
36	0,081995	0,078765	0,921235	19.291	1.519	18.531	66.722	3,46	39,46
37	0,073740	0,071118	0,928882	17.771	1.264	17.140	48.190	2,71	39,71
38	0,064846	0,062809	0,937191	16.508	1.037	15.989	31.051	1,88	39,88
39	0,054325	0,052888	0,947112	15.471	818	15.062	15.062	0,97	39,97
40				14.653					

### 6.4.2 Nupcialidad

La nupcialidad es el fenómeno demográfico relativo a la formalización y disolución de matrimonios. Tradicionalmente ha sido tratada como uno más de los movimientos naturales de la población y su estudio se ha vinculado al de la fecundidad por ser considerada como un paso previo. Sin embargo, cada vez son mayores las proporciones de mujeres que tienen hijos sin haber vivido previamente el suceso de la nupcialidad.

En relación con la dinámica de hogares, también puede decirse que la nupcialidad es el factor de mayor incidencia, pero la progresiva presencia de uniones consensuadas, sin reflejo en ningún registro estadístico, le va restando valor al significado del fenómeno como generador de nuevos hogares.

Junto a los sucesos como matrimonio, separación o divorcio, con reflejo jurídico y estadístico, cada vez son más relevantes otros eventos no registrados como la formación y disolución de parejas de hecho.

Todos estos sucesos son eludibles, reversibles y repetibles y afectan simultáneamente a dos personas. Lo que plantea la conveniencia de efectuar el análisis demográfico desde la perspectiva de cada una de ellas, máxime cuando, como tradicionalmente ocurre, los miembros de la pareja son de distinto sexo.

La *Tasa Bruta de Nupcialidad (TBN)* mide el número de matrimonios ( $M$ ) por cada mil habitantes a lo largo de un año natural ( $t$ ).

$$TBN^t = \frac{M^{t,t+1}}{(P^t + P^{t+1}) * 0,5} * 1.000$$

La *Tasa General de Nupcialidad (TGN)* reduce los posibles efectos de la estructura por edades y, sobre todo, se hace conceptualmente más precisa, al especificar el denominador con la idea de excluir de la relación a aquellos que, al no estar en edad de casarse, no pueden alimentar el flujo. La edad de la población excluida puede fijarse por criterios legales o por cualquier otro que resulte operativo y razonable. Tal es el caso cuando se limita el denominador a los mayores de 15 años, por ejemplo:

$$TGN^t = \frac{M^{t,t+1}}{(P_{15+}^t + P_{15+}^{t+1}) * 0,5} * 1.000$$

Las *Tasas Específicas de Nupcialidad por edad (TEN<sub>x</sub>)* o por edad y sexo (*TEN<sub>s,x</sub>*) permiten una medida mucho más precisa de la intensidad del fenómeno y el estudio de su *calendario*.

$$TEN_x^t = \frac{M_x^{t,t+1}}{(P_x^t + P_x^{t+1}) * 0,5} * 1.000$$

Para eludir el carácter de *suceso repetible*, deben calcularse las Tasas Específicas de Nupcialidad de Solteros ( $TENS_{s,x,solt}^t$ ) o, lo que es lo mismo, referidas al primer matrimonio.

$$TENS_{s,x,solt}^t = \frac{M_{s,x,solt}^{t,t+1}}{(P_{s,x,solt}^t + P_{s,x,solt}^{t+1}) * 0,5}$$

También es interesante el cálculo de las *Edades Medias al Matrimonio (EMM)* diferenciando por sexo y, si es posible, para los distintos rangos. Para los matrimonios de primer rango o primeros matrimonios se calcularía:

$$EMM_{s,solt}^t = \frac{\sum_{x=15}^{59} ((x + 0,5) * M_{s,x,solt}^t)}{\sum_{x=15}^{59} M_{s,x,solt}^t}$$

Los datos de primeros matrimonios suelen tratarse agrupados para las edades 60 y más años de edad por su escasa relevancia estadística. Por ello parece oportuno calcular la Edad Media del Primer Matrimonio para las uniones de personas de 15 a 59 años cumplidos.

### 6.4.3 Extinción de hogares

El grupo de los hogares individuales de personas mayores es uno de los que más crece como consecuencia del aumento de la esperanza de vida. Además del envejecimiento de la pirámide por la cúspide, hay que considerar el efecto de la mejor salud y de la mayor capacidad para seguir viviendo de modo independiente. En todo caso, la extinción del hogar ha de llegar a ocurrir por alguna de las siguientes causas:

- Pasar a vivir en una residencia o establecimiento colectivo.
- Reintegrarse en el hogar de algún hijo u otro familiar.
- Fallecimiento del miembro de la pareja superviviente, generalmente la mujer.

Los dos primeros sucesos no dejan huella administrativa y la estadística de Movimientos Naturales de la Población no ofrece información sobre la situación de convivencia del fallecido por lo que no se puede disponer de flujos de defunciones

de los que viven solos. Queda la posibilidad de estimar el número de hogares unipersonales de hombres y de mujeres extinguidos ( $HUE$ ) en cada edad aplicando las correspondientes *Tasas Específicas de Mortalidad* ( $m_x$ ) del conjunto de la población.

$$HUE_x^{t,t+1} = ((HU_x^t + HU_x^{t+1}) / 2) * m_x$$

No hay que olvidar en todo caso que, como ya se ha dicho, la mortalidad no es la única causa posible extinción de hogares unipersonales y también podría ser el desencadenante de la desaparición de otros hogares no unipersonales.

## 6.5 El ciclo de vida del hogar

Mediante esquemas simplificados se pueden deslindar las sucesivas situaciones de convivencia y algunos de sus aspectos más relevantes. En la Figura 6.5 se representa el ciclo de vida de un hogar a través de una mujer que a los 28 años sale del hogar de sus padres para formar una pareja. Tiene un primer hijo a los 29,5 años y el segundo 3,5 años después. Su primer hijo se emancipa cuando ella tienen 57,5 años y 4,5 años después el segundo. Vive a continuación un período de *pareja sin hijos* hasta que a sus 75 años fallece su pareja, cuando ella tiene aun una esperanza de vida de 10 años, que vive como hogar unipersonal de una mujer sola. La duración total del ciclo del hogar en el ejemplo es de 57 años.

**Figura 6.5. Simulación de un ejemplo de ciclo de vida del hogar**

edad en el evento	duración de la fase	Posición	Evento	Tipo de hogar		Fase del ciclo	Número de miembros	
0,0	28,0	Hija que vive con sus padres	Nacimiento	Pareja con hijos. (Hogar de los padres)	Núcleo familiar			
28,0	1,5	Mujer que vive en pareja sin hijos	Emancipación	Pareja sin hijos		<i>Formación del hogar</i>	2	
29,5	3,5	Mujer que vive en pareja con hijos	Nacimiento de su primer hijo	Pareja con hijos.	Núcleo familiar	<i>Fase expansiva</i>	3	
33,0			Nacimiento de su segundo hijo				4	
	28,0						<i>Fase estable</i>	
57,5	4,5		Salida del primer hijo				<i>Fase de contracción</i>	3
62,0			Salida del segundo y último hijo					2
	13,0		Mujer que vive en pareja sin hijos				Pareja sin hijos	
75,0	10,0	Mujer que vive sola	Fallecimiento de su pareja	Unipersonal		<i>Viudez</i>	1	
85,0			Fallecimiento			<i>Extinción</i>		

En el esquema se reflejan también los cambios de *posición*, el tipo de hogar a que da lugar cada cambio de fase y el tamaño. Los cambios en la edad de emancipación, en las edades a las que tiene a los hijos y el número de hijos, junto con las fechas de fallecimiento de los miembros de la pareja son los hitos que delimitan las sucesivas fases.

Las rupturas en la pareja es el suceso que con mayor frecuencia puede truncar este modelo de ciclo. La posibilidad de rupturas y reconstituciones de hogares permite imaginar un número casi ilimitado de modelos diferentes.

## Ejercicios del Capítulo 6<sup>1</sup>

### Ejercicio 6.1.

En el cuestionario de hogar de la hoja censal de un determinado hogar aparece la siguiente información:

<p><b>Persona 1</b></p> <p>JUAN</p> <p>Fecha de nacimiento  <input type="text" value="5"/> <input type="text" value="8"/> <input type="text" value="1"/> <input type="text" value="3"/>  <small>día mes año</small></p>	<input type="checkbox"/> soltero/a <input type="checkbox"/> Casado/a <input checked="" type="checkbox"/> Viudo/a <input type="checkbox"/> Separado/a <input type="checkbox"/> Divorciada/a	<input checked="" type="checkbox"/> Persona 1
<p><b>Persona 2</b></p> <p>LUIISA</p> <p>Fecha de nacimiento  <input type="text" value="2"/> <input type="text" value="1"/> <input type="text" value="1"/> <input type="text" value="5"/> <input type="text" value="3"/>  <small>día mes año</small></p>	<input type="checkbox"/> soltero/a <input checked="" type="checkbox"/> Casado/a <input type="checkbox"/> Viudo/a <input type="checkbox"/> Separado/a <input type="checkbox"/> Divorciada/a	<input type="checkbox"/> Cónyuge o pareja <input type="checkbox"/> Hijo/a yerno nuera <input type="checkbox"/> Hermano/a, cuñado/a <input type="checkbox"/> Padre/madre, Suegro/a <input type="checkbox"/> Otro pariente <input checked="" type="checkbox"/> No emparentado
<p><b>Persona 3</b></p> <p>JOSÉ</p> <p>Fecha de nacimiento  <input type="text" value="2"/> <input type="text" value="3"/> <input type="text" value="0"/> <input type="text" value="5"/> <input type="text" value="5"/> <input type="text" value="1"/>  <small>día mes año</small></p>	<input type="checkbox"/> soltero/a <input checked="" type="checkbox"/> Casado/a <input type="checkbox"/> Viudo/a <input type="checkbox"/> Separado/a <input type="checkbox"/> Divorciada/a	<input type="checkbox"/> Cónyuge o pareja <input type="checkbox"/> Hijo/a yerno nuera <input type="checkbox"/> Hermano/a, cuñado/a <input type="checkbox"/> Padre/madre, Suegro/a <input type="checkbox"/> Otro pariente <input checked="" type="checkbox"/> No emparentado

**6.1.1** Determinar de qué tipo de hogar se trata.

**6.1.2** ¿Cambiaría la modalidad de hogar en el caso de que la *persona 2* estuviese emparentada con la *persona 1*?

<sup>1</sup> A lo largo de todo el libro, en los ejemplos resueltos y, de forma muy especial en los ejercicios, los cálculos se han efectuado mediante una hoja de cálculo, manejando un número amplio de decimales. En el texto, al presentar los cálculos efectuados, generalmente sólo se indican dos decimales aunque en realidad se ha utilizado un número mayor. A ello se deben las pequeñas diferencias en algunos de los resultados obtenidos.

**6.1.3** ¿Qué tipo de hogar tendríamos en el caso de que la *persona 3* fuese hijo de la *persona 1*?

**6.1.4** ¿Qué cambiaría en el caso de que con la misma situación anterior el hijo se hubiese inscrito como *persona 1*?

### Respuestas al Ejercicio 6.1

**6.1.1** Sabemos que la *persona 1* o *persona principal* es un varón de 87 años que convive con dos adultos, una mujer y un varón que no tienen con él lazos de parentesco. Bien podría tratarse de un *hogar no familiar*, formado por varias personas no emparentadas (Tipo A.2 de la clasificación de la Figura 6.1).

**6.1.2** En el caso de que la *persona 2* fuese *otro pariente* de la *persona 1* estaríamos ante un *hogar familiar sin núcleo con otras personas no emparentadas* (Tipo B.1.1.2 de la clasificación de la Figura 6.1).

**6.1.3** Si la *persona 3* fuese hijo de la *persona 1* estaríamos en un *hogar familiar con un solo núcleo formado por padre solo con hijo más otro* (Tipo B.1.2.2.3 de la clasificación de la Figura 6.1).

**6.1.4** En ese caso *estaríamos ante un hogar familiar sin núcleo* formado por emparentados y no emparentados (nuevamente Tipo B.1.1.2). El núcleo lo forman una pareja o los padres y sus hijos. No los hijos con sus padres, como en este caso.

### Ejercicio 6.2

Describir los cambios que se producen en la estructura por hogares por los siguientes eventos:

**6.2.1** Un varón sale del hogar paterno para vivir en pareja con una mujer que vivía sola con sus hijos.

**6.2.2** Una mujer sale del hogar paterno para vivir sola.

**6.2.3** Nacimiento de un hijo de una mujer que vive en pareja sin hijos.

**6.2.4** Fallecimiento de un varón que vivía con su pareja sin hijos.

### Respuestas al Ejercicio 6.2

**6.2.1** La salida del hogar paterno o *emancipación* no supone desaparición de ningún hogar, reduce el tamaño del hogar de los padres y, si fuese el único o el último

hijo en salir del hogar, produciría la desaparición de un hogar formado por una pareja y sus hijos y la aparición de un hogar formado por una pareja sin hijos.

Al integrarse en el otro hogar (mediante el enlace de un varón soltero –primer matrimonio– con una mujer, que podría ser soltera, separada, divorciada o viuda) desaparece un hogar de *madre sola con hijos* y aparece un nuevo hogar del tipo *pareja con hijos*.

**6.2.2** En el hogar paterno tendría los mismos efectos que en el caso anterior, pero en este caso se crearía un nuevo hogar unipersonal lo que implica reducción del *Tamaño Medio del Hogar (TMH)* en el conjunto de la población.

**6.2.3** Se produce la desaparición de un hogar de *pareja sin hijos* y la aparición de un hogar de *pareja con hijos*. El evento incide en el aumento del *TMH*.

**6.2.4** Desaparece un hogar de pareja sin hijos y aparece otro unipersonal. Incide en la reducción del *TMH*.

### Ejercicio 6.3

Enumerar cinco eventos posibles que supongan la desaparición de un hogar unipersonal de mayor de 65 años y su incidencia en el número de hogares y el tamaño medio del hogar.

### Respuesta al Ejercicio 6.3

- La persona que vivía sola pasa a vivir en pareja. Desaparece un hogar unipersonal y aumenta el *TMH*.
- Defunción. Desaparece un hogar unipersonal y hace aumentar el *TMH*.
- Incorporación al hogar de algún hijo. Desaparece un *hogar unipersonal* y hace aumentar el *TMH*.
- Incorpora a su hogar a otra persona, pariente o no. Desaparece un *hogar unipersonal* e incide en el aumento del *TMH*.
- Va a vivir a un establecimiento colectivo. Desaparece un *hogar unipersonal*, incide en el aumento del *TMH* y hace que disminuya la población residente en *vivienda familiar*.

### Ejercicio 6.4

Enumerar cinco eventos que supongan el aumento del número de hogares.

### Respuesta al Ejercicio 6.4

Se produce aumento del número de hogares cuando el evento no produce a la vez la desaparición de otro hogar:

- Emancipación para formar un hogar unipersonal. El hogar de los padres continúa existiendo.
- Emancipación para formar pareja con otro recién emancipado. Siguen existiendo los hogares paternos respectivos.
- Ruptura de una pareja cuando al menos uno de los miembros pasa a vivir solo. El hogar anterior sólo cambia de modalidad.
- Persona que viviendo en un hogar de varias personas, emparentadas o no, pasa a vivir sola. Se supone que el hogar anterior sigue existiendo.
- Persona que residiendo en un *establecimiento colectivo* pasa a vivir sola.

### Ejercicio 6.5

Con los datos del Cuadro 6.6, calcular las *Tasas de Emancipación Acumulada por edad y sexo* ( $TEA_{sx}$ ) y el retraso con que se produce la emancipación de los varones con respecto a la de las mujeres de la población española entre los 18 y 40 años de edad.

### Respuesta al Ejercicio 6.5

En el Cuadro 6.7 aparecen las  $TEA_{sx}$  del año 2001 o proporciones de emancipados a cada edad. Por ejemplo, para las mujeres de 18 años cumplidos la  $TEA$  se obtiene:

$$TEA_{m18} = \frac{18.314}{250.031} = 0,073247$$

La aplicación a todos los grupos de edad permite después obtener un índice de feminidad de la emancipación cuya curva (Figura 6.6) pone de manifiesto que el fenómeno se ha producido a edades más tempranas entre las mujeres que entre los hombres. En lógica correspondencia con la menor edad de la mujer en la formación de parejas. A partir de los 26 años, la proporción de los varones emancipados crece más deprisa, lo que en principio parece señalar una intensificación temporal

y retrasada del fenómeno. Al final del período contemplado lo que se observa es una clara tendencia a la igualdad de los valores de las  $TEA_{sx}$ .

Para obtener datos más concretos del retraso de la emancipación de los varones es conveniente recurrir al cálculo de las edades medias de emancipación ( $EME_s$ ). Para ello, como se ha explicado en la construcción del Cuadro 6.4, a partir de los emancipados ( $E_x$ ) se estiman los emancipados entre dos edades exactas ( $E_{x,x+1}$ ). En el Cuadro 6.8, buscando evitar el efecto de la estructura por edad, se aplican las  $TEA_{sx}$  anteriormente calculadas, a una generación ficticia cuya raíz de 250.000 residentes sólo se va a ver afectada por la emancipación.

Las mujeres emancipadas con 18 años de edad serían:

$$E_{m18} = TEA_{m18} * NE_0$$

$$E_{m18} = 0,073247 * 250.000 = 18.312$$

$$NE_{18} = NE_0 - E_{m18}$$

$$NE_{18} = 250.000 - 18.312 = 231.688$$

$$E_{m18, m19} = E_{m19} - E_{m18} = 24.166 - 18.312 = 5.854$$

$$E_{m39, m40} = E_{m40} - E_{m39} = 219.750 - 218.532 = 1.258$$

Una vez calculados los datos de  $E_{sx,sx+1}$  se podría obtener la edad media de los emancipados, dando por supuesto que las emancipaciones se reparten linealmente a lo largo del año de edad:

$$EME_m = \frac{(18,5 * 5.854) + (19,5 * 6.840) + \dots + (39,5 * 1.218)}{(5.854 + 6.840 + \dots + 1.218)} = 27,01$$

$$EME_v = \frac{(18,5 * 4.370) + (19,5 * 5.386) + \dots + (39,5 * 2.571)}{(4.370 + 5.386 + \dots + 2.571)} = 28,17$$

En el ejemplo que se maneja, aceptado que la emancipación se produce entre los 18 y los 40 años de edad exacta, la edad media a que se emancipan los varones es 1,16 años mayor que la de las mujeres.

### Cuadro 6.6. Forma de convivencia de los hijos

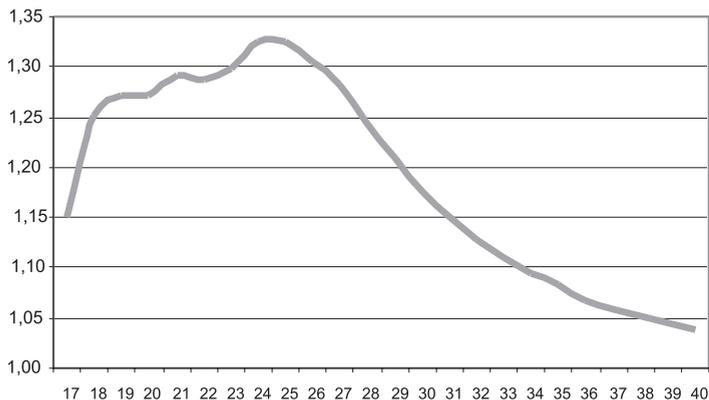
Edad	Varones		Mujeres	
	Residentes	Personas que no conviven con sus padres	Residentes	Personas que no conviven con sus padres
TOTAL	19.918.896	11.913.903	20.676.965	13.441.563
18	262.556	15.381	250.031	18.314
19	276.908	21.062	264.566	25.574
20	295.801	28.872	280.414	34.778
21	310.887	37.579	298.729	46.601
22	324.211	47.665	310.174	58.648
23	342.778	60.841	327.206	75.405
24	351.803	75.576	335.553	95.593
25	360.593	93.935	345.434	119.361
26	361.086	115.470	344.842	144.013
27	356.046	136.246	342.794	168.308
28	352.628	159.182	338.009	189.791
29	351.744	182.627	337.829	212.040
30	347.243	201.770	334.540	228.533
31	342.163	217.272	328.999	240.278
32	338.874	230.594	329.019	252.563
33	341.375	245.129	332.399	265.030
34	340.861	254.715	334.010	273.390
35	336.163	258.920	330.079	275.216
36	335.618	266.172	331.840	280.991
37	339.610	275.183	336.907	289.010
38	325.210	268.242	321.696	278.895
39	314.474	263.178	312.973	273.579
40	306.058	259.282	306.921	269.784

Fuente: INE. Censo de 2001.

### Cuadro 6.7. Tasas de Emancipación Acumulada ( $TEA_{sx}$ )

Edad	Varones	Mujeres	Relación de feminidad de la emancipación
18	0,058582	0,073247	1,250336
19	0,076061	0,096664	1,270868
20	0,097606	0,124024	1,270655
21	0,120877	0,155998	1,290551
22	0,147018	0,189081	1,286104
23	0,177494	0,230451	1,298361
24	0,214825	0,284882	1,326113
25	0,260501	0,345539	1,326439
26	0,319785	0,417620	1,305939
27	0,382664	0,490989	1,283080
28	0,451416	0,561497	1,243856
29	0,519204	0,627655	1,208878
30	0,581063	0,683126	1,175649
31	0,634996	0,730330	1,150135
32	0,680471	0,767624	1,128078
33	0,718064	0,797325	1,110382
34	0,747269	0,818508	1,095332
35	0,770222	0,833788	1,082530
36	0,793080	0,846767	1,067693
37	0,810291	0,857833	1,058673
38	0,824827	0,866952	1,051071
39	0,836883	0,874130	1,044506
40	0,847166	0,879001	1,037578

**Figura 6.6. Relación de feminidad de la emancipación**



**Cuadro 6.8. Cálculo de los emancipados entre dos edades exactas y de las TEE<sub>sx</sub>**

Edad	Varones				Mujeres			
	No emancipados	Emancipados	Emancipados entre edades exactas	Tasa de emancipación por edad	No emancipados	Emancipados	Emancipados entre edades exactas	Tasa de emancipación por edad
0	250.000				250.000			
	$(NE_x)$	$(E_x)$	$(E_{x,x+1})$	$(TE_x)$	$(NE_x)$	$(E_x)$	$(E_{x,x+1})$	$(TE_x)$
18	235.355	14.645	4.370	0,018741	231.688	18.312	5.854	0,025591
19	230.985	19.015	5.386	0,023594	225.834	24.166	6.840	0,030753
20	225.598	24.402	5.818	0,026124	218.994	31.006	7.993	0,037179
21	219.781	30.219	6.535	0,030185	211.001	38.999	8.271	0,039982
22	213.245	36.755	7.619	0,036378	202.730	47.270	10.343	0,052352
23	205.627	44.373	9.333	0,046441	192.387	57.613	13.608	0,073324
24	196.294	53.706	11.419	0,059917	178.780	71.220	15.164	0,088578
25	184.875	65.125	14.821	0,083515	163.615	86.385	18.020	0,116557
26	170.054	79.946	15.720	0,096919	145.595	104.405	18.342	0,134450
27	154.334	95.666	17.188	0,117936	127.253	122.747	17.627	0,148828
28	137.146	112.854	16.947	0,131707	109.626	140.374	16.539	0,163182
29	120.199	129.801	15.465	0,137504	93.086	156.914	13.868	0,160968
30	104.734	145.266	13.483	0,137594	79.218	170.782	11.801	0,160958
31	91.251	158.749	11.369	0,132866	67.417	182.583	9.323	0,148568
32	79.882	170.118	9.398	0,125003	58.094	191.906	7.425	0,136538
33	70.484	179.516	7.301	0,109248	50.669	199.331	5.296	0,110283
34	63.183	186.817	5.738	0,095137	45.373	204.627	3.820	0,087890
35	57.445	192.555	5.715	0,104689	41.553	208.447	3.245	0,081255
36	51.730	198.270	4.303	0,086786	38.308	211.692	2.767	0,074927
37	47.427	202.573	3.634	0,079674	35.542	214.458	2.280	0,066267
38	43.793	206.207	3.014	0,071277	33.262	216.738	1.794	0,055444
39	40.779	209.221	2.571	0,065093	31.468	218.532	1.218	0,039468
40	38.208	211.792			30.250	219.750		

**Ejercicio 6.6**

A partir del Cuadro 6.8, elaborar las Tablas de Emancipación de varones y mujeres de la población española en 2001. Estimar los años que le restan de vivir con sus padres a los varones y mujeres de la tabla al cumplir los 26 años.

## Respuesta al Ejercicio 6.6

Con las fórmulas indicadas a lo largo del capítulo para las diferentes funciones, utilizando una hoja de cálculo, se obtienen  $TEE_x$ ,  $Q_x$ ,  $P_x$ ,  $NET_x$ ,  $ET_x$ ,  $L_x$ ,  $T_x$  y  $e_x$ , tal como se indica a continuación. Los valores de todas las edades aparecen recogidos en los Cuadros 6.8, 6.9 y 6.10.

En primer lugar, con los datos del Cuadro 6.8 se obtienen, las  $TEE_{sx}$ . Para las mujeres de 18 años el valor de la tasa sería:

$$TEE_{m18} = \frac{E_{m18,m19}}{(E_{m18} + E_{m19})/2}$$

$$TEE_{m18} = \frac{5.854}{(18.312 + 24.166) * 0,5} = 0,025591$$

A partir de los valores de las  $TEE_x$ , calculamos las diferentes funciones de la tabla a la que adscribimos una generación ficticia de 100.000 personas.

Por ejemplo, para las mujeres de 18 años se obtendrían:

### Probabilidad de emanciparse

$$Q_{m18} = \frac{2 * TEE_{m18}}{2 + TEE_{m18}} = \frac{2 * 0,025591}{2 + 0,025591} = 0,025268$$

Para adaptarse lo más posible a la realidad, y dado que no todo el mundo deja de vivir con sus padres entre las edades observadas, como ya se vio, ninguno de los valores de la  $Q_x$  llega a ser igual a 1.

### Probabilidad de seguir en casa de sus padres

$$P_{m18} = 1 - Q_{m18} = 1 - 0,025268 = 0,974732$$

### No emancipados a edades exactas de la Tabla

$$NET_{x+1} = NET_x - (NET_x * Q_x)$$

$$NET_{m18} = 100.000$$

$$NET_{m19} = 100.000 - (100.000 * 0,025268) = 97.473$$

Al cumplir 40 años de edad, final de la tabla, no se ha emancipado la generación en su totalidad, pero, tal como se ha establecido aquí conceptualmente, las salidas a partir de esa edad ya no podrían valorarse como emancipaciones propiamente dichas.

$$NET_{m40} = 13.582 - (13.582 * 0,039468) = 13.056$$

### Emancipados de la Tabla

$$ET_{m18} = NET_{m18} - NET_{m19} = 100.000 - 97.473 = 2.527$$

$$ET_{m39} = NET_{m39} - NET_{m40} = 13.582 - 13.056 = 526$$

Los *años-persona vividos* con los padres a cada edad es, por definición del modelo establecido, 0,5, puesto que como ya se ha repetido se supone que las emancipaciones se producen de forma lineal a lo largo del año.

La *Población Estacionaria de la Tabla* equivale a los años vividos con los padres por el conjunto de los que integran la generación ficticia en cada edad. Para las mujeres de 18 años:

$$L_{m18} = NET_{m19} + (ET_{m18} * 0,5) = 97.473 + (2.527 * 0,5) = 98.737$$

$$L_{m39} = NET_{m40} + (ET_{m39} * 0,5) = 13.056 + (526 * 0,5) = 13.319$$

El tiempo medio que queda por vivir con los padres para el conjunto de la generación ficticia es una función necesaria para calcular el tiempo medio que queda por vivir a edades exactas. Por ejemplo:

$$T_{39} = 13.319$$

$$T_{38} = 13.319 + 13.969 = 27.288$$

$$T_{18} = 972.001 + 98.737 = 1.070.737$$

Por último, el tiempo que, como promedio, le queda a cada individuo de la generación antes de emanciparse es:

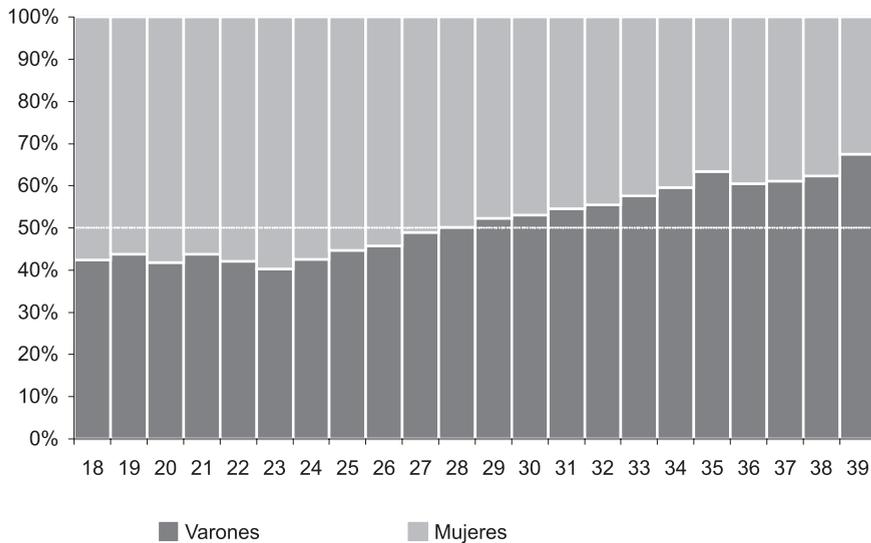
$$e_{18} = \frac{1.070.737}{100.000} = 10,71$$

$$E_{39} = \frac{13.319}{13.582} = 0,98$$

Tras la construcción de las Tablas de Emancipación de varones (Cuadro 6.9) y de mujeres (Cuadro 6.10) se puede constatar que el tiempo medio que les resta hasta la emancipación al cumplir los 26 años son 6,86 años para los varones y 6,17 años para las mujeres.

La Figura 6.7 permite apreciar el desfase temporal entre las emancipaciones de las mujeres y de los varones.

**Figura 6.7. Distribución de las emancipaciones de varones y mujeres de la Tabla por edades**



**Cuadro 6.9. Tabla de Emancipación de varones**

Edad exacta al inicio del intervalo de edad	Probabilidades de emancipación	Probabilidades de seguir conviviendo con los padres	No emancipados a edad exacta	Emancipaciones de la tabla	Población estacionaria de la tabla	Tiempo por vivir con los padres	Estimación del tiempo que resta de vivir con los padres a edades exactas
	$Q_x$	$P_x$	$NET_x$	$ET_x$	$L_x$	$T_x$	$e_x$
18	0,018567	0,981433	100.000	1.857	99.072	1.209.081	12,09
19	0,023318	0,976682	98.143	2.289	96.999	1.110.009	11,31
20	0,025788	0,974212	95.855	2.472	94.619	1.013.010	10,57
21	0,029736	0,970264	93.383	2.777	91.994	918.391	9,83
22	0,035728	0,964272	90.606	3.237	88.987	826.397	9,12
23	0,045387	0,954613	87.369	3.965	85.386	737.410	8,44
24	0,058174	0,941826	83.403	4.852	80.977	652.023	7,82
25	0,080168	0,919832	78.552	6.297	75.403	571.046	7,27
26	0,092440	0,907560	72.254	6.679	68.915	495.643	6,86
27	0,111369	0,888631	65.575	7.303	61.924	426.728	6,51
28	0,123569	0,876431	58.272	7.201	54.672	364.805	6,26
29	0,128659	0,871341	51.071	6.571	47.786	310.133	6,07
30	0,128737	0,871263	44.501	5.729	41.636	262.347	5,90
31	0,124589	0,875411	38.772	4.831	36.356	220.711	5,69
32	0,117650	0,882350	33.941	3.993	31.945	184.354	5,43
33	0,103590	0,896410	29.948	3.102	28.397	152.410	5,09
34	0,090817	0,909183	26.846	2.438	25.627	124.013	4,62
35	0,099481	0,900519	24.408	2.428	23.194	98.386	4,03
36	0,083177	0,916823	21.980	1.828	21.065	75.192	3,42
37	0,076622	0,923378	20.151	1.544	19.379	54.127	2,69
38	0,068824	0,931176	18.607	1.281	17.967	34.748	1,87
39	0,063041	0,936959	17.327	1.092	16.781	16.781	0,97
40			16.234				

**Cuadro 6.10. Tabla de Emancipación de mujeres**

Edad exacta al inicio del intervalo de edad	Probabilidades de emancipación	Probabilidades de seguir conviviendo con los padres	No emancipados a edad exacta	Emancipaciones de la tabla	Población estacionaria de la tabla	Tiempo por vivir con los padres	Estimación del tiempo que resta de vivir con los padres a edades exactas
	$Q_x$	$P_x$	$NET_x$	$ET_x$	$L_x$	$T_x$	$e_x$
18	0,025268	0,974732	100.000	2.527	98.737	1.070.737	10,71
19	0,030288	0,969712	97.473	2.952	95.997	972.001	9,97
20	0,036501	0,963499	94.521	3.450	92.796	876.004	9,27
21	0,039198	0,960802	91.071	3.570	89.286	783.208	8,60
22	0,051016	0,948984	87.501	4.464	85.269	693.922	7,93
23	0,070731	0,929269	83.037	5.873	80.100	608.653	7,33
24	0,084821	0,915179	77.164	6.545	73.891	528.552	6,85
25	0,110138	0,889862	70.619	7.778	66.730	454.661	6,44
26	0,125981	0,874019	62.841	7.917	58.883	387.931	6,17
27	0,138520	0,861480	54.924	7.608	51.120	329.049	5,99
28	0,150872	0,849128	47.316	7.139	43.747	277.929	5,87
29	0,148978	0,851022	40.177	5.986	37.185	234.182	5,83
30	0,148969	0,851031	34.192	5.094	31.645	196.997	5,76
31	0,138295	0,861705	29.098	4.024	27.086	165.352	5,68
32	0,127813	0,872187	25.074	3.205	23.472	138.266	5,51
33	0,104520	0,895480	21.869	2.286	20.726	114.794	5,25
34	0,084190	0,915810	19.584	1.649	18.759	94.068	4,80
35	0,078083	0,921917	17.935	1.400	17.235	75.308	4,20
36	0,072221	0,927779	16.534	1.194	15.937	58.074	3,51
37	0,064142	0,935858	15.340	984	14.848	42.136	2,75
38	0,053948	0,946052	14.356	774	13.969	27.288	1,90
39	0,038704	0,961296	13.582	526	13.319	13.319	0,98
40			13.056				

**Ejercicio 6.7**

Con los datos del Cuadro 6.11, calcular: la  $TBN$ ,  $TGN$ ,  $TEN_{sx}$  y la *edad media* al primer matrimonio para mujeres y varones.

### Cuadro 6.11. Datos sobre nupcialidad de la población española 2004

(Continúa)

Edad	Poblaciones proyectadas a 1.07.2004			Matrimonios		Matrimonios de solteros	
	Total	Varones	Mujeres	Varones	Mujeres	Varones	Mujeres
Total	42.640.220	20.953.819	21.686.401	216.149	216.149	196.740	199.376
<15	6.199.803	3.184.986	3.014.817	2	13	2	13
15	441.567	226.799	214.768	2	22	2	22
16	451.685	231.912	219.773	15	108	15	108
17	464.393	238.463	225.930	24	229	24	229
18	480.690	246.594	234.096	186	868	186	868
19	502.921	257.363	245.558	398	1.514	397	1.512
20	531.110	271.309	259.801	765	2.194	764	2.188
21	562.896	287.399	275.497	1.352	3.403	1.348	3.395
22	596.297	304.464	291.833	2.228	5.430	2.219	5.400
23	631.532	322.629	308.903	3.757	8.309	3.749	8.261
24	666.121	340.756	325.365	6.067	11.703	6.053	11.618
25	696.622	356.837	339.785	9.858	15.808	9.829	15.677
26	721.143	369.846	351.297	13.795	19.438	13.738	19.228
27	738.388	379.163	359.225	17.543	21.061	17.445	20.801
28	746.899	383.790	363.109	20.236	20.899	20.116	20.594
29	747.972	384.454	363.518	20.218	19.019	20.035	18.596
30	743.983	382.387	361.596	18.978	15.836	18.718	15.305
31	736.203	378.096	358.107	16.529	12.569	16.205	11.972
32	727.697	373.262	354.435	13.572	10.172	13.147	9.459
33	720.137	368.922	351.215	11.298	7.963	10.752	7.172
34	714.387	365.320	349.067	9.051	6.292	8.426	5.515
35	709.599	361.978	347.621	7.177	4.934	6.508	4.107
36	705.056	358.636	346.420	5.896	4.107	5.217	3.243
37	702.176	356.080	346.096	4.890	3.289	4.159	2.478
38	698.502	353.323	345.179	4.034	2.858	3.279	2.080
39	689.974	348.319	341.655	3.415	2.374	2.644	1.646
40	678.826	341.899	336.927	2.885	2.132	2.136	1.347
41	667.981	335.757	332.224	2.426	1.668	1.656	1.047
42	654.900	328.699	326.201	1.959	1.414	1.282	826
43	641.296	321.269	320.027	1.700	1.313	1.032	751
44	630.549	315.313	315.236	1.627	1.117	905	582
45	617.612	308.466	309.146	1.385	1.011	711	486
46	599.978	299.301	300.677	1.243	928	596	417
47	579.704	288.663	291.041	1.163	792	513	348
48	560.066	278.438	281.628	1.004	724	379	315
49	542.907	269.692	273.215	890	607	306	239
50	527.644	261.858	265.786	815	568	267	223
51	513.749	254.647	259.102	751	514	260	188
52	504.696	249.781	254.915	702	368	236	136

### Cuadro 6.11. Datos sobre nupcialidad de la población española 2004 (Conclusión)

Edad	Poblaciones proyectadas a 1.07.2004			Matrimonios		Matrimonios de solteros	
	Total	Varones	Mujeres	Varones	Mujeres	Varones	Mujeres
Total	42.640.220	20.953.819	21.686.401	216.149	216.149	196.740	199.376
53	502.235	248.081	254.154	612	352	176	136
54	497.624	245.189	252.435	520	291	141	120
55	490.041	240.704	249.337	527	287	146	88
56	487.458	238.677	248.781	515	243	132	98
57	483.662	236.133	247.529	387	236	109	101
58	472.225	229.993	242.232	394	152	98	40
59	456.585	221.865	234.720	366	163	80	63
60+	9.202.729	4.006.307	5.196.422	2.992	857	602	338

Fuente: INE. Proyecciones de Población 1.VII.2004. MNP 2004.

### Respuesta al Ejercicio 6.7

Para el cálculo de la Tasa Bruta de Nupcialidad se relaciona el flujo de matrimonios con el stock de población a mitad de período. Se expresa en miles de matrimonios por cada mil habitantes.

$$TBN = \frac{216.149}{42.640.220} * 1.000 = 5,07$$

La *Tasa General de Nupcialidad* elimina de la relación a los menores de 15 años

$$TGN = \frac{216.149 - 15}{42.640.220 - 6.199.803} * 1.000 = 5,93$$

Las *Tasas Específicas de Nupcialidad* por edad y sexo permiten eliminar el posible efecto de la estructura de la población.

$$TEN_{m26} = \frac{19.438}{351.297} * 1.000 = 55,33$$

$$TEN_{v26} = \frac{13.795}{369.846} * 1.000 = 37,30$$

El resto de los valores de la tasa aparecen reflejados en Cuadro 6.12.

Para el cálculo de la edad media al primer matrimonio se considera que los matrimonios se distribuyen de forma lineal a lo largo del año. Según los datos del Cuadro 6.12,

$$EMN_{msol} = \frac{(15,5 * 22) + (16,5 * 108) + \dots + (58,5 * 40) + (59,5 * 63)}{(22 + 108 + 229 + \dots + 101 + 40 + 63)} = 29,20$$

$$EMN_{vsol} = \frac{(15,5 * 2) + (16,5 * 15) + \dots + (58,5 * 98) + (59,5 * 80)}{(2 + 15 + 24 + \dots + 109 + 98 + 80)} = 30,95$$

**Cuadro 6.12.  $TEN_{sx}$**

Matrimonios					
Edad	Varones	Mujeres	Edad	Varones	Mujeres
15	0,01	0,10	40	8,44	6,33
16	0,06	0,49	41	7,23	5,02
17	0,10	1,01	42	5,96	4,33
18	0,75	3,71	43	5,29	4,10
19	1,55	6,17	44	5,16	3,54
20	2,82	8,44	45	4,49	3,27
21	4,70	12,35	46	4,15	3,09
22	7,32	18,61	47	4,03	2,72
23	11,64	26,90	48	3,61	2,57
24	17,80	35,97	49	3,30	2,22
25	27,63	46,52	50	3,11	2,14
26	37,30	55,33	51	2,95	1,98
27	46,27	58,63	52	2,81	1,44
28	52,73	57,56	53	2,47	1,38
29	52,59	52,32	54	2,12	1,15
30	49,63	43,79	55	2,19	1,15
31	43,72	35,10	56	2,16	0,98
32	36,36	28,70	57	1,64	0,95
33	30,62	22,67	58	1,71	0,63
34	24,78	18,03	59	1,65	0,69
35	19,83	14,19			
36	16,44	11,86			
37	13,73	9,50			
38	11,42	8,28			
39	9,80	6,95			

## Capítulo 7

# **Crecimiento de la población. Proyecciones**

En los capítulos previos se han observado los principales determinantes del cambio demográfico y su efecto sobre el tamaño de una población. En un período determinado de tiempo, el tamaño de una población puede crecer, mantenerse constante o disminuir, dependiendo del efecto que ejerzan los determinantes o componentes de cambio. Estos agentes crean dos procesos dentro de la dinámica de una población. El primer proceso introduce nuevos elementos a la población y se conoce como *proceso de entrada*. En él intervienen la fecundidad y la inmigración. El segundo proceso excluye individuos de la población, se conoce como *proceso de salida*, y en él intervienen la mortalidad y la emigración. Las relaciones entre estos dos procesos son las que provocan que el tamaño de la población esté expuesto a cambiar continuamente, dificultando la tarea de estimar el tamaño y composición de una población de un área en un momento dado. Por ello, a la hora de realizar una proyección, se requiere un dominio previo de los fenómenos demográficos que se han explicado con anterioridad.

La necesidad de contar con estimaciones y proyecciones de población se extiende tanto a la acción de los poderes públicos como a las actividades de las empresas privadas. Disponer de perspectivas sobre el futuro de la población constituye la base de la actividad planificadora. Desde el planeamiento urbanístico a la planificación dirigida a dar la respuesta adecuada a las necesidades y demandas concretas de la población, son muchas las actividades de pronóstico que encuentran en la dinámica demográfica una referencia obligada.

## 7.1 Conceptos básicos en el análisis del crecimiento

En Demografía se pueden distinguir tres procesos de crecimiento:

*Crecimiento natural*: está constituido por la diferencia entre los nacimientos y las defunciones ocurridas en el período de interés, también se le llama *crecimiento vegetativo*. Su valor entre  $t$  y  $t+n$  se define como:

$$CN^{t,t+n} = N^{t,t+n} - D^{t,t+n}$$

*Saldo migratorio*: también se conoce como *crecimiento social* y está constituido por la diferencia entre inmigrantes y los emigrantes de un lugar. Su valor entre  $t$  y  $t+n$  se define como:

$$SM^{t,t+n} = I^{t,t+n} - E^{t,t+n}$$

*Crecimiento total*: se define como la suma del crecimiento natural y el crecimiento social. Su valor entre  $t$  y  $t+n$  es:

$$CT^{t,t+n} = CN^{t,t+n} + SM^{t,t+n}$$

$$CT^{t,t+n} = N^{t,t+n} - D^{t,t+n} + I^{t,t+n} - E^{t,t+n}$$

El crecimiento de una población entre los momentos  $t$  y  $t+n$  también puede expresarse:

$$P^{t+n} - P^t = CT^{t,t+n}$$

con lo que:

$$P^{t+n} = P^t + CT^{t,t+n}$$

$$P^{t+n} = P^t + N^{t,t+n} - D^{t,t+n} + I^{t,t+n} - E^{t,t+n}$$

Esta última ecuación recibe el nombre de *ecuación fundamental* o *compensatoria* del cambio demográfico y, como se ha visto, tiene gran cantidad de aplicaciones dentro del análisis demográfico.

## 7.2 La medición del crecimiento

Hasta ahora tan sólo se ha observado el crecimiento absoluto, pero éste, por sí solo, no permite valorar en su totalidad la magnitud del crecimiento alcanzado. El valor absoluto resulta de escasa utilidad comparativa entre poblaciones con distintos tamaños, u observadas durante distintos intervalos de tiempo.

Al igual que con los flujos, conviene que los crecimientos se expresen en términos anuales. Pero los simples crecimientos anuales resultarían de escasa utilidad comparativa si no pudiesen ponerse en relación con la población que los experimenta; por ejemplo, Andalucía tiene un crecimiento absoluto mayor que La Rioja, pero esto no nos dice nada sobre cuál de las dos crece a un mayor ritmo.

Existen diferentes herramientas que permiten medir el ritmo de crecimiento de una población, eliminando los efectos de los tamaños poblacionales y del intervalo de tiempo correspondiente.

*Porcentaje de crecimiento poblacional:* la medida más simple consiste en el cociente:

$$c = \frac{P^{t+n}}{P^t} * 100$$

Este cociente permite medir el peso porcentual de la población final con respecto a la población inicial. Esta cifra presenta tres posibilidades:

- Si  $c > 100$  entonces la población experimentó un crecimiento en este período y su porcentaje de crecimiento es  $(c - 100)\%$ .
- Si  $c < 100$  entonces la población decreció en el período en un porcentaje de  $(100 - c)\%$ .
- Si  $c = 100$  entonces la población se mantuvo constante en el período, por lo que su ritmo de crecimiento es nulo.

*Tasa de crecimiento poblacional:* es posible aproximar el tiempo vivido entre los momentos  $t$  y  $t+n$  por medio del producto entre la población media y el tiempo transcurrido entre ambos momentos. Esta tasa de crecimiento adopta la misma forma que las tasas de otros fenómenos: se sitúa en el numerador el número anual de acontecimientos (en este caso el incremento anual experimentado por la población) y en el denominador, la población media del período observado.

*Tasa de crecimiento = Crecimiento anual / Población media*

$$r^{t,t+n} = \frac{\frac{P^{t+n} - P^t}{n}}{\frac{P^t + P^{t+n}}{2}} * 1.000$$

Calculando así el crecimiento, pueden establecerse las siguientes equivalencias:

*Tasa de crecimiento = Tasa de crecimiento natural + Tasa de crecimiento migratorio*

$$\text{Tasa de crecimiento} = TBN - TBM + TBI - TBE$$

*Crecimiento relativo a la población inicial:* si se puede estimar que el crecimiento de una población es lineal, se puede utilizar una forma más sencilla de calcular el crecimiento de forma relativa. En este caso se trata, simplemente, de dividir su magnitud anual por la población de partida:

$$\text{Tasa de crecimiento} = \text{Crecimiento anual} / \text{Población inicial}$$

y considerar que la diferencia entre la población inicial y la población final se ha repartido en incrementos iguales en cada fracción anual del intervalo.

$$r^{t,t+n} = \frac{P^{t+n} - P^t}{n} \cdot \frac{100}{P^t}$$

Puesto que el denominador ya no es la población media del período, sino la población inicial, el indicador resultante no puede denominarse tasa en sentido estricto. Pese a ello, la práctica habitual es denominar tasa también a este tipo de cociente.

Despejando, podrá estimarse la población en cualquier momento posterior mediante la fórmula:

$$P^{t+n} = P^t * (1 + r * n)$$

Sin embargo, esta es una aproximación poco precisa, porque a medida que la población fuese experimentando crecimientos parciales, el crecimiento absoluto del siguiente año sería el mismo que el de los años anteriores. Esto implicaría, en realidad, que el crecimiento relativo de esta población, tomando cada nuevo año como punto de partida, iría decreciendo regularmente, tendiendo a ser nulo. Para aproximarse a supuestos más precisos es necesario que el punto de partida del cálculo de los incrementos posteriores, incluya los incrementos previos.

*Tasa de crecimiento anual acumulativo:* la idea es tomar en cuenta, al inicio de cada año, la población inicial pero también el incremento experimentado hasta

entonces. Así, el crecimiento siempre será relativo al tamaño de la población al empezar cada nuevo año, de modo que su magnitud absoluta irá cambiando también. Por eso la función que lo describe utiliza el crecimiento geométrico, en vez del aritmético que se acaba de ver.

Tras un año:

$$P^1 = P^0 + P^0 * r$$

lo que equivale a:

$$P^1 = P^0 * (1 + r)$$

Tras dos años:

$$P^2 = P^1 * (1 + r)$$

y teniendo en cuenta que  $P^1 = P^0 + P^0 * r$ :

$$P^2 = P^0 (1 + r) * (1 + r) = P^0 (1 + r)^2$$

Tras tres años:

$$P^3 = P^0 (1 + r) * (1 + r) * (1 + r) = P^0 (1 + r)^3$$

Tras n años:

$$P^{t+n} = P^t (1 + r)^n$$

La tasa de crecimiento anual acumulativo resulta:

$$r = \sqrt[n]{\frac{P^{t+n}}{P^t}} - 1$$

La tasa de crecimiento anual acumulativo ( $r\%$ ) también es conocida como *tasa de crecimiento geométrico compuesto* ( $^g r$ ) y se suele expresar mediante un porcentaje:

$$r\% = \left( \sqrt[n]{\frac{P^{t+n}}{P^t}} - 1 \right) * 100 = \left[ \left( \frac{P^{t+n}}{P^t} \right)^{\left( \frac{1}{n} \right)} - 1 \right] * 100$$

Por ejemplo, si una población tiene inicialmente 20.500 personas y cinco años después son 20.600, el crecimiento anual acumulativo ha sido de un 0,10% (0,09737%).

Existen otros métodos para aproximar funciones que describan los ritmos de crecimiento poblacional. Podría, por ejemplo, pensarse que los intervalos a considerar no deben ser sólo anuales, como en la  $r\%$ , sino de menor duración  $e$ , incluso, de la menor duración posible (infinitesimal). Entonces tendríamos un crecimiento exponencial, en vez de geométrico o aritmético. Esta tasa, la tasa de crecimiento compuesto continuo, presupone que cada unidad añadida contribuye al crecimiento sucesivo de la población. Sin bien ésta es muy poco usada, siendo la  $r\%$  una aproximación suficiente.

$$\text{Tasa de crecimiento compuesto continuo} = \frac{I_n \left( \frac{P^{t+n}}{P^t} \right)}{n} * 100$$

Utilizando el mismo ejemplo, una población que inicialmente contaba 20.500 individuos, y que tras cinco años estuviese compuesta por 20.600 individuos, habría experimentado un crecimiento compuesto continuo de 0,09732%.

### **7.3 Estimaciones, previsiones, proyecciones y otros conceptos**

Como se ha explicado a lo largo del manual, los cambios en la mortalidad, la natalidad y los movimientos migratorios, causan los cambios en el tamaño y la distribución de la población. La necesidad de establecer hipótesis combinadas sobre el comportamiento de estos elementos hace más compleja la tarea de estimar cuál será el tamaño y la composición de la población de un área en un momento dado.

Las dificultades para realizar estimaciones razonables son menores cuando se manejan grandes poblaciones (por ejemplo, al hacer proyecciones de la población nacional) pero, incluso en este caso, los fuertes movimientos migratorios pueden provocar que se incurra en importantes desaciertos. Las dificultades aumentarán más que proporcionalmente según disminuya el tamaño de la población, bien al hacer frente a la necesidad de proyectar la población de ámbitos territoriales más reducidos o de grupos particulares de la población. En estos casos el componente migratorio, siempre menos previsible, juega especial importancia, pues es fácil que su impacto sea muy superior al del crecimiento vegetativo.

También hay que considerar que la calidad de la información suele verse afectada al concretar ámbitos o características y que, en estos casos, las diferentes variables pueden presentar, con mayor frecuencia, valores erráticos.

Conviene distinguir, conceptualmente, entre *previsiones* y *proyecciones*, si bien los métodos de cálculo son comunes en ambos casos. Las *previsiones* deben expresar tendencias probables, basadas en el pasado y en escenarios altamente probables para el futuro. Las *proyecciones*, en cambio, expresan escenarios que se producirían en el caso de que se produjesen ciertas hipótesis, independientemente de su grado de verisimilitud. Las proyecciones pueden servir, simplemente, para comprender las consecuencias en el caso de que se verificase determinada hipótesis, incluso improbable. Los métodos de cálculo son los mismos en ambos casos, la única diferencia entre ambas radica en la filosofía, en el afán de previsión con que se formulen las hipótesis.

A diferencia de la medición directa, una *estimación* de población es el número de personas que se calcula que tiene, o tuvo, una población en un momento específico del tiempo, ya sea globalmente o de una categoría concreta. Una *proyección* de población será el resultado de un conjunto de estimaciones demográficas.

Se conoce como *horizonte* de la proyección el momento en el tiempo para el cual se calcula la población hipotética; éste puede ser futuro o pasado, y puede estar más o menos alejado del momento presente. Cuanto más alejado esté del momento actual, mayor grado de incertidumbre tendrán las proyecciones. El horizonte contemplado nos permite distinguir entre proyecciones a corto, a medio, o a largo plazo, y retroproyecciones. Generalmente se habla de *proyecciones a corto plazo* cuando, partiendo de una *población base* o población inicial, se contempla un horizonte no superior a cinco años. Se conocen como *proyecciones a medio plazo* cuando el horizonte se sitúa entre los cinco años y los veinte años. En las *proyecciones a largo plazo* el horizonte se aleja más de veinte años. Las *retroproyecciones* se realizan mediante estimaciones hacia un horizonte situado en el pasado. Al igual que en los casos anteriores, se parte de una población base y se busca estimar la población de los años anteriores bajo determinadas hipótesis.

En los *modelos desagregativos* de proyección se parte de ámbitos más amplios (por ejemplo el nacional) y mediante una desagregación de los resultados de la pro-

yección se van estimando los resultados para las áreas menores (regiones, provincias...) contenidas en la más amplia. Por el contrario, los *modelos agregativos* realizan estimaciones independientes para distintas áreas geográficas menores, que son agregadas para obtener las proyecciones de las áreas más amplias. En este tipo de modelos se basan las *proyecciones multirregionales*<sup>1</sup>.

Finalmente, se conocen como proyecciones derivadas aquellas estimaciones que se realizan sobre una proyección con respecto a ciertas necesidades de la población por ejemplo: necesidades escolares, sanitarias, hospitalarias ... .

## **7.4 Métodos de proyección**

Existen diversas técnicas para estimar una población en un momento dado  $t+n$ . Por razones obvias, este manual no pretende ser exhaustivo, sino exponer algunos de los mecanismos básicos que tradicionalmente han sido utilizados para realizar esta labor.

### **Los modelos de extrapolación**

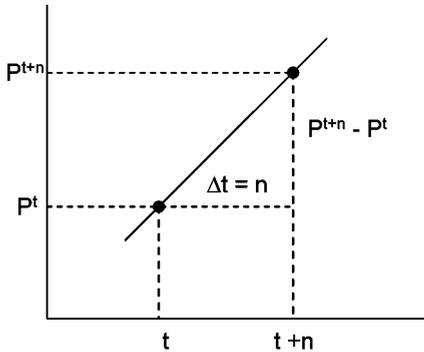
La posibilidad más simple consiste en suponer que el crecimiento de la población en un área determinada presenta un comportamiento regular, por tanto las condiciones que lo afectan se mantendrán constantes en el futuro o variarán de forma gradual. Esta hipótesis de partida permite utilizar modelos matemáticos basados en las tasas anuales de crecimiento poblacional, obtenidas en el período intercensal anterior.

El modelo aritmético es el más simple de todos. Supone que la población tiene un comportamiento lineal y, por tanto, la razón de cambio también se supone constante, es decir se incrementa en la misma cantidad cada unidad de tiempo considerada.

---

<sup>1</sup> El desarrollo de proyecciones multirregionales supera los objetivos de este manual. Para mayor conocimiento de este tipo de proyecciones consúltense los textos de Rogers y Willekens recomendados en la Bibliografía.

**Figura 7.1. Representación de un crecimiento aritmético**

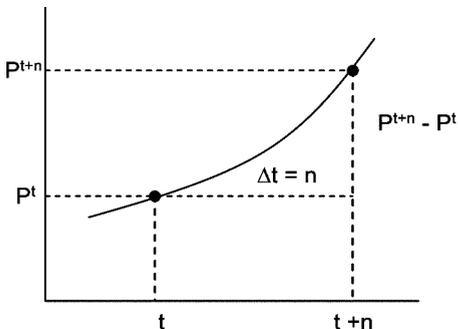


Puesto que la razón de cambio se supone constante, si  $r$  es la tasa de crecimiento por unidad de tiempo, entonces la población en el momento  $t+n$  viene dada por:

$$P^{t+n} = P^t * (1 + n*r)$$

En el modelo geométrico el supuesto básico consiste en que la población experimenta el mismo aumento cada unidad de tiempo.

**Figura 7.2. Representación de un crecimiento geométrico**

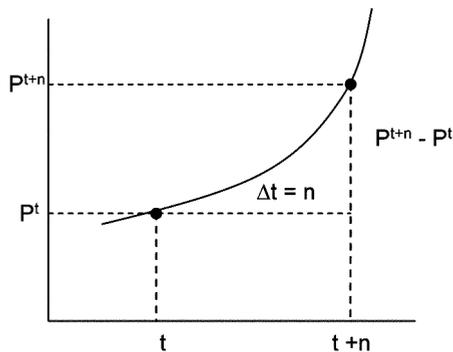


Por lo que la población en el momento  $t+n$  viene dada por:

$$P^{t+n} = P^t * (1 + r)^n$$

A diferencia del modelo geométrico, el modelo exponencial supone que el crecimiento se produce de forma continua y no cada unidad de tiempo. Este supuesto obliga a sustituir la expresión  $(1 + r)^n$  por  $e^{r * t}$  o  $Exp(r * t)$ .

### Figura 7.3. Representación de un crecimiento exponencial



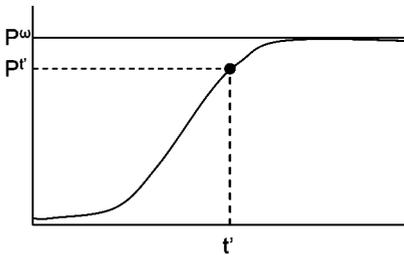
Por lo que la población en  $t+n$  vendría dada por:

$$P^{t+n} = P^t * e^{r * n}$$

Entre estos modelos, el primero es el más conservador, mientras que el tercero proporciona las estimaciones más elevadas.

Para eliminar los efectos de un crecimiento exponencial se puede utilizar un modelo logístico, que se caracteriza por introducir un límite al crecimiento de la población, de forma que la representación gráfica del mismo toma la forma de una S alargada, con dos asíntotas, una inferior y la otra superior. Supone que inicialmente la población crece a un ritmo lento, pero posteriormente se acelera el crecimiento de una manera brusca y por último se reduce con la misma intensidad con que se inició. De esta manera se supone que la población se va estabilizando a medida que se va acercando a un valor máximo alcanzable  $P^o$ .

**Figura 7.4. Representación de un crecimiento logístico**



La fórmula matemática de esta función es:

$$P^{t'} = \frac{P^{\omega}}{1 + e^{(-r(t'-t_0))}}$$

en donde:

$P^{t'}$  es la población calculada para el año  $t'$

$P^{\omega}$  corresponde al valor máximo alcanzable

$r$  es la tasa de crecimiento anual

$t_0$  es el momento en el que la población alcanza la mitad del valor máximo alcanzable ( $P^{\omega}$ ):

$$P^{t_0} = \frac{P^{\omega}}{2}$$

### El método de componentes

El método del crecimiento natural es el caso más simple del método de componentes, y consiste en suponer un población cerrada, es decir, afectada tan sólo por el crecimiento natural. En este caso se considera que el saldo migratorio es nulo para cada una de las áreas, por lo que el tamaño de la población al momento  $t+n$  viene dado por la ecuación:

$$P^{t+n} = P^t + N^{t,t+n} - D^{t,t+n}$$

El *método de los componentes* es el modelo básico y más utilizado para calcular estimaciones de población. Su principio básico consiste en desagregar el crecimen-

to de la población en sus componentes demográficos fundamentales por medio de la ecuación compensatoria:

$$P^{t+n} = P^t + N^{t,t+n} - D^{t,t+n} + SM^{t,t+n}$$

en donde:

$P^{t+n}$  es la población estimada  $n$  años después del año-base  $t$

$P^t$  es la población en el año-base  $t$

$N^{t,t+n}$  es el número de nacimientos entre el año  $t$  y el año  $t+n$

$D^{t,t+n}$  es el número de defunciones entre el año  $t$  y el año  $t+n$

$SM^{t,t+n}$  es el saldo migratorio para el período  $t, t+n$

Este método permite desagregar las estimaciones, pudiendo ser aplicado a distintas subpoblaciones (regionales, cohortes, ...). Cuando se desagregan los cálculos, la población en el horizonte de la población vendrá dada por:

$$P^{t+n} = \sum_{i=1}^n P_i^{t+n}$$

en donde  $P_i^{t+n}$  corresponde a la subpoblación  $i$  en el momento  $t+n$ . Cada una de las subpoblaciones se calcula:

$$P_i^{t+n} = P_i^t + N_i^{t,t+n} - D_i^{t,t+n} + SM_i^{t,t+n}$$

La adecuada aplicación del método de los componentes depende del grado de acierto con que se realice el diagnóstico de la dinámica de cada uno de los componentes (para la totalidad de la población o para cada región considerada). Por tanto, el punto más delicado de cualquier proyección es la postulación de las hipótesis respecto al comportamiento esperado de cada uno de los componentes durante el período  $t, t+n$ .

## 7.5 Proyectar una población

Como se ha visto, la estrategia metodológica consiste en proyectar los tres componentes del cambio poblacional: mortalidad, natalidad y migración. El primer paso requiere establecer una población-base distribuida por sexo y grupos de edad. Si se toma la población censal como referencia es necesario trasladarla al 1 de enero del año que se quiere utilizar como referencia.

En segundo lugar, se debe hacer un análisis detallado del comportamiento pasado de cada uno de los componentes, con la finalidad de tratar de establecer tendencias sobre el comportamiento esperado para el futuro. Para ello necesitamos información sobre un período suficientemente largo para poder obtener las tendencias generales. En caso de que no se cuente con estos datos se pueden usar los de otras poblaciones que presenten comportamientos similares. Con estos datos se realiza un estudio retrospectivo, tanto del crecimiento global de la población como de los tres componentes del mismo. Este análisis retrospectivo nos debe servir para emitir las hipótesis sobre la evolución futura de la mortalidad, la fecundidad y las migraciones<sup>2</sup>. Estas hipótesis deben detallarse matemáticamente en su intensidad y calendario.

Como última etapa, a partir de la población base se proyecta cada grupo de edad hacia el nuevo período (anual o quinquenal) de acuerdo con las tendencias esperadas en los patrones de fecundidad, mortalidad y migración. El proceso se repite tantas veces como sea necesario para alcanzar el año hasta el cual se pretende proyectar esta población.

Para cualquiera de los componentes se puede plantear una hipótesis de estabilidad; por ejemplo, para una población con una alta longevidad, en una proyección a corto plazo se podría prever que la mortalidad se mantuviese en niveles similares a los de la población-base. Hipótesis similares podrían observarse para la fecundidad o la migración en determinadas poblaciones. Sin embargo, en la mayor parte de los escenarios se prevén variaciones en el comportamiento de alguno o de todos los componentes. En estos casos pueden plantearse tantas hipótesis como se juzgue conveniente, aunque habitualmente se utilizan tres:

Hipótesis baja: esta hipótesis generalmente se utiliza para señalar el umbral más bajo que se prevé en la evolución de la población a proyectar. Por ello, en aquellos componentes para los que se planteen hipótesis de variabilidad, en el cálculo de esta hipótesis se utilizarán los patrones de los que resulte un menor crecimiento (el escenario de menor fecundidad e inmigración de los planteados, y el de mayor mortalidad).

Hipótesis alta: esta hipótesis señala el umbral contrario a la anterior, el que marcaría el mayor crecimiento posible dentro de la evolución futura que se prevé de la

---

<sup>2</sup> También puede ser de utilidad analizar el comportamiento de cada uno de los componentes en otras poblaciones que nos permitan observar escenarios similares a los que se prevén en el futuro para la población a proyectar.

población a proyectar. Por ello, para aquellos componentes para los que se planteen hipótesis de variabilidad, se utilizarán los patrones de los que resulte un mayor crecimiento (el escenario de mayor fecundidad e inmigración de los planteados, y el de menor mortalidad).

Hipótesis media: generalmente se espera que la evolución futura se encuentre entre los dos escenarios extremos planteados anteriormente, por lo que en la mayoría de las ocasiones se añade una hipótesis media entre las dos anteriores.

Supongamos que se deseamos estimar una población en grupos quinquenales de edad en períodos de 5 años. La proyección para los grupos intermedios de edades para el año  $t+5$ , tomando como referencia el año  $t$ , se calcula:

$${}_5P_{x+5}^{t+5} = {}_5P_x^t * {}_5S_x^{t,t+5} + SM_x^{t,t+5}$$

en donde:

${}_5P_x^t$  es la población en el grupo de edad entre  $x$  y  $x+5$ , para el año  $t$

${}_5S_x^{t,t+5}$  es la probabilidad perspectiva de paso entre las edades  $x$  y  $x+5$ , entre los años  $t$  y  $t+5$

${}_5SM_x^{t,t+5}$  es el saldo migratorio para el grupo de edad entre  $x$  y  $x+5$ , durante el período  $t,t+5$

${}_5P_{x+5}^{t+5}$  es la población proyectada en el grupo de edades entre  $x+5$  y  $x+10$  en el año  $t+5$

Los grupos de edad primero y último deben ser calculados específicamente. En el caso del último grupo, bajo el supuesto de que corresponde a 100 años y más, la proyección de este grupo se obtiene por medio de la ecuación:

$$P_{100+}^{t+5} = \left( {}_5P_{95}^t + P_{100+}^t \right) * {}_5S_{95+}^{t,t+5} + {}_5SM_{95+}^{t,t+5}$$

Para proyectar el grupo de edad de 0 a 5 años se requiere estimar el número de nacimientos que se producirían entre los años  $t$  y  $t+5$ , para ello es necesario hacer uso de las tasas de fecundidad para este período. De este modo, los nacimientos producidos en el período vienen dados por:

$$N^{t,t+5} = \left[ \sum_{x \in \{15, \dots, 45\}} \left( \frac{{}_5Pf_x^t + {}_5Pf_x^{t+5}}{2} \right) * {}_5f_x^{t,t+5} \right] * 5$$

en donde:

$$\left( \frac{{}_5P_f^t + {}_5P_f^{t+5}}{2} \right)$$

es la población femenina media entre  $t$  y  $t+5$  en el grupo de edad  $x, x+5$

$${}_5f_x^{t,t+5}$$

es la tasa específica de fecundidad para el grupo de edad  $x, x+5$  durante el período  $t, t+5$ .

Además como las tasas son anuales, se utiliza el factor 5 para obtener la cantidad de nacimientos para los 5 años. Esta fórmula proporciona los nacimientos totales; sin embargo, se puede utilizar el valor del índice de masculinidad al nacimiento (ver apartado 5.1.1), que convendrá estimar en cada caso, para calcular los nacimientos por sexo.

La proyección de la población del primer grupo se obtiene por:

$${}_5P_0^{t+5} = N^{t,t+5} * S_0^{t,t+5} + {}_5SM_0^{t,t+5}$$

Para calcular un ejemplo sencillo de aplicación de la técnica vamos a considerar una población hipotética que ya tenemos corregida a 1 de enero de 2005 (Cuadro 7.1), y que deseamos proyectar con un horizonte a 1 de enero de 2020.

### **Cuadro 7.1. Población-base de la proyección, 2005**

Grupos de edad	Varones	Mujeres
0-4	14.090	13.930
5-9	15.497	14.795
10-14	18.458	17.634
15-19	20.041	19.541
20-24	22.740	22.667
25-29	29.239	29.836
30-34	34.419	35.366
35-39	33.763	35.332
40-44	32.675	33.662
45-49	30.309	31.321
50-54	26.590	27.549
55-59	23.791	24.667
60-64	22.232	23.256
65-69	18.598	19.975
70-74	18.840	20.372
75-79	18.077	20.221
80-84	14.245	17.284
85-89	9.280	12.268
90-94	4.725	6.702
95+	2.391	3.622
Total	410.000	430.000

En primer lugar para proyectar la mortalidad para los siguientes 15 años necesitamos construir tablas de mortalidad por sexo para cada uno de los quinquenios considerados: 2005-2010, 2010-2015 y 2015-2020. Es este caso se establecerá como hipótesis que la mortalidad descienda paulatinamente hasta alcanzar el patrón más bajo, correspondiente con las tasas de mortalidad esperadas para 2015 (Cuadro 7.2). Este valor límite se puede tomar de unas tablas-tipo (ver apartado 2.4.3), de otra población que pueda servir como referente, o se puede calcular con métodos más o menos complejos (ver apartado 7.6).

## Cuadro 7.2. Tasas específicas de mortalidad observadas (2005) y esperadas (2015)

Grupos de edad	Tasas de mortalidad			
	Observadas para el 2005		Esperadas para el 2015	
	Varones	Mujeres	Varones	Mujeres
0	4,48	3,58	3,67	2,93
1-4	0,30	0,24	0,19	0,15
5-9	0,14	0,12	0,09	0,07
10-14	0,18	0,14	0,13	0,11
15-19	0,48	0,38	0,31	0,25
20-24	0,63	0,51	0,40	0,32
25-29	0,66	0,52	0,43	0,35
30-34	1,16	0,46	0,89	0,35
35-39	1,53	0,77	1,23	0,61
40-44	2,46	1,02	1,47	0,61
45-49	3,57	1,59	2,42	1,08
50-54	5,54	1,98	3,42	1,22
55-59	8,19	3,19	6,13	2,39
60-64	11,87	4,49	8,76	3,32
65-69	19,01	7,91	14,07	5,85
70-74	30,09	14,03	25,37	11,83
75-79	50,27	26,61	29,68	15,71
80-84	84,55	55,07	56,67	36,91
85-89	146,40	111,04	104,50	79,26
90-94	234,39	199,09	171,99	146,10
95-99	325,46	308,64	230,45	218,54
100+	394,29	570,87	268,41	388,62

En este supuesto las tasas específicas de mortalidad por sexo descienden paulatinamente hasta que alcanzar el valor límite establecido para 2015. La proyección de los valores intermedios se puede realizar utilizando modelos matemáticos simples, como una interpolación lineal o exponencial, o cualquier otra técnica de aproximación. En este caso, obtendremos las tasas específicas de mortalidad para el año 2010 por medio de una interpolación lineal.

Las tasas específicas de mortalidad nos permiten calcular las tablas de mortalidad para cada uno de los períodos observados. A partir de las tablas se obtienen las pro-

babilidades perspectivas de paso para cada quinquenio, necesarias para el cálculo de los supervivientes (Cuadro 7.3)<sup>3</sup>.

### **Cuadro 7.3. Probabilidades perspectivas de paso, 2005-2020**

Grupos (S <sub>x</sub> ) de edad	2005-2010		2010-2015		2015-2020	
	Varones	Mujeres	Varones	Mujeres	Varones	Mujeres
	0	0,9969405	0,9967685	0,9967710	0,9966327	0,9966013
1-4	0,9975749	0,9980592	0,9980361	0,9984284	0,9984977	0,9987979
5-9	0,9991948	0,9993558	0,9993197	0,9994557	0,9994446	0,9995557
10-14	0,9983631	0,9986901	0,9986264	0,9989009	0,9988898	0,9991117
15-19	0,9972266	0,9977806	0,9977252	0,9981797	0,9982240	0,9985789
20-24	0,9967831	0,9974256	0,9973508	0,9978801	0,9979189	0,9983348
25-29	0,9954813	0,9975346	0,9960953	0,9978918	0,9967097	0,9982492
30-34	0,9932995	0,9969321	0,9940171	0,9972583	0,9947352	0,9975847
35-39	0,9900864	0,9955359	0,9916829	0,9962377	0,9932833	0,9969402
40-44	0,9850615	0,9934978	0,9876901	0,9946421	0,9903262	0,9957879
45-49	0,9775279	0,9911273	0,9815128	0,9926984	0,9855187	0,9942725
50-54	0,9663715	0,9871691	0,9714188	0,9890937	0,9764918	0,9910221
55-59	0,9513164	0,9809914	0,9574218	0,9834131	0,9635735	0,9858418
60-64	0,9263057	0,9695982	0,9355291	0,9734928	0,9448626	0,9774072
65-69	0,8858294	0,9470174	0,8964959	0,9520302	0,9072807	0,9570698
70-74	0,8215202	0,9047479	0,8461063	0,9190643	0,8718705	0,9337559
75-79	0,7217515	0,8205229	0,7650064	0,8494426	0,8109019	0,8795641
80-84	0,5773198	0,6749623	0,6268673	0,7149585	0,6805298	0,7576067
85-89	0,3997525	0,4823326	0,4551602	0,5324047	0,5166118	0,5873363
90-94	0,2282891	0,2835084	0,2903023	0,3426898	0,3616614	0,4104923
95+	0,0852326	0,1024959	0,1323643	0,1456753	0,1748773	0,1848907

A continuación se proyectan las tasas específicas de fecundidad. En este caso se mantiene un crecimiento hasta 2010, que se estabiliza a partir de esa fecha. Las tasas observadas para el año 2005 y esperadas para el 2010, se presentan en el Cuadro 7.4.

<sup>3</sup> NB:

A lo largo de todo el libro, en los ejemplos resueltos y, de forma muy especial en los ejercicios, se ha de tener en cuenta que los cálculos han sido efectuados utilizando una hoja de cálculo, y por tanto manejando un número de decimales mayor que el que aparece publicado. Debido a ello, los resultados pueden presentar pequeñas diferencias, si se opera con las cifras redondeadas que aparecen publicadas.

**Cuadro 7.4. Tasas específicas de fecundidad observadas (2005) y esperadas (2010)**

Grupos de edad	Tasas de fecundidad	
	Observadas 2005	Esperadas 2010
15-19	0,010	0,010
20-24	0,037	0,040
25-29	0,091	0,096
30-34	0,099	0,106
35-39	0,045	0,048
40-44	0,007	0,008
45-49	0,003	0,003
ISF	1,45	1,54

Finalmente, se debe considerar el componente migratorio. De acuerdo con diversa información de la que se dispone se pudo estimar que durante el período 2000-2005 el saldo migratorio fue positivo para el área en cuestión y correspondió a 15.415 hombres y 11.568 mujeres. La migración neta por grupos de edad y sexo se presenta en el Cuadro 7.5.

### **Cuadro 7.5. Migración neta observada, 2000-2005**

Grupos de edad	Migración neta	
	Varones	Mujeres
0-4	461	369
5-9	1.052	883
10-14	1.126	1.257
15-19	1.986	1.912
20-24	2.747	1.484
25-29	2.928	2.390
30-34	2.049	1.203
35-39	1.411	886
40-44	535	394
45-49	356	269
50-54	267	158
55-59	184	130
60-64	128	86
65-69	88	60
70-74	48	41
75-79	23	24
80-84	11	12
85-89	6	5
90-94	4	3
95+	5	2
Total	15.415	11.568

Con respecto a la migración neta se pueden considerar varias hipótesis, la primera consiste en suponer que para los próximos años el saldo va a ser nulo; sin embargo, no parece razonable de acuerdo con lo experimentado recientemente. Una segunda hipótesis consiste en mantener constantes los flujos migratorios. Una tercera hipótesis podría prever un descenso gradual de la migración neta, caso en el que se podría recurrir a utilizar un porcentaje fijo de disminución por quinquenio. En este ejemplo hipotético, se supondrá que los saldos migratorios descienden un 20% por quinquenio. El Cuadro 7.6 muestra los resultados de la aplicación de dicha hipótesis.

**Cuadro 7.6. Migración neta esperada, 2005-2020**

Grupos de edad	Migración neta esperada					
	2005-2010		2010-2005		2015-2020	
	Varones	Mujeres	Varones	Mujeres	Varones	Mujeres
0-4	369	295	295	236	236	189
5-9	842	707	673	565	539	452
10-14	901	1006	721	805	576	644
15-19	1588	1530	1271	1224	1017	979
20-24	2197	1187	1758	950	1406	760
25-29	2342	1912	1874	1529	1499	1223
30-34	1639	962	1312	770	1049	616
35-39	1129	709	903	567	723	454
40-44	428	315	343	252	274	202
45-49	285	215	228	172	182	138
50-54	213	126	171	101	137	81
55-59	147	104	118	83	94	67
60-64	103	68	82	55	66	44
65-69	70	48	56	39	45	31
70-74	39	33	31	26	25	21
75-79	22	20	18	16	14	13
80-84	9	10	7	8	6	6
85-89	5	4	4	3	3	3
90-94	3	2	3	2	2	2
95+	4	2	3	1	3	1
Total	12.335	9.255	9.871	7.404	7.896	5.926

Con toda la información anterior se procede a efectuar la proyección de población. Como primer paso se proyectan los grupos de edad de 5 y más años, utilizando las probabilidades perspectivas de paso y la migración neta. A continuación se presenta la proyección de la población femenina para el año 2010 (Cuadro 7.7).

**Cuadro 7.7. Población femenina proyectada, 2010**

Grupos de edad	Proyección de población femenina al 2010				
	Población base	Probabilidades perspectivas de paso	Supervivientes	Saldo migratorio	Proyección 2010
0-4	13.930	0,9980592		295	
5-9	14.795	0,9993558	13.903	707	14.610
10-14	17.634	0,9986901	14.785	1.006	15.791
15-19	19.541	0,9977806	17.611	1.530	19.141
20-24	22.667	0,9974256	19.498	1.187	20.685
25-29	29.836	0,9975346	22.609	1.912	24.521
30-34	35.366	0,9969321	29.762	962	30.724
35-39	35.332	0,9955359	35.257	709	35.966
40-44	33.662	0,9934978	35.174	315	35.489
45-49	31.321	0,9911273	33.443	215	33.658
50-54	27.549	0,9871691	31.043	126	31.169
55-59	24.667	0,9809914	27.196	104	27.300
60-64	23.256	0,9695982	24.198	68	24.266
65-69	19.975	0,9470174	22.549	48	22.597
70-74	20.372	0,9047479	18.917	33	18.950
75-79	20.221	0,8205229	18.432	20	18.452
80-84	17.284	0,6749623	16.592	10	16.602
85-89	12.268	0,4823326	11.666	4	11.670
90-94	6.702	0,2835084	5.917	2	5.919
95+	3.622	0,1024959	1.900	2	1.902
Total	430.000		400.452	9.255	430.631

Para estimar los nacimientos se recurre a las tasas proyectadas de fecundidad para el quinquenio, tal como se detalla seguidamente (Cuadro 7.8). Para el cálculo de los nacimientos por sexo se ha de aplicar la ratio de masculinidad. Si bien la ratio estándar es 105 niños por cada 100 niñas, convendrá calcularla en cada caso a partir de la serie histórica de datos disponible, pues puede presentar pequeñas variaciones (ver Capítulo 5). En este caso se utilizará la ratio calculada para la población española en el Ejercicio 5.2, que corresponde a 107,11 niños por cada 100 niñas.

**Cuadro 7.8. Proyección de los nacimientos, 2010**

Grupos de edad	Nacimientos al 2010						
	Población femenina			Fecundidad	Nacimientos esperados		
	2005	2010	Media	Tasa	Total	Varones	Mujeres
15-19	19.541	19.141	19.341	0,01	967	500	467
20-24	22.667	20.685	21.676	0,037	4.010	2.074	1.936
25-29	29.836	24.521	27.178	0,091	12.366	6.395	5.971
30-34	35.366	30.724	33.045	0,099	16.357	8.459	7.898
35-39	35.332	35.966	35.649	0,045	8.021	4.148	3.873
40-44	33.662	35.489	34.576	0,007	1.210	626	584
45-49	31.321	33.658	32.490	0,003	487	252	235
Total	207.725	200.185	203.955		43.419	22.455	20.964

Finalmente la proyección de población para el primer grupo de edad correspondiente al año 2010 por sexo, se calcula utilizando la probabilidad perspectiva de paso al nacer:

$${}_5P_f_0^{2010} = 20.964 * 0,9967685 + 295 = 21.219$$

$${}_5P_m_0^{2010} = 22.455 * 0,9969405 + 369 = 22.769$$

Utilizando los mismos procedimientos, se calcula la población masculina proyectada a 2010, y se generan las proyecciones para los restantes quinquenios. El Cuadro 7.9 resume la proyección completa.

### **Cuadro 7.9. Proyección de la población por sexo y edad, 2005-2020**

Grupos de edad	2005		2010		2015		2020	
	Varones	Mujeres	Varones	Mujeres	Varones	Mujeres	Varones	Mujeres
0-4	14.090	13.930	22.769	21.219	21.470	20.013	19.061	17.769
5-9	15.497	14.795	14.898	14.610	23.398	21.750	21.976	20.441
10-14	18.458	17.634	16.386	15.791	15.609	15.407	23.961	22.385
15-19	20.041	19.541	20.016	19.141	17.634	16.998	16.608	16.372
20-24	22.740	22.667	22.182	20.685	21.728	20.056	19.009	17.734
25-29	29.239	29.836	25.009	24.521	23.998	22.170	23.182	21.246
30-34	34.419	35.366	30.746	30.724	26.223	25.239	24.968	22.747
35-39	33.763	35.332	35.317	35.966	31.465	31.207	26.808	25.632
40-44	32.675	33.662	33.856	35.489	35.367	36.083	31.528	31.314
45-49	30.309	31.321	32.472	33.658	33.668	35.471	35.207	36.069
50-54	26.590	27.549	29.841	31.169	32.043	33.513	33.317	35.349
55-59	23.791	24.667	25.843	27.300	29.106	30.912	31.383	33.279
60-64	22.232	23.256	22.736	24.266	24.824	26.902	28.112	30.518
65-69	18.598	19.975	20.664	22.597	21.326	23.662	23.501	26.325
70-74	18.840	20.372	16.514	18.950	18.556	21.539	19.374	22.667
75-79	18.077	20.221	15.499	18.452	13.990	17.432	16.192	20.125
80-84	14.245	17.284	13.056	16.602	11.864	15.682	11.351	15.339
85-89	9.280	12.268	8.229	11.670	8.188	11.873	8.077	11.883
90-94	4.725	6.702	3.713	5.919	3.748	6.215	4.232	6.975
95+	2.391	3.622	1.083	1.902	1.081	2.029	1.359	2.552
Total	410.000	430.000	410.828	430.631	415.285	434.153	419.204	436.722

### **7.6 Proyección de los componentes**

La proyección de los componentes se puede realizar mediante cálculos sencillos, e incluso gráficamente; o recurrir a procedimientos tan complicados como se desee. En cualquier caso es conveniente advertir que ningún cálculo, por complejo y sofisticado que sea, "obligará" a la población a comportarse del modo reflejado en el mismo.

Es más importante el conocimiento del comportamiento del componente por parte del que proyecta, y la solidez de la fundamentación de las hipótesis, que la sofisticación matemática del cálculo. Dicho lo cual, a continuación se detallan algunos modelos matemáticos que se pueden aplicar para la proyección de cada uno de los componentes.

## Proyección de la mortalidad

En primer lugar se estiman las tasas específicas de mortalidad ( ${}_n m_x$ ), por sexo y grupos de edad, para los años anteriores. De acuerdo con su evolución pasada y analizando las perspectivas futuras en mortalidad, se proyecta el patrón de comportamiento futuro de estas tasas, considerando que pueden llegar a estabilizarse en un momento determinado. Con esta información, se estima el comportamiento de las *tablas de vida* para el futuro y específicamente se determinan las probabilidades perspectivas de paso ( ${}_n S_x$ ) por sexo y grupos de edad, para cada uno de los períodos en que se van a realizar las proyecciones. Son precisamente las probabilidades perspectivas de paso o las relaciones de supervivientes, que se han visto en el Capítulo 2, las que permiten proyectar cada grupo  $n$  años hacia el futuro, suponiendo que no existe migración.

En el caso de que se plantee una hipótesis de estabilidad o mantenimiento de la mortalidad, a lo largo de todo el período proyectado, o de una parte del mismo, se mantiene constante una serie de probabilidades perspectivas de paso. Se pueden utilizar las obtenidas de la última tabla de mortalidad conocida, o bien las de alguna población, o *tabla-tipo*, que refleje el nivel de mortalidad que se espera mantenga la población proyectada.

En caso de que se plantee una hipótesis de variabilidad se hace evolucionar la mortalidad a lo largo del período proyectado, con una evolución acorde con las conclusiones del análisis retrospectivo, comparativo y prospectivo. Para proyectar la mortalidad se pueden utilizar diversos modelos matemáticos simples, como la interpolación lineal o exponencial. Otra técnica de aproximación<sup>4</sup> consiste en proyectar los niveles de esperanza de vida al nacer de las mujeres, hasta un máximo teórico, que se situaría en el infinito, muy alejado del horizonte de la proyección. Para fijar el umbral máximo de longevidad humana se puede utilizar bibliografía específica, en la que podemos encontrar distintas propuestas de diversos autores<sup>5</sup>, o los niveles máximos de las *tablas-tipo* (ver apartado 2.4.3); este umbral máximo lo situaremos considerablemente alejado del horizonte de la proyección (por ejemplo, 100 años), mientras que el umbral mínimo de la esperanza de vida puede fijarse mediante tanteo (suele situarse alrededor de los 30 años). Una función matemática<sup>6</sup> permite hallar los valores intermedios de las esperanzas de vida, entre los proporcionados por la serie histórica de la que se dispone y el máximo teórico.

<sup>4</sup> Vinuesa et al, 1994.

<sup>5</sup> Coale y Guo, 1991; Duchêne y Wunsch, 1991; Manton, Stallard y Tolley, 1991.

<sup>6</sup> Bulatao et al, 1989.

$$\text{Logit}(e_0^t) = \text{LN} \left( \frac{e_0^{\max} - e_0^t}{e_0^t - e_0^{\min}} \right)$$

Una vez obtenidos los *logits* para los años observados, se calculan los elementos de la recta de regresión: el coeficiente y la constante, y con ellos se calculan los *logits* correspondientes a toda la serie, hasta el año en el que se haya situado el umbral teórico:

$$\text{Logit}(e_0^t) = (t * c_x) + k$$

en donde  $c_x$  y  $k$  se corresponden respectivamente con el coeficiente y la constante de la recta de regresión. Para transformar estos *logit* en esperanzas de vida al nacer se utiliza la fórmula:

$$e_0^t = e_0^{\min} + \frac{(e_0^{\max} - e_0^{\min})}{(1 + \exp^{\text{Logit}(e_0^t)})}$$

A estos valores de esperanza de vida proyectados se les hace corresponder unos valores de esperanza de vida masculina. La esperanza de vida máxima masculina se obtiene mediante la relación proporcionada por las *tablas-tipo* entre esperanzas de vida femeninas y masculinas:

$${}_m e_0^{\max} = \left( \frac{f e_0^{\max}}{f e_0^t} \right) * {}_m e_0^t$$

A partir de este valor máximo de esperanza de vida masculina se repite el cálculo de la serie de *logits* y de esperanza de vida al nacer para la población masculina. Una vez obtenidas ambas series, se ajustan a las  $e_0$  observadas y, utilizando las *tablas-tipo*, se obtienen las tasas específicas de mortalidad para cada sexo, mediante interpolación lineal. Estas tasas se han de transformar en probabilidades perspectivas de paso, como se ha visto en el Capítulo 2.

### Proyección de la fecundidad

Al igual que con la mortalidad, es preciso estimar el comportamiento pasado de las tasas específicas de fecundidad y el ISF. Del mismo modo que con la mortalidad, se supone que el ISF debe llegar a estabilizarse en cierto momento. En este caso, el nivel de reemplazo suele suponer un umbral atractivo, pero en poblaciones

que están muy por debajo de mismo, como la española actual, se ha de ser prudentes a la hora de hacer tender hacia él la proyección del patrón de fecundidad. Se puede proyectar cada una de las tasas específicas de fecundidad, cuya suma nos dará el ISF, o proyectar el ISF y de él derivar las tasas específicas correspondientes. La segunda opción permite un mayor control del nivel global de fecundidad, y al mismo tiempo la flexibilidad suficiente para adaptar su calendario a las hipótesis que hayamos planteado.

De forma similar a como se ha hecho con la mortalidad, se elige un umbral hacia el que evolucionarán nuestros patrones futuros de fecundidad, pero que se sitúa alejado del horizonte de la proyección. Para dicho umbral teórico se fijan el ISF, la edad media a la maternidad y la varianza, parámetros necesarios para aplicar una función gamma:

$$f_a(a) = \frac{[k\lambda^p a^{p-1} \exp(-\lambda a)]}{\Gamma(p)}$$

en donde:  $k = \text{ISF}$

$$\lambda = \bar{a} / \delta_{\bar{a}}^2$$

$$p = \bar{a}^2 / \delta_{\bar{a}}^2$$

siendo  $\bar{a}$  la edad media a la maternidad, y  $\delta_{\bar{a}}^2$  la varianza de dicha edad media. Esta función permite calcular la serie de tasas de fecundidad que se corresponden con los parámetros establecidos.

En este momento tenemos las series históricas de las tasas específicas de fecundidad y las correspondientes al umbral teórico, por lo que el siguiente paso consiste en hallar las series intermedias. En este paso se han de tomar varias determinaciones con un inevitable grado de subjetividad, por lo que será importante el mayor o menor conocimiento que se tenga del componente y de su comportamiento. La primera de ellas será determinar el ritmo de cambio y los momentos en los que, de producirse, se invierten las tendencias. La segunda será establecer los valores tanto mínimos como máximos que alcanzarán las tasas proyectadas. Estas operaciones se llevan a cabo gráficamente a partir del repaso de la evolución histórica y del conocimiento que se tenga sobre el tema.

Existen otros métodos para proyectar la fecundidad, con distintos niveles de complejidad. Se puede optar, desde los métodos más simples, como los consistentes

en mantener constante el último nivel de fecundidad conocido, hasta proyectar por separado la fecundidad por estado civil de la madre o por rango de nacimiento.

### Proyección de la migración

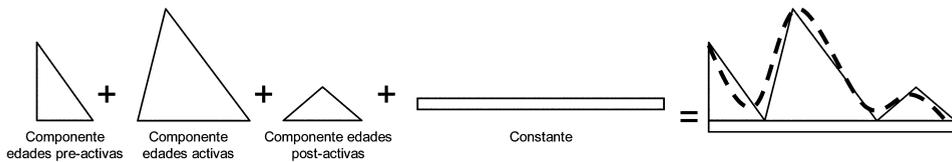
Indudablemente el componente migratorio es el más complejo para predecir su comportamiento venidero. No basta con efectuar un análisis retrospectivo para poder analizar lo que podría pasar en el futuro. Por esta razón, muchas veces se proyecta la población suponiendo únicamente una migración constante o decreciente en su magnitud, utilizando como referencia lo que experimentaba en el pasado reciente. También es posible efectuar las proyecciones en ausencia de migración (ver método del crecimiento natural o proyecciones cerradas).

Los métodos para proyectar la migración tampoco son únicos, al igual que con los restantes componentes. Una de las opciones consiste en proyectar por separado la emigración y la inmigración. Los emigrantes se derivan de la aplicación de unas tasas específicas de emigración por generación. De la suma de las tasas específicas de emigración obtenemos el *Índice Sintético de Emigración (ISE)*. El proceso de proyección consiste en fijar un valor del ISE para cada período de la proyección, y aplicarle un calendario para obtener las tasas que lo componen. El valor del ISE se fijará de acuerdo con las hipótesis y su fundamentación. Para dotar de un calendario a esa intensidad migratoria se puede recurrir a un modelo teórico (como se ha hecho en el caso de la mortalidad o de la fecundidad), en este caso se puede aplicar el modelo propuesto por Rogers y Castro (1982) que proporciona una estructura teórica:

$$m_x = a_1 \{ \exp(\alpha_1 x) \} + a_2 \{ \exp[-\alpha_2(x - \mu_2)] - \exp(\lambda_2(x - \mu_2)) \} + a_3 \{ \exp[-\alpha_3(x - \mu_3)] - \exp(-\lambda_3(x - \mu_3)) \} + c$$

Dicha estructura utiliza cuatro componentes, el primero de ellos es una curva negativa exponencial que representa las edades jóvenes no activas, con un parámetro descendente  $a_1$ ; la segunda es una curva unimodal sesgada a la izquierda, posicionada en  $\mu_2$  en el eje de la edad, y que tiene un parámetro ascendente  $\lambda_2$  y un parámetro descendente  $a_2$ ; el tercer componente es una curva con forma de campana, posicionada en  $\mu_3$  en el eje de la edad, y que tiene un parámetro ascendente  $\lambda_3$ , y un parámetro descendente  $a_3$ . Por último el modelo consta de una constante  $c$ .

## Figura 7.5. Componentes del modelo teórico de migración



Fuente: Rogers y Castro (1984).

También se puede optar por una estructura conocida para la población que se está proyectando, por ejemplo, el calendario emigratorio observado en los períodos recientes. Este método resulta sencillo y proporciona unas tasas de migración coherentes y razonablemente fiables.

Para la inmigración se proyecta en primer lugar el volumen total de inmigrantes para cada período de la proyección, y en segundo lugar se desagrega por edad, es decir, se les aplica una estructura. Para estimar el volumen total de inmigrantes se puede utilizar un método de regresión a partir de los datos retrospectivos observados. Aplicando los parámetros calculados se obtienen los volúmenes de inmigración para los períodos proyectados. Una vez tenemos el número total de inmigrantes para cada uno de los períodos de la proyección, se aplica una estructura para desagregar dicho volumen. En este caso también puede resultar razonable, en función de las hipótesis planteadas, utilizar la estructura observada en períodos recientes, o bien la de alguna población similar hacia cuyo estadio se entiende que va a tender la evolución de la población proyectada.

## Ejercicios del Capítulo 7

### Ejercicio 7.1

Supongamos que tenemos una población que a 1 de enero del año 2000 contaba con 4.098.322 individuos. Teniendo en cuenta que durante los cuatro años posteriores en dicha población se produjeron los nacimientos, defunciones, inmigraciones y emigraciones que se recogen en el Cuadro 7.10, calcular:

### **Cuadro 7.10. Nacimientos, defunciones, inmigrantes y emigrantes en la población objeto de estudio durante el período 2000-2003**

	N	D	I	E
2000	33.069	36.509	3.750	4.650
2001	34.901	36.724	9.018	2.819
2002	37.853	37.316	14.346	1.663
2003	41.198	37.760	20.084	908

**7.1.1** El crecimiento natural, el saldo migratorio y el crecimiento total que dicha población registra durante cada uno de los períodos anuales observados, y durante el período 2000-2004.

**7.1.2** El tamaño de dicha población a 1 de enero de 2001, 2002 y 2004.

**7.1.3** El porcentaje de crecimiento poblacional para cada período anual y para el período 2000-2004, y la tasa de crecimiento anual acumulativa para el período 2000-2004.

**7.1.4** Utilizando el crecimiento experimentado por esta población en 2003, y suponiendo un crecimiento aritmético de la misma, ¿qué tamaño alcanzaría a 1 de enero de 2009? Realizar el mismo cálculo suponiendo un crecimiento geométrico, exponencial, y logístico. Supongamos también que el umbral máximo alcanzable por esta población son 8.000.000 de habitantes, y que alcanzó un tamaño de 4.000.000 de habitantes en 1990.

**7.1.5** Supongamos que durante los siguientes 5 años la evolución de esta población se estabiliza en parámetros similares a los registrados en 2003. Utilizar la tasa bruta de migración neta, la tasa bruta de natalidad y la tasa bruta de mortalidad, para calcular el tamaño de esta población a 1 de enero de 2009, suponiendo que éstos se mantuviesen constantes durante el período 2004-2009.

**7.1.6** Realizar la misma proyección, con horizonte 1 de enero de 2009, con hipótesis de mantenimiento de la fecundidad, la mortalidad y el saldo migratorio de 2003, pero utilizando para ello las tasas específicas por edades. La estructura de la población, por sexo y edad, a 1 de enero de 2004, y las tasas específicas correspondientes a 2003, se pueden encontrar en el Cuadro 7.11. Supongamos que la ratio de masculinidad se corresponde con 105 nacidos por cada 100 nacidas. Estamos proyectando la misma intensidad migratoria, e idénticos niveles de fecundidad y

mortalidad que en el apartado anterior. ¿Es igual el resultado de la proyección? ¿En qué estriba la diferencia?

### Cuadro 7.11. Estructura de la población por edad y sexo, y tasas específicas de mortalidad, fecundidad y migración neta, 2003

2004			2003					
x	$M^P_x$	$F^P_x$	$M^m_x$ (‰)	$F^m_x$ (‰)	x	$f_x$ (‰)	$M^sm_x$ (‰)	$F^sm_x$ (‰)
0	21.245	19.953	4,989	3,959	-	-	-	-
1-4	74.864	70.513	0,681	0,610	0-4		0,00	0,00
5-9	94.654	89.793	0,486	0,334	5-9		0,00	0,00
10-14	99.776	94.411	0,551	0,339	10-14		0,00	0,00
15-19	108.410	102.806	0,876	0,370	15-19	4,41	2,33	1,38
20-24	130.386	124.361	0,974	0,330	20-24	29,05	15,73	11,55
25-29	164.312	154.546	0,834	0,291	25-29	67,55	22,88	17,99
30-34	182.068	171.341	0,956	0,379	30-34	97,56	17,17	13,82
35-39	179.681	173.009	1,219	0,474	35-39	47,96	8,72	6,14
40-44	167.643	164.606	2,040	0,936	40-44	8,87	1,64	1,04
45-49	150.924	150.595	2,717	1,162	45-49	1,45	0,91	0,31
50-54	132.706	133.982	4,687	1,881	50-54		0,00	0,00
55-59	117.991	122.617	7,653	2,936	55-59		0,00	0,00
60-64	102.153	109.042	10,093	3,861	60-64		0,00	0,00
65-69	88.105	100.130	19,545	7,880	65-69		0,00	0,00
70-74	78.844	96.038	34,993	16,004	70-74		0,00	0,00
75-79	62.991	87.318	53,674	27,875	75-79		0,00	0,00
80-84	41.681	69.283	69,888	43,026	80-84		0,00	0,00
85+	30.349	71.065	147,451	121,494	85+		0,00	0,00
Total	2.028.783	2.105.409	9,65	8,64		10,02		

Siendo  $M^P_x$  la población masculina por edades,  $F^P_x$  la población femenina por edades,  $M^m_x$  la tasa específica de mortalidad masculina,  $f_x$  la tasa específica de fecundidad y  $M^sm_x$  la tasa específica de migración neta masculina.

**7.1.7** Conservando la misma hipótesis de mantenimiento de la intensidad migratoria, la fecundidad y la mortalidad correspondientes a 2003 durante el quinquenio posterior, supongamos que un cambio legislativo permite la reagrupación familiar de los inmigrantes, con la consiguiente transformación de la estructura por edades de la inmigración, pero con un cupo máximo inmigratorio que mantiene la intensidad constante. Recalcular la proyección de esta población con horizonte 1 de enero de 2009, manteniendo la intensidad y estructura de la mortalidad y fecundidad, y con idéntica intensidad migratoria, pero variando la estructura de la misma como se refleja en las tasas específicas de migración neta que se pueden encontrar en el Cuadro 7.12.

### Cuadro 7.12. Tasas específicas de migración neta para el período 2004-2009

x	$M^{sm}_x$	$F^{sm}_x$
0-4	1,88	1,80
5-9	5,37	5,41
10-14	6,18	6,54
15-19	3,07	4,26
20-24	8,94	8,48
25-29	8,17	7,30
30-34	7,37	6,17
35-39	6,38	5,61
40-44	4,11	3,99
45-49	1,93	1,88
50-54	1,54	1,81
55-59	1,05	1,51
60-64	4,41	4,46
65-69	5,15	5,68
70-74	4,02	4,83
75-79	5,83	5,47
80-84	4,34	2,86
85+	0,96	0,45

### Soluciones al Ejercicio 7.1<sup>7</sup>

**7.1.1** El crecimiento natural de esta población durante los años 2000 y 2001 resulta negativo, dado que nacieron menos individuos de los que fallecieron:

$$CN^{2000} = 33.069 - 36.509 = - 3.440$$

$$CN^{2001} = 34.901 - 36.724 = - 1.823$$

Durante los años posteriores cambia la relación entre nacimientos y defunciones, y el crecimiento natural es positivo y creciente:

<sup>7</sup> NB:

A lo largo de todo el libro, en los ejemplos resueltos y, de forma muy especial, en los ejercicios, se ha de tener en cuenta que los cálculos han sido efectuados utilizando una hoja de cálculo, y por tanto manejando un número de decimales mayor que el que aparece publicado. Debido a ello, los resultados pueden presentar pequeñas diferencias, si se opera con las cifras redondeadas que aparecen publicadas.

$$CN^{2002} = 37.853 - 37.316 = 537$$

$$CN^{2003} = 41.198 - 37.760 = 3.438$$

Durante la totalidad del período 2000-2003 esta población ha experimentado un decrecimiento natural de 1.288 personas:

$$CN^{2000,2003} = 147.021 - 148.309 = - 1.288$$

El saldo migratorio resulta igualmente negativo durante el primer período anual observado, y fuertemente creciente durante los años posteriores, debido a la reducción de la emigración y a un importante aumento de la inmigración. El saldo migratorio global refleja la fuerte inmigración de los años finales del período:

$$SM^{2000} = 3.750 - 4.650 = - 900$$

$$SM^{2001} = 9.018 - 2.819 = 6.199$$

$$SM^{2002} = 14.346 - 1.663 = 12.683$$

$$SM^{2003} = 20.084 - 908 = 19.176$$

$$SM^{2000,2003} = 47.198 - 10.040 = 37.158$$

Como consecuencia, el crecimiento total resulta negativo para el primer período anual y fuertemente positivo para los últimos, gracias a la importancia del componente migratorio:

$$CT^{2000} = - 3.440 - 900 = - 4.340$$

$$CT^{2001} = - 1.823 + 6.199 = 4.376$$

$$CT^{2002} = 537 + 12.683 = 13.220$$

$$CT^{2003} = 3.438 + 19.176 = 22.614$$

$$CT^{2000,2003} = - 1.288 + 37.158 = 35.870$$

**7.1.2** El tamaño de dicha población a 1 de enero de 2001 sería:

$$P^{01/01/2001} = 4.098.322 + 33.069 - 36.509 + 3.750 - 4.650 = 4.098.322 - 4.340 = 4.093.982$$

La misma población a 1 de enero de 2002 tenía el siguiente tamaño:

$$P^{01/01/2002} = 4.093.982 + 34.901 - 36.724 + 9.018 - 2.819 = 4.093.982 + 4.376 = 4.098.358$$

Al final del período observado, a 1 de enero de 2004, la población contaba ya con 4.134.192 habitantes, gracias a la evolución de los componentes del crecimiento que se ha observado, especialmente del componente migratorio:

$$P^{01/01/2004} = 4.098.322 + 35.870 = 4.134.192$$

**7.1.3** El porcentaje de crecimiento poblacional para el año 2000 se calcularía:

$$c^{2000} = (4.093.982 / 4.098.322) * 100 = 99,89$$

siendo menor que 100, si tomamos  $100-c$  tendremos el porcentaje de decrecimiento sufrido en el período: 0,11%.

Sin embargo, en los años posteriores la población sufre un crecimiento:

$$c^{2001} = (4.098.358 / 4.093.982) * 100 = 100,11$$

$$c^{2002} = (4.111.578 / 4.098.358) * 100 = 100,32$$

$$c^{2003} = (4.134.192 / 4.111.578) * 100 = 100,55$$

Dado que durante los tres años el crecimiento ha sido positivo, el porcentaje de crecimiento se corresponde con  $c-100$ , es decir, esta población creció un 0,11%, 0,32% y 0,55% durante los años 2001, 2002 y 2003 respectivamente.

Si se calcula el porcentaje de crecimiento para el conjunto del período:

$$c^{2000,2003} = (4.134.192 / 4.098.322) * 100 = 100,88$$

se obtiene que la población ha crecido un 0,88% durante el transcurso de los cuatro años observados, lo que se correspondería con un crecimiento medio anual acumulativo de un 0,2%:

$$r = \left( \sqrt[4]{\frac{4.134.192}{4.098.322}} - 1 \right) * 100 = 0,22\%$$

**7.1.4** El tamaño de dicha población a 1 de enero de 2004 era de 4.134.192 habitantes. La tasa de crecimiento anual acumulativa para un período anual se corresponde con el porcentaje de crecimiento:

$$r = \left( \sqrt[1]{\frac{4.134.192}{4.111.578}} - 1 \right) * 100 = 0,55\%$$

Suponiendo un crecimiento aritmético el tamaño de esta población a 1 de enero de 2009 sería de 4.247.884 habitantes:

$$P^{01/01/2009} = 4.134.192 (1 + (5 * 0,0055)) = 4.247.884$$

Si el crecimiento experimentado durante el período fuese geométrico, el tamaño de la población, una vez transcurrido el mismo, sería ligeramente superior:

$$P^{01/01/2009} = 4.134.192 (1 + 0,0055)^5 = 4.249.141$$

El mayor crecimiento lo registraría si experimentase un crecimiento exponencial, resultante del cual en el horizonte 1 de enero de 2009 el tamaño de esta población sería:

$$P^{01/01/2009} = 4.134.192 * e^{0,0055 * 5} = 4.249.462$$

Supongamos un crecimiento logístico de nuestra población. Para ello debemos establecer un umbral máximo alcanzable por la población objeto de estudio, que en este caso ha sido fijado en 8.000.000 de habitantes. También contamos con el dato de que la mitad de dicha cifra máxima ya ha sido alcanzada por la población, y lo hizo en 1990. Por tanto, el tamaño de esta población en nuestro horizonte, bajo estos supuestos, sería:

$$P^{01/01/2009} = \frac{8.000.000}{1 + e^{-0,0055(2009-1990)}} = 4.208.813$$

**7.1.5** El tamaño de esta población a 1 de enero de 2004 es de 4.134.192 individuos, y las tasas brutas de natalidad, mortalidad y migración neta durante el año 2003 fueron:

$$TBN^{2003} = 41.198 / ((4.111.578 + 4.134.192)/2) * 1.000 = 10,02\%$$

$$TBM^{2003} = 37.760 / ((4.111.578 + 4.134.192)/2) * 1.000 = 9,18\%$$

$$sm^{2003} = (20.084 - 908) / ((4.111.578 + 4.134.192)/2) * 1.000 = 4,66\%$$

Suponiendo que estos valores se mantuviesen estables, esta población durante el año 2004 registraría 41.425 nacimientos y 37.968 defunciones:

$$N^{2004} = 4.134.192 * 10,02 / 1.000 = 41.425$$

$$D^{2004} = 4.134.192 * 9,18 / 1.000 = 37.968$$

$$SM^{2004} = 4.134.192 * 4,66 / 1.000 = 19.281$$

por lo que a 1 de enero de 2005 la población contaría con:

$$p^{01/01/2005} = 4.134.192 + 41.425 - 37.968 + 19.281 = 4.156.930 \text{ habitantes}$$

Haciendo los mismos cálculos para los siguientes años, tendríamos una población, a 1 de enero de 2009, de 4.249.141 habitantes:

### Cuadro 7.13. Proyección de la población utilizando las tasas brutas, 2004-2009

	$P^{01/01}$	N	D	SM	TBN	TBM	sm
2004	4.134.192	41.425	37.968	19.281	10,02	9,18	4,66
2005	4.156.930	41.652	38.177	19.388	10,02	9,18	4,66
2006	4.179.794	41.882	38.386	19.494	10,02	9,18	4,66
2007	4.202.783	42.112	38.598	19.601	10,02	9,18	4,66
2008	4.225.899	42.343	38.810	19.709	10,02	9,18	4,66
2009	4.249.141						

**7.1.6** Para proyectar la población necesitaremos las tasas de fecundidad, las probabilidades perspectivas de paso y el saldo migratorio o migración neta. Por tanto, el primer paso es calcular las probabilidades perspectivas de paso a partir de las tasas de mortalidad que tenemos. Para ello hemos de construir una tabla de mortalidad como se ha explicado en el Capítulo 2:

$${}^M_5q_5 = \frac{2 * 5 * 0,000486}{2 + (5 * 0,000486)} = 0,00243$$

$${}^M_5l_5 = 99.502 - 271 = 99.232$$

$${}^M_5d_5 = 99.232 * 0,00243 = 241$$

$${}^M_5L_5 = \frac{5 * (99.232 + 98.991)}{2} = 495.556$$

$${}^M_5S_5 = \frac{494.272}{495.556} = 0,99741$$

Los resultados de las tablas de mortalidad por sexo se indican a continuación (Cuadro 7.14):

**Cuadro 7.14. Tablas de mortalidad por sexo, 2004-2009**

x	$m_x$ (%)	$q_x$	$d_x$	$l_x$	$L_x$	$S_x$
<b>Varones</b>						
0	4,99	0,00498	498	100.000	99.751	0,99444
1-4	0,68	0,00272	271	99.502	397.468	0,99665
5-9	0,49	0,00243	241	99.232	495.556	0,99741
10-14	0,55	0,00275	272	98.991	494.272	0,99644
15-19	0,88	0,00437	432	98.718	492.512	0,99539
20-24	0,97	0,00486	478	98.287	490.239	0,99549
25-29	0,83	0,00416	407	97.809	488.028	0,99554
30-34	0,96	0,00477	464	97.402	485.850	0,99458
35-39	1,22	0,00608	589	96.938	483.217	0,99189
40-44	2,04	0,01015	978	96.349	479.300	0,98819
45-49	2,72	0,01349	1.287	95.371	473.639	0,98171
50-54	4,69	0,02316	2.179	94.084	464.974	0,96973
55-59	7,65	0,03755	3.451	91.905	450.899	0,95673
60-64	10,09	0,04922	4.354	88.454	431.387	0,92936
65-69	19,54	0,09317	7.836	84.100	400.913	0,87462
70-74	34,99	0,16089	12.270	76.265	350.648	0,80456
75-79	53,67	0,23662	15.142	63.994	282.116	0,73704
80-84	69,89	0,29747	14.532	48.852	207.931	0,52817
85+	147,45	1,00000	34.320	34.320	232.756	
<b>Mujeres</b>						
0	3,96	0,00395	395	100.000	99.802	0,99547
1-4	0,61	0,00244	243	99.605	397.934	0,99731
5-9	0,33	0,00167	166	99.362	496.396	0,99832
10-14	0,34	0,00169	168	99.196	495.562	0,99823
15-19	0,37	0,00185	183	99.028	494.685	0,99825
20-24	0,33	0,00165	163	98.846	493.821	0,99845
25-29	0,29	0,00145	144	98.683	493.055	0,99833
30-34	0,38	0,00190	187	98.539	492.229	0,99787
35-39	0,47	0,00237	233	98.352	491.180	0,99648
40-44	0,94	0,00467	458	98.120	489.453	0,99477
45-49	1,16	0,00579	566	97.662	486.894	0,99243
50-54	1,88	0,00936	909	97.096	483.207	0,98805
55-59	2,94	0,01457	1.402	96.187	477.431	0,98317
60-64	3,86	0,01912	1.812	94.785	469.396	0,97122
65-69	7,88	0,03864	3.592	92.973	455.885	0,94259
70-74	16,00	0,07694	6.877	89.381	429.711	0,89745
75-79	27,88	0,13030	10.750	82.504	385.644	0,83996
80-84	43,03	0,19424	13.937	71.754	323.926	0,59499
85+	121,49	1,00000	57.816	57.816	475.877	

Por tanto, las dos series de probabilidades perspectivas de paso, que utilizaremos para proyectar la población de 2004 a 2009, serán (Cuadro 7.15):

**Cuadro 7.15.**  
**Probabilidades**  
**perspectivas de**  
**paso, 2004-2009**

x	$M^S_x$	$F^S_x$
0	0,99444	0,99547
1-4	0,99665	0,99731
5-9	0,99741	0,99832
10-14	0,99644	0,99823
15-19	0,99539	0,99825
20-24	0,99549	0,99845
25-29	0,99554	0,99833
30-34	0,99458	0,99787
35-39	0,99189	0,99648
40-44	0,98819	0,99477
45-49	0,98171	0,99243
50-54	0,96973	0,98805
55-59	0,95673	0,98317
60-64	0,92936	0,97122
65-69	0,87462	0,94259
70-74	0,80456	0,89745
75-79	0,73704	0,83996
80-84	0,52817	0,59499
85+		

También hemos de calcular el saldo migratorio experimentado por esta población durante el período a proyectar. Utilizando las tasas específicas de migración neta podemos calcular el saldo migratorio para el conjunto del período:

$$M_5SM_{20} = 5 * (130.386 * 15,73 / 1.000) = 10.255$$

$$F_5SM_{20} = 5 * (124.361 * 11,55 / 1.000) = 7.180$$

Calculándolo de la misma forma para todas las edades, tendríamos el siguiente saldo migratorio, por sexo y edad, para el período quinquenal (Cuadro 7.16):

**Cuadro 7.16. Saldo migratorio por edades para el período 2004-2009**

x	$M^P_x$	$F^P_x$	$M^{sm}_x$	$F^{sm}_x$	$M^{SM}_x$	$F^{SM}_x$
0-4	96.109	90.466	0,00	0,00	0	0
5-9	94.654	89.793	0,00	0,00	0	0
10-14	99.776	94.411	0,00	0,00	0	0
15-19	108.410	102.806	2,33	1,38	1.265	710
20-24	130.386	124.361	15,73	11,55	10.255	7.180
25-29	164.312	154.546	22,88	17,99	18.795	13.905
30-34	182.068	171.341	17,17	13,82	15.630	11.840
35-39	179.681	173.009	8,72	6,14	7.835	5.310
40-44	167.643	164.606	1,64	1,04	1.375	860
45-49	150.924	150.595	0,91	0,31	685	235
50-54	132.706	133.982	0,00	0,00	0	0
55-59	117.991	122.617	0,00	0,00	0	0
60-64	102.153	109.042	0,00	0,00	0	0
65-69	88.105	100.130	0,00	0,00	0	0
70-74	78.844	96.038	0,00	0,00	0	0
75-79	62.991	87.318	0,00	0,00	0	0
80-84	41.681	69.283	0,00	0,00	0	0
85+	30.349	71.065	0,00	0,00	0	0
Total	2.028.783	2.105.409			55.840	40.040

Siendo  $M^P_x$  la población masculina por edades,  $F^P_x$  la población femenina por edades,  $M^{sm}_x$  la tasa específica de migración neta masculina, y  $M^{SM}_x$  el saldo migratorio masculino por edades.

A partir de la población inicial, a 1 de enero de 2004 proyectamos los supervivientes cinco años después utilizando las probabilidades perspectivas de paso. A los supervivientes les sumamos el saldo migratorio correspondiente a cada grupo etáreo y obtenemos la población por grupo de edad y sexo tras un período de cinco años. En primer lugar proyectamos la población femenina para poder calcular los nacimientos:

$${}^F_5P_{30}^{2009} = 154.546 * 0,9983 + 13.905 = 168.192$$

Calculamos de igual forma todos los grupos etáreos, salvo el de 0-4 años, para el que necesitaremos los nacimientos producidos durante el período. El resultado será (Cuadro 7.17):

### Cuadro 7.17. Proyección de la población femenina de 5 y más años, 2009

Mujeres	2004	2004-2009		2009	
x	$F^P_x$	$F^S_x$	$F^{SM}_x$	$F^P_x$	x
0	19.953	0,99547		-	-
1-4	70.513	0,99731	0		0-4
5-9	89.793	0,99832	0	90.222	5-9
10-14	94.411	0,99823	0	89.642	10-14
15-19	102.806	0,99825	710	94.244	15-19
20-24	124.361	0,99845	7.180	103.336	20-24
25-29	154.546	0,99833	13.905	131.348	25-29
30-34	171.341	0,99787	11.840	168.192	30-34
35-39	173.009	0,99648	5.310	182.816	35-39
40-44	164.606	0,99477	860	177.711	40-44
45-49	150.595	0,99243	235	164.605	45-49
50-54	133.982	0,98805	0	149.690	50-54
55-59	122.617	0,98317	0	132.380	55-59
60-64	109.042	0,97122	0	120.553	60-64
65-69	100.130	0,94259	0	105.903	65-69
70-74	96.038	0,89745	0	94.381	70-74
75-79	87.318	0,83996	0	86.189	75-79
80-84	69.283	0,59499	0	73.344	80-84
85+	71.065		0	83.506	85+
Total	2.105.409		40.040	2.048.064	Total

Para calcular los nacimientos tomamos la población en edad fértil (15-49 años) al comienzo y al final del período (1 de enero de 2004 y 1 de enero de 2009) y calculamos la población a mitad de período:

$$F_5P_{15}^{30/06/2006} = (102.806 + 94.244) / 2 = 98.525$$

### Cuadro 7.18. Población femenina en edad fértil, 2004-2009

x	$F^P_x$		
	01.01.2004	01.01.2009	30.06.2006
15-19	102.806	94.244	98.525
20-24	124.361	103.336	113.849
25-29	154.546	131.348	142.947
30-34	171.341	168.192	169.767
35-39	173.009	182.816	177.912
40-44	164.606	177.711	171.158
45-49	150.595	164.605	157.600
Total	1.079.251	1.062.067	1.031.758

A la población femenina a mitad de período se le aplican las tasas específicas de fecundidad, obteniendo el total de nacimientos por edad de la madre:

$${}_5N_{15}^{2004-2009} = 5 * (98.525 * 4,41 / 1.000) = 2.171$$

### Cuadro 7.19. Proyección de los nacimientos, 2004-2009

x	$F^P_x$	$f_x$	$N^{2004-2009}$
	30.06.2006		Total
15-19	98.525	4,41	2.171
20-24	113.849	29,05	16.538
25-29	142.947	67,55	48.282
30-34	169.767	97,56	82.812
35-39	177.912	47,96	42.661
40-44	171.158	8,87	7.591
45-49	157.600	1,45	1.146
Total	1.031.758		201.200

Para estimar los nacimientos según sexo se aplica el valor del índice de masculinidad (105 niños por cada 100 niñas):

$$M_5 N_{15}^{2004-2009} = 2.171 * 0,51 = 1.112$$

### Cuadro 7.20. Proyección de los nacimientos según sexo, 2004-2009

x	$N^{2004-2009}$		
	Total	Varones	Mujeres
15-19	2.171	1.112	1.059
20-24	16.538	8.471	8.067
25-29	48.282	24.730	23.552
30-34	82.812	42.416	40.396
35-39	42.661	21.851	20.810
40-44	7.591	3.888	3.703
45-49	1.146	587	559
Total	201.200	103.054	98.146

Para calcular la población de 0 a 4 años en 2009 hemos de aplicar a los nacimientos durante el período las probabilidades perspectivas de paso al nacer y sumarle el saldo migratorio entre 0 y 4 años:

$$F_5P_0^{2009} = 98.146 * 0,99547 + 0 = 97.702$$

Añadimos este último grupo de población y tenemos ya completa la población femenina por grupos de edad en nuestro horizonte:

**Cuadro 7.21.**  
**Población**  
**femenina**  
**proyectada a 2009**

x	$F_x^P$
0-4	97.702
5-9	90.222
10-14	89.642
15-19	94.244
20-24	103.336
25-29	131.348
30-34	168.192
35-39	182.816
40-44	177.711
45-49	164.605
50-54	149.690
55-59	132.380
60-64	120.553
65-69	105.903
70-74	94.381
75-79	86.189
80-84	73.344
85+	83.506
Total	2.145.766

Si repetimos los mismos pasos para calcular la población masculina, tendremos completa nuestra población proyectada a 1 de enero de 2009, en función de las hipótesis que habíamos planteado:

$$M_5P_0^{2009} = 103.054 * 0,99444 + 0 = 102.481$$

$$M_{5'30}P_{30}^{2009} = 164.312 * 0,99554 + 18.795 = 182.374$$

**Cuadro 7.22. Proyección de la población masculina, 2004-2009**

Varones	2004	2004-2009		2009	
x	$M^P_x$	$M^S_x$	$M^{SM}_x$	$M^P_x$	x
0	21.245	0,99444		-	-
1-4	74.864	0,99665	0	102.481	0-4
5-9	94.654	0,99741	0	95.788	5-9
10-14	99.776	0,99644	0	94.409	10-14
15-19	108.410	0,99539	1.265	99.421	15-19
20-24	130.386	0,99549	10.255	109.175	20-24
25-29	164.312	0,99554	18.795	140.053	25-29
30-34	182.068	0,99458	15.630	182.374	30-34
35-39	179.681	0,99189	7.835	196.711	35-39
40-44	167.643	0,98819	1.375	186.060	40-44
45-49	150.924	0,98171	685	167.038	45-49
50-54	132.706	0,96973	0	148.848	50-54
55-59	117.991	0,95673	0	128.689	55-59
60-64	102.153	0,92936	0	112.885	60-64
65-69	88.105	0,87462	0	94.937	65-69
70-74	78.844	0,80456	0	77.059	70-74
75-79	62.991	0,73704	0	63.434	75-79
80-84	41.681	0,52817	0	46.427	80-84
85+	30.349		0	38.044	85+
Total	2.028.783		55.840	2.066.827	Total

La población a 1 de enero de 2009 sería de 4.229.596 habitantes:

### **Cuadro 7.23. Población por edad y sexo proyectada a 2009**

x	Total	M <sup>P</sup> <sub>x</sub>	F <sup>P</sup> <sub>x</sub>
0-4	200.183	102.481	97.702
5-9	186.010	95.788	90.222
10-14	184.051	94.409	89.642
15-19	193.665	99.421	94.244
20-24	212.511	109.175	103.336
25-29	271.401	140.053	131.348
30-34	350.566	182.374	168.192
35-39	379.527	196.711	182.816
40-44	363.770	186.060	177.711
45-49	331.643	167.038	164.605
50-54	298.538	148.848	149.690
55-59	261.069	128.689	132.380
60-64	233.439	112.885	120.553
65-69	200.840	94.937	105.903
70-74	171.440	77.059	94.381
75-79	149.624	63.434	86.189
80-84	119.771	46.427	73.344
85+	121.550	38.044	83.506
Total	4.229.596	2.083.830	2.145.766

Si se compara esta proyección con la realizada utilizando las tasas brutas (4.249.141 hab.) se puede observar la diferencia entre ambas. Aplicadas a la estructura por edades de la población objeto de estudio durante el año 2003, las tasas brutas y las tasas específicas corresponden exactamente a la misma intensidad de mortalidad, natalidad y migración neta; pero si simplemente se proyectan las tasas brutas se está suponiendo que no se produce, durante el período proyectado, ninguna variación en la estructura de esta población, circunstancia irreal, o que la evolución de los componentes variará de forma que compense los cambios en la estructura arrojando el mismo nivel de mortalidad, natalidad y migración brutas, circunstancia poco probable. Si, por el contrario, proyectamos la misma intensidad de los componentes pero teniendo en cuenta su estructura por edad y sexo, la incidencia global o bruta de cada uno de ellos variará en función de los cambios que se produzcan en la estructura por edades de la población, como ha ocurrido en este caso. Durante el período proyectado la estructura por edades de la población envejece, a pesar de la fuerte inmigración joven. A pesar de que estamos utilizando la misma

intensidad de la mortalidad, al tener una población más envejecida, ésta arroja un mayor número de defunciones y, por tanto, una tasa bruta más elevada. De igual forma, si proyectamos tasas brutas, al no tener en cuenta la estructura de la migración neta, podemos estar ignorando el importante efecto que puede tener sobre la fecundidad al alterar el número de efectivos de población femenina en edad fértil. En el siguiente apartado utilizaremos la misma intensidad migratoria neta, pero variaremos la estructura de la misma, y se podrá observar el efecto sobre la población final, debido, especialmente, al componente natalidad.

**7.1.7** Partimos de la misma población inicial, y no necesitaremos, en este caso calcular las probabilidades perspectivas de paso, puesto que utilizaremos la misma hipótesis de mortalidad que en el apartado anterior. Nos sirven, por lo tanto, las probabilidades perspectivas de paso, pero hemos de volver a calcular el saldo migratorio bruto, puesto que aunque corresponde a la misma intensidad migratoria en 2003, ha variado la estructura. Debido al cambio legislativo, en la inmigración que recibirá esta población durante el siguiente quinquenio, y por tanto, en la migración neta resultante, hay una mayor presencia de niños y personas mayores, sin estar la inmigración tan concentrada en las edades centrales de la juventud y la edad adulta, y también un mayor equilibrio por género.

Calculamos el saldo migratorio al igual que se ha hecho en el apartado anterior:

$${}^M_5SM_{20} = 5 * (130.386 * 8,94 / 1.000) = 5.825$$

$${}^F_5SM_{20} = 5 * (124.361 * 8,48 / 1.000) = 5.275$$

**Cuadro 7.24. Saldo migratorio por edades para el período 2004-2009**

x	$M^P_x$	$F^P_x$	$M^{sm}_x$	$F^{sm}_x$	$M^{SM}_x$	$F^{SM}_x$
0-4	96.109	90.466	1,88	1,80	905	815
5-9	94.654	89.793	5,37	5,41	2.540	2.430
10-14	99.776	94.411	6,18	6,54	3.085	3.085
15-19	108.410	102.806	3,07	4,26	1.665	2.190
20-24	130.386	124.361	8,94	8,48	5.825	5.275
25-29	164.312	154.546	8,17	7,30	6.710	5.640
30-34	182.068	171.341	7,37	6,17	6.705	5.290
35-39	179.681	173.009	6,38	5,61	5.735	4.855
40-44	167.643	164.606	4,11	3,99	3.445	3.280
45-49	150.924	150.595	1,93	1,88	1.455	1.415
50-54	132.706	133.982	1,54	1,81	1.025	1.215
55-59	117.991	122.617	1,05	1,51	620	925
60-64	102.153	109.042	4,41	4,46	2.255	2.430
65-69	88.105	100.130	5,15	5,68	2.270	2.845
70-74	78.844	96.038	4,02	4,83	1.585	2.320
75-79	62.991	87.318	5,83	5,47	1.835	2.390
80-84	41.681	69.283	4,34	2,86	905	990
85+	30.349	71.065	0,96	0,45	145	160
Total	2.028.783	2.105.409			48.710	47.550

Proyectamos la población femenina aplicando las probabilidades perspectivas de paso calculadas en el apartado anterior, y le sumamos el saldo migratorio bruto calculado para el período:

$${}^F_5P_{30}^{2009} = 154.546 * 0,9983 + 5.640 = 159.927$$

De esta forma obtenemos la población femenina en nuestro horizonte salvo para el grupo de edad 0-4, que se corresponde con los nacimientos producidos durante el período 2004-2009:

**Cuadro 7.25. Proyección de la población femenina de 5 y más años, 2009**

Mujeres	2004	2004-2009		2009	
x	$F^P_x$	$F^S_x$	$F^{SM}_x$	$F^P_x$	x
0	19.953	0,99547		-	-
1-4	70.513	0,99731	815		0-4
5-9	89.793	0,99832	2.430	91.037	5-9
10-14	94.411	0,99823	3.085	92.072	10-14
15-19	102.806	0,99825	2.190	97.329	15-19
20-24	124.361	0,99845	5.275	104.816	20-24
25-29	154.546	0,99833	5.640	129.443	25-29
30-34	171.341	0,99787	5.290	159.927	30-34
35-39	173.009	0,99648	4.855	176.266	35-39
40-44	164.606	0,99477	3.280	177.256	40-44
45-49	150.595	0,99243	1.415	167.025	45-49
50-54	133.982	0,98805	1.215	150.870	50-54
55-59	122.617	0,98317	925	133.595	55-59
60-64	109.042	0,97122	2.430	121.478	60-64
65-69	100.130	0,94259	2.845	108.333	65-69
70-74	96.038	0,89745	2.320	97.226	70-74
75-79	87.318	0,83996	2.390	88.509	75-79
80-84	69.283	0,59499	990	75.734	80-84
85+	71.065		160	84.656	85+
Total	2.105.409		40.040	2.055.574	Total

Para calcular los nacimientos durante el período tomamos la población femenina al comienzo y al final del mismo y calculamos la población media, a la que se aplicarán las tasas de fecundidad:

$$F^P_{15}^{30/06/2006} = (102.806 + 97.329) / 2 = 100.067$$

**Cuadro 7.26. Población femenina en edad fértil, 2004-2009**

x	$F^P_x$			$f_x$
	01.01.2004	01.01.2009	30.06.2006	
15-19	102.806	97.329	100.067	4,41
20-24	124.361	104.816	114.589	29,05
25-29	154.546	129.443	141.995	67,55
30-34	171.341	159.927	165.634	97,56
35-39	173.009	176.266	174.637	47,96
40-44	164.606	177.256	170.931	8,87
45-49	150.595	167.025	158.810	1,45
Total	1.043.268	1.014.072	1.026.663	

Si se compara con el escenario resultante en el apartado anterior, se puede observar el efecto que el cambio en la estructura de edades de la migración ha producido sobre la población femenina. La menor concentración de la inmigración resulta en una menor presencia de mujeres en las edades centrales (25-39 años), que son las que presentan mayores tasas de fecundidad, y repercutirá en el número de nacimientos. Para calcularlos se han de aplicar las tasas específicas de fecundidad a la población femenina a mitad de período:

$${}_5N_{15}^{2004-2009} = 5 * (100.067 * 4,41 / 1.000) = 2.205$$

### Cuadro 7.27. Proyección de los nacimientos, 2004-2009

x	$F P_x$	$f_x$	$N^{2004-2009}$
	30/06/2006		Total
15-19	100.067	4,41	2.205
20-24	114.589	29,05	16.645
25-29	141.995	67,55	47.961
30-34	165.634	97,56	80.796
35-39	174.637	47,96	41.875
40-44	170.931	8,87	7.580
45-49	158.810	1,45	1.155
Total	1.026.663		198.218

Para calcular la distribución por sexo del total de nacimientos se utiliza la ratio de masculinidad:

$$M_5N_{15}^{2004-2009} = 2.205 * 0,51 = 1.129$$

### Cuadro 7.28. Proyección de los nacimientos según sexo, 2004-2009

x	$N^{2004-2009}$		
	Total	Varones	Mujeres
15-19	2.205	1.129	1.075
20-24	16.645	8.526	8.120
25-29	47.961	24.565	23.395
30-34	80.796	41.383	39.413
35-39	41.875	21.448	20.427
40-44	7.580	3.883	3.698
45-49	1.155	591	563
Total	198.218	101.526	96.692

Añadimos los nacimientos femeninos a la estructura por edades de esta población, aplicando la probabilidad perspectiva de paso al nacimiento y sumándole la migración neta entre 0 y 4 años, y tenemos ya la población femenina en el horizonte 2009:

$${}^F_5P_0^{2009} = 96.692 * 0,99547 + 815 = 97.068$$

### **Cuadro 7.29. Población femenina proyectada al año 2009**

x	$F^P_x$
0-4	97.068
5-9	91.037
10-14	92.072
15-19	97.329
20-24	104.816
25-29	129.443
30-34	159.927
35-39	176.266
40-44	177.256
45-49	167.025
50-54	150.870
55-59	133.595
60-64	121.478
65-69	108.333
70-74	97.226
75-79	88.509
80-84	75.734
85+	84.656
Total	2.152.642

Repetimos el mismo procedimiento para la población masculina, utilizando los nacimientos de varones que acabamos de calcular:

$${}^M_5P_0^{2009} = 101.526 * 0,99444 + 905 = 101.866$$

$${}^M_5P_{30}^{2009} = 164.312 * 0,99554 + 6.710 = 170.289$$

**Cuadro 7.30. Proyección de la población masculina, 2004-2009**

Varones	2004	2004-2009		2009	
x	$M^P_x$	$M^S_x$	$M^{SM}_x$	$M^P_x$	x
0	21.245	0,99444		-	-
1-4	74.864	0,99665	905	101.866	0-4
5-9	94.654	0,99741	2.540	96.693	5-9
10-14	99.776	0,99644	3.085	96.949	10-14
15-19	108.410	0,99539	1.665	102.506	15-19
20-24	130.386	0,99549	5.825	109.575	20-24
25-29	164.312	0,99554	6.710	135.623	25-29
30-34	182.068	0,99458	6.705	170.289	30-34
35-39	179.681	0,99189	5.735	187.786	35-39
40-44	167.643	0,98819	3.445	183.960	40-44
45-49	150.924	0,98171	1.455	169.108	45-49
50-54	132.706	0,96973	1.025	149.618	50-54
55-59	117.991	0,95673	620	129.714	55-59
60-64	102.153	0,92936	2.255	113.505	60-64
65-69	88.105	0,87462	2.270	97.192	65-69
70-74	78.844	0,80456	1.585	79.329	70-74
75-79	62.991	0,73704	1.835	65.019	75-79
80-84	41.681	0,52817	905	48.262	80-84
85+	30.349		145	39.094	85+
Total	2.028.783		48.710	2.076.086	Total

De esta forma obtenemos la población total en el horizonte de la proyección. Se puede observar cómo sin variar la mortalidad ni la fecundidad, ni la intensidad migratoria, simplemente los cambios en la estructura migratoria repercuten sobre la población final. En este caso, las variaciones en la estructura por edad de la población femenina, debidas al componente migratorio, resultan en una disminución de la natalidad en el período. Como consecuencia, no sólo la estructura por edad y sexo de la población final varía, sino también el tamaño de la misma.

### Cuadro 7.31. Población por edad y sexo proyectada a 2009

	Total	M <sup>P</sup> <sub>x</sub>	F <sup>P</sup> <sub>x</sub>
0-4	198.935	101.866	97.068
5-9	187.730	96.693	91.037
10-14	189.021	96.949	92.072
15-19	199.835	102.506	97.329
20-24	214.391	109.575	104.816
25-29	265.066	135.623	129.443
30-34	330.216	170.289	159.927
35-39	364.052	187.786	176.266
40-44	361.215	183.960	177.256
45-49	336.133	169.108	167.025
50-54	300.488	149.618	150.870
55-59	263.309	129.714	133.595
60-64	234.984	113.505	121.478
65-69	205.525	97.192	108.333
70-74	176.555	79.329	97.226
75-79	153.529	65.019	88.509
80-84	123.996	48.262	75.734
85+	123.750	39.094	84.656
Total	4.228.728	2.076.086	2.152.642

### Ejercicio 7.2

La población de 65 y más años es un segmento de creciente peso e importancia en nuestra sociedad. Conocer el volumen y características futuras de esta población, no sólo es de gran importancia para sectores como la industria farmacéutica o los servicios sanitarios o sociales, sectores de los que son los principales consumidores, sino para cualquier sector comercial o de ocio y servicios debido a la demanda creciente de este grupo de población y a su importante peso en la población actual. Supongamos que tenemos una población de 50 y más años en el año 2000, con la estructura etárea que recoge el Cuadro 7.32, y que queremos conocer la proyección de 65 y más años que tendremos en 2015, o al menos, el margen en el que se moverá el volumen de la misma.

**7.2.1** ¿Qué componentes tendremos que proyectar si consideramos nula la migración de población de 50 y más años en esta población?

**7.2.2** Para delimitar la franja en que se encontrará el volumen de población mayor en el año 2015 estableceremos dos hipótesis, una baja y una alta. Para la hipótesis alta utilizaremos un escenario “optimista” en el que la esperanza de vida femenina pudiese llegar a alcanzar un máximo teórico de 91 años, máximo que situaremos conveniente alejado, por ejemplo a cien años del momento de observación. Supondremos también que la esperanza de vida mínima se sitúa en 30 años. Teniendo en cuenta que se trata de una población occidental, proyectar esta hipótesis de mortalidad utilizando los datos referidos, para lo que será necesario utilizar un modelo logístico.

**7.2.3** Supongamos que la población observada ha mostrado una evolución de crecimiento constante de la esperanza de vida a lo largo del último siglo, como se puede observar en el Cuadro 7.33, por lo que no se contempla la posibilidad de que la esperanza de vida se reduzca en el futuro inmediato. En este caso podemos establecer que la hipótesis más baja consistiría en que la  $e_0$  se estabilizase en los niveles actuales, sin seguir aumentando. Utilizando como hipótesis baja la estabilidad de los niveles de mortalidad del año 2000 y como hipótesis alta la mortalidad proyectada en el apartado anterior, proyectar la población de 65 y más años en el año horizonte 2015.

**Cuadro 7.32. Estructura por edad y sexo, y probabilidades perspectivas de paso. Población de 50 y más años, 2000**

x	P <sub>x</sub>		S <sub>x</sub>	
	V	M	V	M
50-54	24.909.015	25.445.107	0,96336	0,98343
55-59	21.915.517	22.735.824	0,93955	0,97376
60-64	19.557.381	21.452.393	0,90925	0,96951
65-69	21.402.975	24.399.215	0,86482	0,94887
70-74	18.341.278	22.848.481	0,78798	0,89835
75-79	13.915.438	19.831.118	0,65015	0,80911
80-84	7.920.061	14.366.098	0,33287	0,39355
85-89	4.391.675	9.474.381	0,25361	0,32043
90-94	1.576.549	3.986.021	0,14865	0,21202
95-99	342.217	986.055	0,00705	0,06339
100+	59.433	144.227		
65+	67.949.626	96.035.596		
Total	134.331.539	165.668.920	74,8	82,6

**Cuadro 7.33. Evolución de la esperanza de vida al nacer, 1900-2000**

t	e <sub>0</sub>	
	M	V
1900	35,1	33,5
1910	41,6	40,2
1920	42,5	40,6
1930	51,2	48,8
1940	53,4	47,3
1950	64,0	59,2
1960	72,1	67,3
1970	75,6	69,5
1980	78,1	71,4
1985	79,3	72,3
1990	80,8	73,2
1995	81,6	74,1
2000	82,6	74,8

**Cuadro 7.34. Tablas-tipo de mortalidad correspondientes a regiones occidentales**

x	$n m_x$					
	Nivel 25		Nivel 26		Nivel 27	
	Mujeres	Varones	Mujeres	Varones	Mujeres	Varones
0	0,0060	0,0077	0,0041	0,0051	0,0028	0,0036
1	0,0004	0,0006	0,0004	0,0005	0,0003	0,0004
5	0,0002	0,0003	0,0001	0,0001	0,0000	0,0001
10	0,0002	0,0003	0,0001	0,0001	0,0000	0,0001
15	0,0003	0,0008	0,0002	0,0006	0,0001	0,0003
20	0,0004	0,0010	0,0003	0,0009	0,0002	0,0008
25	0,0004	0,0001	0,0004	0,0010	0,0003	0,0009
30	0,0006	0,0001	0,0004	0,0010	0,0003	0,0008
35	0,0008	0,0005	0,0006	0,0012	0,0005	0,0009
40	0,0013	0,0023	0,0010	0,0019	0,0007	0,0015
45	0,0010	0,0037	0,0015	0,0030	0,0011	0,0023
50	0,0031	0,0063	0,0024	0,0052	0,0019	0,0043
55	0,0046	0,0098	0,0034	0,0077	0,0024	0,0056
60	0,0073	0,0155	0,0053	0,0122	0,0036	0,0088
65	0,0119	0,0250	0,0084	0,0196	0,0053	0,0134
70	0,0215	0,0411	0,0153	0,0326	0,0098	0,0225
75	0,0406	0,0695	0,0306	0,0583	0,0217	0,0445
80	0,0761	0,1127	0,0612	0,0993	0,0479	0,0824
85	0,1342	0,1762	0,1141	0,1615	0,0970	0,1434
90	0,2225	0,2655	0,1987	0,2510	0,1800	0,2345
95	0,3469	0,3857	0,3227	0,3728	0,3061	0,3602
100	0,5174	0,5476	0,4992	0,5372	0,4884	0,5279
$e_0$	80,00	73,88	82,50	76,19	85,00	78,98

**Soluciones al Ejercicio 7.2**

**7.2.1** Dado que el horizonte de la proyección es relativamente cercano, toda la población a proyectar, es decir, todos los individuos que tendrán 65 y más años en 2015, ya habían nacido, formando parte de la población-base. Por ello, en esta proyección no es necesario observar el componente natalidad. Por el contrario, mientras en la mayoría de las poblaciones con altos niveles de longevidad, como la española, el componente mortalidad es muy estable, produciendo escasos márgenes de variación en proyecciones de la población total, cuando lo que se proyecta es la subpoblación mayor, cobra gran protagonismo. Por ello, el componente principal a

observar en una proyección de población mayor será la mortalidad, y en caso de que consideremos la hipótesis de migración nula, como el actual, será el único componente a proyectar.

**7.2.2** En primer lugar hemos de proyectar la esperanza de vida femenina. Para ello, tenemos que calcular los logits correspondientes a la serie histórica de esperanza de vida femenina al nacer. Con este fin, utilizaremos la esperanza de vida mínima y máxima alcanzable que hemos fijado:

$$\text{Logit}(e_0^{1900}) = \text{LN}\left(\frac{91 - 35,1}{35,1 - 30}\right) = 2,3943$$

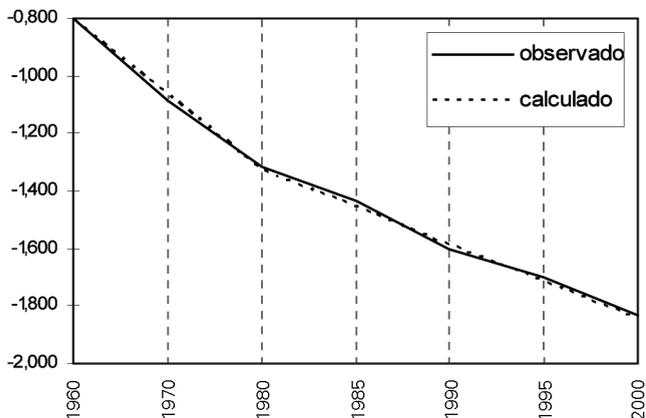
$$\text{Logit}(e_0^{2000}) = \text{LN}\left(\frac{91 - 82,6}{82,6 - 30}\right) = -1,8345$$

**Cuadro 7.35. Serie histórica de esperanza de vida y logits observados, mujeres 1900-2000**

t	e <sub>0</sub>	logit(e <sub>0</sub> ) observado
1900	35,1	2,3943
1910	41,6	1,4489
1920	42,5	1,3558
1930	51,2	0,6299
1940	53,4	0,4743
1950	64,0	-0,2305
1960	72,1	-0,8009
1970	75,6	-1,0855
1980	78,1	-1,3161
1985	79,3	-1,4383
1990	80,8	-1,6055
1995	81,6	-1,7028
2000	82,6	-1,8345

Una vez obtenida la serie correspondiente al período observado, calculamos los elementos de la recta de regresión. Con el coeficiente y la constante de la recta de regresión recalculamos los logits correspondientes a las esperanzas de vida al nacer de los años observados. Si utilizamos la serie desde 1960 obtenemos un ajuste aceptable entre la serie observada y la calculada:

**Figura 7.6. Elementos y representación gráfica de la regresión para el cálculo de logits, mujeres 1960-2000**



Constante	50,09448
Err Std de Y Est	0,026539
R Cuadrado	0,995093
N° Observaciones	7
Grados de Libertad	5
Coefficiente	-0,02597
Err Std de Coeficiente	0,000816

$$\text{Logit}(e_0^{1960}) = (-0,02597 * 1960) + 50,09448 = -0,8075$$

$$\text{Logit}(e_0^{2000}) = (-0,02597 * 2000) + 50,09448 = -1,8464$$

**Cuadro 7.36. Cálculo de logits por regresión, mujeres 1960-2000**

t	logit( $e_0$ )	
	Observado	Calculado
1960	-0,801	-0,808
1970	-1,086	-1,067
1980	-1,316	-1,327
1985	-1,438	-1,457
1990	-1,606	-1,587
1995	-1,703	-1,717
2000	-1,834	-1,846

De la misma forma se calcula la serie para los años no observados, hasta el umbral en el que se alcanzaría la esperanza de vida al nacer máxima, que situaremos aproximadamente a cien años del momento de observación:

$$\text{Logit}(e_0^{2005}) = (-0,02597 * 2005) + 50,09448 = -1,9762$$

$$\text{Logit}(e_0^{2015}) = (-0,02597 * 2015) + 50,09448 = -2,2359$$

### Cuadro 7.37. Cálculo de logits por regresión, mujeres 1960-2115

t	logit( $e_0$ )		t	logit( $e_0$ )	
	Observado	Calculado		Observado	Calculado
1960	-0,8009	-0,8075	2045		-3,0150
1970	-1,0855	-1,0672	2050		-3,1449
1980	-1,3161	-1,3269	2055		-3,2747
1985	-1,4383	-1,4568	2060		-3,4046
1990	-1,6055	-1,5866	2065		-3,5344
1995	-1,7028	-1,7165	2070		-3,6643
2000	-1,8345	-1,8464	2075		-3,7941
2005		-1,9762	2080		-3,9240
2010		-2,1061	2085		-4,0538
2015		-2,2359	2090		-4,1837
2020		-2,3658	2095		-4,3135
2025		-2,4956	2100		-4,4434
2030		-2,6255	2105		-4,5732
2035		-2,7553	2110		-4,7031
2040		-2,8852	2115		-4,8330

Con ellos podemos calcular la serie de esperanzas de vida al nacer:

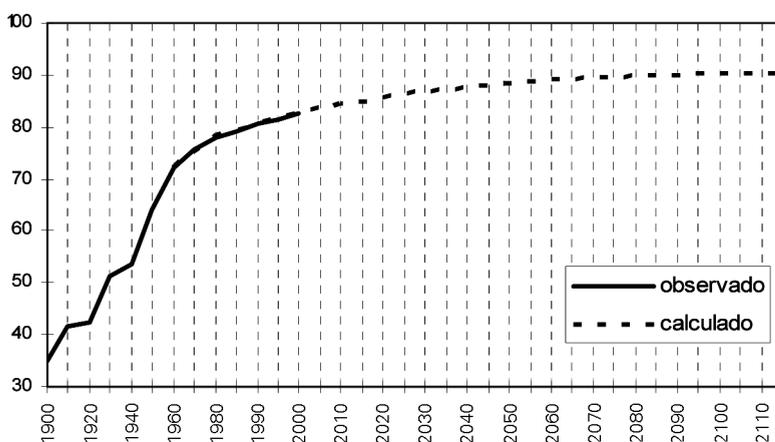
$$e_0^{2005} = 30 + \frac{91 - 30}{1 + e^{-1,9762}} = 83,57$$

$$e_0^{2015} = 30 + \frac{91 - 30}{1 + e^{-2,2359}} = 85,11$$

**Cuadro 7.38. Cálculo de la serie de esperanzas de vida al nacer, mujeres 1960-2115**

t	e <sub>0</sub>		t	e <sub>0</sub>	
	Observada	Calculada		Observada	Calculada
1960	72,10	72,19	2045		88,15
1970	75,60	75,39	2050		88,48
1980	78,10	78,21	2055		88,78
1985	79,30	79,47	2060		89,04
1990	80,80	80,64	2065		89,27
1994	81,60	81,71	2070		89,48
2000	82,60	82,69	2075		89,66
2005		83,57	2080		89,82
2010		84,38	2085		89,96
2015		85,11	2090		90,08
2020		85,76	2095		90,19
2025		86,35	2100		90,29
2030		86,88	2105		90,38
2035		87,35	2110		90,45
2040		87,77	2115		90,52

**Figura 7.7. Serie de esperanzas de vida al nacer observadas y calculadas, mujeres 1900-2115**



Ahora hemos de proyectar la esperanza de vida al nacer masculina. Al valor máximo que hemos tomado para la femenina le hemos de hacer corresponder una esperanza de vida al nacer máxima masculina. Para ello necesitamos usar las *tablas-tipo* de mortalidad que se vieron en el Capítulo 2. Si tomamos la tabla correspondiente a un menor nivel de mortalidad, nivel 27, podemos observar que la esperanza de vida femenina es de 85 años y la masculina, de 78,98. Si nuestra esperanza de vida máxima fuese inferior a éste podríamos tomar directamente la  $e_0$  masculina de la tabla correspondiente o calcularla mediante una simple interpolación. Pero nuestra  $e_0$  máxima es mayor que la de la tabla de mayor nivel, por tanto hemos de calcular qué  $e_0$  masculina le correspondería utilizando la última de las tablas disponibles:

$${}_M e_0^{\max} = \left( \frac{91}{85} \right) * 78,98 = 84,555$$

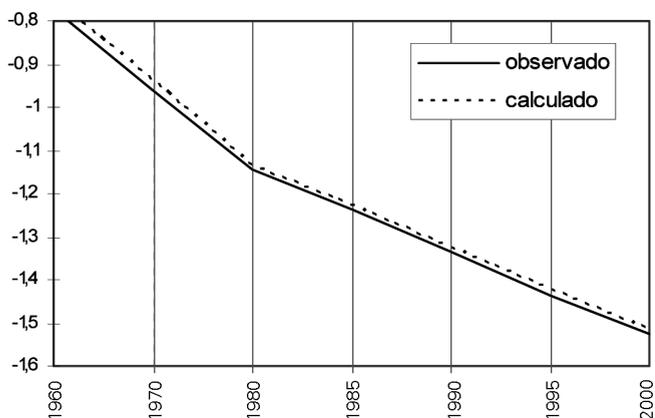
A partir de esta  $e_0$  máxima repetimos el cálculo igual que para la femenina. En primer lugar se calcula la serie de logits observados:

$$\text{Logit}(e_0^{1900}) = LN\left(\frac{84,56 - 33,5}{33,5 - 30}\right) = 2,6801$$

$$\text{Logit}(e_0^{2000}) = LN\left(\frac{84,56 - 74,8}{74,8 - 30}\right) = -1,5244$$

Se calculan los elementos de la recta de regresión, y con ellos la serie de logits calculados:

**Figura 7.8. Elementos y representación gráfica de la regresión para el cálculo de logits, varones 1960-2000**



Constante	36,92975
Err Std de Y Est	0,041142
R Cuadrado	0,978831
Nº Observaciones	7
Grados de Libertad	5
Coefficiente	-0,01922
Err Std de Coeficiente	0,001264

$$\text{Logit}(e_0^{1960}) = (-0,01922 * 1960) + 36,92975 = -0,7487$$

$$\text{Logit}(e_0^{2000}) = (-0,01922 * 2000) + 36,9297 = -1,5177$$

**Cuadro 7.39. Cálculo de logits por regresión, varones 1960-2000**

t	logit(e <sub>0</sub> )	
	Observado	Calculado
1960	-0,770888	0,748787
1970	-0,964587	0,941024
1980	-1,146474	1,133262
1985	-1,238848	-1,22938
1990	-1,336177	1,325499
1995	-1,439374	1,421618
2000	-1,524422	1,517736

De la misma forma se calcula la serie para los años no observados:

$$\text{Logit}(e_0^{2005}) = (-0,01922 * 2005) + 36,92975 = -1,6139$$

$$\text{Logit}(e_0^{2015}) = (-0,01922 * 2015) + 36,92975 = -1,8061$$

### Cuadro 7.40. Cálculo de logits por regresión, varones 1960-2115

t	logit( $e_0$ )		t	logit( $e_0$ )	
	Observado	Calculado		Observado	Calculado
1960	-0,7709	-0,7488	2045		-2,3828
1970	-0,9646	-0,9410	2050		-2,4789
1980	-1,1465	-1,1333	2055		-2,5750
1985	-1,2388	-1,2294	2060		-2,6712
1990	-1,3362	-1,3255	2065		-2,7673
1995	-1,4394	-1,4216	2070		-2,8634
2000	-1,5244	-1,5177	2075		-2,9595
2005		-1,6139	2080		-3,0556
2010		-1,7100	2085		-3,1518
2015		-1,8061	2090		-3,2479
2020		-1,9022	2095		-3,3440
2025		-1,9983	2100		-3,4401
2030		-2,0944	2105		-3,5362
2035		-2,1906	2110		-3,6323
2040		-2,2867	2115		-3,7285

Y a partir de ella se calculan las esperanzas de vida al nacer:

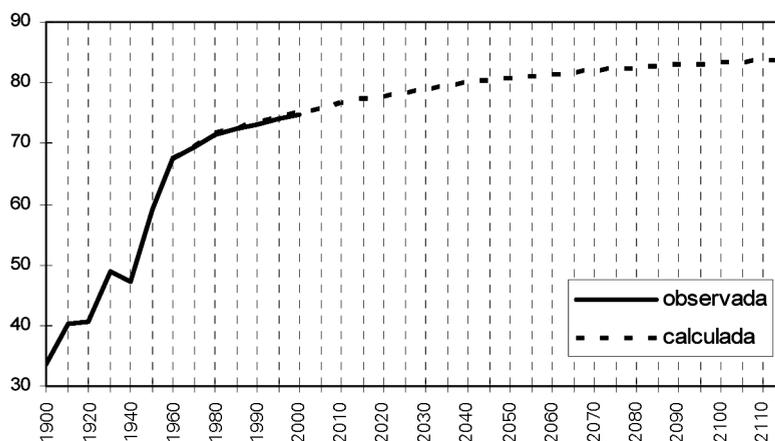
$$e_0^{2005} = 30 + \frac{84,56 - 30}{1 + e^{-1,6139}} = 75,87$$

$$e_0^{2015} = 30 + \frac{84,56 - 30}{1 + e^{-1,8061}} = 77,24$$

**Cuadro 7.41. Cálculo de la serie de esperanzas de vida al nacer, varones 1960-2115**

t	e <sub>0</sub>		t	e <sub>0</sub>	
	Observada	Calculada		Observada	Calculada
1960	67,30	67,34	2045		80,35
1970	69,50	69,56	2050		80,75
1980	71,40	71,60	2055		81,11
1985	72,30	72,55	2060		81,44
1990	73,20	73,46	2065		81,75
1995	74,10	74,31	2070		82,03
2000	74,80	75,11	2075		82,29
2005		75,87	2080		82,53
2010		76,58	2085		82,74
2015		77,24	2090		82,94
2020		77,86	2095		83,12
2025		78,43	2100		83,29
2030		78,97	2105		83,44
2035		79,47	2110		83,58
2040		79,93	2115		83,71

**Figura 7.9. Serie de esperanzas de vida al nacer observadas y calculadas, varones 1900-2115**



Ahora tenemos para cada sexo dos series de  $e_0$ , las observadas y las calculadas, éstas últimas hemos de ajustarlas a las observaciones. Para los años en que tenemos  $e_0$  reales, tomamos éstas. El último año para el que tenemos una observación es 2000, para el que hemos observado una  $e_0$  real de 82,60 y tenemos una estimada de 82,69; la diferencia entre ambas es de  $-0,09$ . Hemos de distribuir esta diferencia entre las siguientes observaciones hasta hacerla nula:

$$e_0^{2000} = 82,69 + (-0,09 * 1) = 82,60$$

$$e_0^{2005} = 83,57 + (-0,09 * 0,75) = 83,51$$

$$e_0^{2010} = 84,38 + (-0,09 * 0,50) = 84,34$$

$$e_0^{2015} = 85,11 + (-0,09 * 0,25) = 85,09$$

$$e_0^{2020} = 85,76 + (-0,09 * 0) = 85,76$$

Aplicando el mismo procedimiento a la serie masculina, tenemos:

### Cuadro 7.42. Esperanza de vida calculada mediante logits, 1960-2115

e <sub>0</sub> máxima	Mujeres		Varones	
	91	91 ajustada	84,56	84,56 ajustada
1960	72,19	72,10	67,34	67,30
1970	75,39	75,60	69,56	69,50
1980	78,21	78,10	71,60	71,40
1985	79,47	79,30	72,55	72,30
1990	80,64	80,80	73,46	73,20
1995	81,71	81,60	74,31	74,10
2000	82,69	82,60	75,11	74,80
2005	83,57	83,51	75,87	75,63
2010	84,38	84,34	76,58	76,42
2015	85,11	85,09	77,24	77,16
2020	85,76	85,76	77,86	77,86
2025	86,35	86,35	78,43	78,43
2030	86,88	86,88	78,97	78,97
2035	87,35	87,35	79,47	79,47
2040	87,77	87,77	79,93	79,93
2045	88,15	88,15	80,35	80,35
2050	88,48	88,48	80,75	80,75
2055	88,78	88,78	81,11	81,11
2060	89,04	89,04	81,44	81,44
2065	89,27	89,27	81,75	81,75
2070	89,48	89,48	82,03	82,03
2075	89,66	89,66	82,29	82,29
2080	89,82	89,82	82,53	82,53
2085	89,96	89,96	82,74	82,74
2090	90,08	90,08	82,94	82,94
2095	90,19	90,19	83,12	83,12
2100	90,29	90,29	83,29	83,29
2105	90,38	90,38	83,44	83,44
2110	90,45	90,45	83,58	83,58
2115	90,52	90,52	83,71	83,71

En este momento contamos ya con las  $e_0$  para ambos sexos para el horizonte de nuestra proyección, 2015, y para dos momentos intermedios, 2005 y 2010, cortes que nos permiten realizar la proyección quinquenal. A partir de la esperanza de vida al nacer necesitamos obtener la estructura de la mortalidad, correspondiente al nivel reflejado por la  $e_0$ , para ello utilizaremos las *tablas-tipo* de mortalidad que se han visto en el Capítulo 2. Dado que se trata de una población occidental tomaremos las *tablas-tipo* para dichas regiones.

La  $e_0$  femenina calculada para 2005 es de 83,51 años y la calculada para 2010 es de 84,34 años. Si tomamos las *tablas-tipo* la  $e_0$  femenina correspondiente al nivel 26 es de 82,50 años y la correspondiente al nivel 27 es de 85,00 años. Por tanto, las estructuras de la mortalidad que necesitamos para ambos momentos se encuentran entre las tablas de nivel 26 y 27. Si se observa la  $e_0$  masculina se puede comprobar que ésta se encuentra entre las tablas-tipo 25 y 26 para 2005 y entre los niveles 26 y 27 para 2010. Se obtienen las tasas específicas de mortalidad mediante interpolación lineal a partir de estas estructuras-modelo. Para ello calculamos un coeficiente a partir de las esperanzas de vida al nacer que posteriormente aplicamos a las tasas específicas de mortalidad:

$${}_FC^{2005} = (83,51 - 82,50) / (85,00 - 82,50) = 0,4042$$

$${}_FC^{2010} = (84,34 - 82,50) / (85,00 - 82,50) = 0,7352$$

$${}_MC^{2005} = (75,63 - 73,88) / (76,19 - 73,88) = 0,7591$$

$${}_MC^{2010} = (76,42 - 76,19) / (78,98 - 76,19) = 0,0824$$

### Cuadro 7.43. Cálculo de los coeficientes de interpolación, 2005 y 2010

	Mujeres	Varones
	$e_0$	$e_0$
2005	83,51	75,63
2010	84,34	76,42
nivel 25	80,00	73,88
nivel 26	82,50	76,19
nivel 27	85,00	78,98
$C^{2005}$	0,4043	0,7591
$C^{2010}$	0,7352	0,0825

$${}_Fm_0^{2005} = (0,0028 * 0,4042) + ((1 - 0,4042) * 0,0041) = 0,0036$$

$${}_Mm_0^{2005} = (0,0028 * 0,7352) + ((1 - 0,7352) * 0,0041) = 0,0032$$

$${}_Fm_0^{2010} = (0,0051 * 0,7591) + ((1 - 0,7591) * 0,0077) = 0,0058$$

$${}_Mm_0^{2010} = (0,0036 * 0,0824) + ((1 - 0,0824) * 0,0051) = 0,0050$$

**Cuadro 7.44. Tasas específicas de mortalidad esperadas, 2005 y 2010**

x	$n^m_x$			
	2005		2010	
	Mujeres	Varones	Mujeres	Varones
0	0,00356	0,00575	0,00316	0,00500
1	0,00034	0,00047	0,00032	0,00044
5	0,00007	0,00017	0,00005	0,00013
10	0,00006	0,00016	0,00004	0,00012
15	0,00016	0,00060	0,00013	0,00053
20	0,00027	0,00093	0,00025	0,00089
25	0,00034	0,00081	0,00032	0,00101
30	0,00040	0,00077	0,00037	0,00096
35	0,00055	0,00103	0,00049	0,00118
40	0,00085	0,00198	0,00077	0,00184
45	0,00133	0,00318	0,00119	0,00294
50	0,00219	0,00541	0,00203	0,00508
55	0,00301	0,00819	0,00267	0,00751
60	0,00464	0,01303	0,00408	0,01195
65	0,00717	0,02093	0,00615	0,01911
70	0,01304	0,03461	0,01123	0,03173
75	0,02696	0,06103	0,02403	0,05720
80	0,05579	0,10251	0,05141	0,09789
85	0,10721	0,16501	0,10154	0,15997
90	0,19115	0,25447	0,18496	0,24961
95	0,31601	0,37594	0,31052	0,37180
100	0,49485	0,53966	0,49128	0,53638

Ya tenemos la mortalidad proyectada. A partir de aquí se han de seguir los mismos pasos que en el Ejercicio 7.1. Partiendo de las tasas de mortalidad se calculan las probabilidades perspectivas de paso correspondientes a cada corte, puesto que para el primer tramo a proyectar ya tenemos las correspondientes al año 2000:

**Cuadro 7.45. Tablas de mortalidad según sexo, 2005 y 2010** (Continúa)

2005						
x	$m_x$ (‰)	$q_x$	$d_x$	$l_x$	$L_x$	$S_x$
<b>Mujeres</b>						
0	0,00356	0,00355	355	100.000	99.822	0,99626
1-4	0,00034	0,00137	136	99.645	398.306	0,99866
5-9	0,00007	0,00033	33	99.508	497.460	0,99969
10-14	0,00006	0,00030	30	99.476	497.304	0,99944
15-19	0,00016	0,00082	81	99.446	497.027	0,99893
20-24	0,00027	0,00133	132	99.365	496.494	0,99848
25-29	0,00034	0,00171	169	99.233	495.740	0,99815
30-34	0,00040	0,00200	198	99.063	494.822	0,99764
35-39	0,00055	0,00272	269	98.866	493.655	0,99651
40-44	0,00085	0,00427	421	98.596	491.931	0,99456
45-49	0,00133	0,00663	651	98.176	489.252	0,99126
50-54	0,00219	0,01087	1.060	97.525	484.975	0,98711
55-59	0,00301	0,01494	1.441	96.465	478.723	0,98108
60-64	0,00464	0,02296	2.181	95.024	469.667	0,97098
65-69	0,00717	0,03522	3.270	92.843	456.038	0,95106
70-74	0,01304	0,06316	5.658	89.573	433.718	0,90629
75-79	0,02696	0,12631	10.599	83.915	393.077	0,81843
80-84	0,05579	0,24482	17.949	73.316	321.706	0,40427
85-89	0,10721	0,42275	23.406	55.367	218.318	0,33123
90-94	0,19115	0,64671	20.669	31.961	108.130	0,22582
95-99	0,31601	0,88269	9.967	11.291	31.540	0,07823
100+	0,49485	1,00000	1.325	1.325	2.677	
<b>Varones</b>						
0	0,00575	0,00574	574	100.000	99.713	0,99408
1-4	0,00047	0,00189	188	99.426	397.328	0,99786
5-9	0,00017	0,00086	85	99.238	495.977	0,99917
10-14	0,00016	0,00079	79	99.153	495.568	0,99810
15-19	0,00060	0,00301	298	99.074	494.625	0,99617
20-24	0,00093	0,00466	460	98.776	492.729	0,99565
25-29	0,00081	0,00403	396	98.316	490.588	0,99607
30-34	0,00077	0,00383	375	97.919	488.659	0,99553
35-39	0,00103	0,00512	499	97.544	486.473	0,99252
40-44	0,00198	0,00984	955	97.045	482.836	0,98722
45-49	0,00318	0,01575	1.514	96.090	476.664	0,97881
50-54	0,00541	0,02671	2.526	94.576	466.563	0,96668
55-59	0,00819	0,04011	3.692	92.049	451.017	0,94863
60-64	0,01303	0,06310	5.575	88.357	427.850	0,91933
65-69	0,02093	0,09943	8.231	82.783	393.336	0,87223
70-74	0,03461	0,15925	11.872	74.552	343.078	0,79256
75-79	0,06103	0,26477	16.595	62.679	271.909	0,67454
80-84	0,10251	0,40801	18.803	46.084	183.414	0,34491
85-89	0,16501	0,58409	15.935	27.281	96.570	0,26420
90-94	0,25447	0,77764	8.824	11.347	34.675	0,15793
95-99	0,37594	0,96900	2.445	2.523	6.503	0,02180
100+	0,53966	1,00000	78	78	145	

**Cuadro 7.45. Tablas de mortalidad según sexo, 2005 y 2010** (Conclusión)

2010						
x	$m_x$ (‰)	$q_x$	$d_x$	$l_x$	$L_x$	$S_x$
<b>Mujeres</b>						
0	0,00316	0,00316	316	100.000	99.842	0,99665
1-4	0,00032	0,00127	127	99.684	398.484	0,99880
5-9	0,00005	0,00023	23	99.558	497.731	0,99978
10-14	0,00004	0,00022	22	99.535	497.620	0,99956
15-19	0,00013	0,00067	67	99.513	497.399	0,99905
20-24	0,00025	0,00123	122	99.447	496.928	0,99859
25-29	0,00032	0,00159	158	99.324	496.227	0,99829
30-34	0,00037	0,00183	182	99.166	495.378	0,99786
35-39	0,00049	0,00246	243	98.985	494.316	0,99685
40-44	0,00077	0,00384	379	98.741	492.760	0,99511
45-49	0,00119	0,00594	584	98.363	490.353	0,99199
50-54	0,00203	0,01008	986	97.778	486.427	0,98835
55-59	0,00267	0,01324	1.281	96.792	480.759	0,98332
60-64	0,00408	0,02017	1.927	95.511	472.739	0,97483
65-69	0,00615	0,03028	2.833	93.584	460.839	0,95774
70-74	0,01123	0,05462	4.957	90.751	441.364	0,91685
75-79	0,02403	0,11333	9.723	85.794	404.663	0,83289
80-84	0,05141	0,22777	17.326	76.071	337.039	0,41005
85-89	0,10154	0,40491	23.786	58.744	234.257	0,33785
90-94	0,18496	0,63238	22.107	34.958	119.525	0,23234
95-99	0,31052	0,87406	11.233	12.852	36.175	0,08347
100+	0,49128	1,00000	1.618	1.618	3.294	
<b>Varones</b>						
0	0,00500	0,00499	499	100.000	99.751	0,99480
1-4	0,00044	0,00177	176	99.501	397.652	0,99810
5-9	0,00013	0,00066	66	99.325	496.459	0,99936
10-14	0,00012	0,00062	61	99.259	496.142	0,99836
15-19	0,00053	0,00266	263	99.198	495.330	0,99646
20-24	0,00089	0,00443	438	98.934	493.576	0,99527
25-29	0,00101	0,00504	496	98.496	491.241	0,99510
30-34	0,00096	0,00477	467	98.000	488.832	0,99468
35-39	0,00118	0,00587	573	97.533	486.232	0,99250
40-44	0,00184	0,00913	886	96.960	482.586	0,98815
45-49	0,00294	0,01460	1.402	96.074	476.866	0,98020
50-54	0,00508	0,02509	2.375	94.672	467.422	0,96910
55-59	0,00751	0,03686	3.402	92.297	452.979	0,95275
60-64	0,01195	0,05804	5.159	88.895	431.576	0,92587
65-69	0,01911	0,09121	7.637	83.736	399.584	0,88224
70-74	0,03173	0,14698	11.185	76.098	352.528	0,80550
75-79	0,05720	0,25021	16.242	64.913	283.961	0,68851
80-84	0,09789	0,39322	19.138	48.671	195.510	0,35044
85-89	0,15997	0,57136	16.874	29.533	105.480	0,26980
90-94	0,24961	0,76850	9.728	12.659	38.974	0,16308
95-99	0,37180	0,96346	2.824	2.931	7.594	0,02562
100+	0,53638	1,00000	107	107	200	

**7.2.3** Para proyectar la población de 65 y más años necesitaremos las probabilidades perspectivas de paso a partir de los 50 años. En la hipótesis baja usaremos las probabilidades perspectivas de paso de 2000, en el supuesto de que la mortalidad se estabilizase durante el período proyectado:

$${}^F_5P_{65}^{2005} = 21.452.393 * 0,96951 = 20.798.310$$

$${}^M_5P_{65}^{2005} = 19.557.381 * 0,90925 = 17.782.549$$

### Cuadro 7.46. Proyección de la población de 65 y más años a 2015. Hipótesis baja

x	2000		2005		2010		2015
	P <sub>x</sub>	S <sub>x</sub>	P <sub>x</sub>	S <sub>x</sub>	P <sub>x</sub>	S <sub>x</sub>	P <sub>x</sub>
<b>Mujeres</b>							
50-54	25.445.107	0,98343		0,98343			0,98343
55-59	22.735.824	0,97376	25.023.482	0,97376			0,97376
60-64	21.452.393	0,96951	22.139.236	0,96951	24.366.865		0,96951
65-69	24.399.215	0,94887	20.798.310	0,94887	21.464.211		0,94887
70-74	22.848.481	0,89835	23.151.683	0,89835	19.734.892		0,89835
75-79	19.831.118	0,80911	20.525.933	0,80911	20.798.315		0,80911
80-84	14.366.098	0,39355	16.045.556	0,39355	16.607.738		0,39355
85-89	9.474.381	0,32043	5.653.778	0,32043	6.314.729		0,32043
90-94	3.986.021	0,21202	3.035.876	0,21202	1.811.640		0,21202
95-99	986.055	0,06339	845.116	0,06339	643.666		0,06339
100+	144.227		71.649		58.114		
65+	96.035.596		90.127.900		87.433.303		87.535.623
<b>Varones</b>							
50-54	24.909.015	0,96336		0,96336			0,96336
55-59	21.915.517	0,93955	23.996.349	0,93955			0,93955
60-64	19.557.381	0,90925	20.590.724	0,90925	22.545.769		0,90925
65-69	21.402.975	0,86482	17.782.549	0,86482	18.722.116		0,86482
70-74	18.341.278	0,78798	18.509.721	0,78798	15.378.704		0,78798
75-79	13.915.438	0,65015	14.452.560	0,65015	14.585.290		0,65015
80-84	7.920.061	0,33287	9.047.122	0,33287	9.396.332		0,33287
85-89	4.391.675	0,25361	2.636.351	0,25361	3.011.516		0,25361
90-94	1.576.549	0,14865	1.113.773	0,14865	668.605		0,14865
95-99	342.217	0,00705	234.354	0,00705	165.562		0,00705
100+	59.433		2.832		1.672		
65+	67.949.626		63.779.261		61.929.796		62.283.813

Para la hipótesis alta utilizaremos las probabilidades perspectivas de paso a partir de los 50 años que hemos proyectado en el apartado 7.2.2:

**Cuadro 7.47. Probabilidades perspectivas de paso según sexo, 2000-2010**

x	S <sub>x</sub>					
	Mujeres			Varones		
	2000	2005	2010	2000	2005	2010
50-54	0,98343	0,98711	0,98835	0,96336	0,96668	0,96910
55-59	0,97376	0,98108	0,98332	0,93955	0,94863	0,95275
60-64	0,96951	0,97098	0,97483	0,90925	0,91933	0,92587
65-69	0,94887	0,95106	0,95774	0,86482	0,87223	0,88224
70-74	0,89835	0,90629	0,91685	0,78798	0,79256	0,80550
75-79	0,80911	0,81843	0,83289	0,65015	0,67454	0,68851
80-84	0,39355	0,40427	0,41005	0,33287	0,34491	0,35044
85-89	0,32043	0,33123	0,33785	0,25361	0,26420	0,26980
90-94	0,21202	0,22582	0,23234	0,14865	0,15793	0,16308
95-99	0,06339	0,07823	0,08347	0,00705	0,02180	0,02562
100+						

Con ellas podemos proyectar la población por tramos quinquenales:

$$F_{5P_{65}}^{2010} = 22.139.236 * 0,97098 = 21.496.786$$

$$M_{5P_{65}}^{2010} = 20.590.724 * 0,91933 = 18.929.675$$

**Cuadro 7.48. Proyección de la población de 65 y más años a 2015. Hipótesis alta**

x	2000		2005		2010		2015
	P <sub>x</sub>	S <sub>x</sub>	P <sub>x</sub>	S <sub>x</sub>	P <sub>x</sub>	S <sub>x</sub>	P <sub>x</sub>
<b>Mujeres</b>							
50-54	25.445.107	0,98343		0,98711		0,98835	
55-59	22.735.824	0,97376	25.023.482	0,98108		0,98332	
60-64	21.452.393	0,96951	22.139.236	0,97098	24.550.138	0,97483	
65-69	24.399.215	0,94887	20.798.310	0,95106	21.496.786	0,95774	23.932.168
70-74	22.848.481	0,89835	23.151.683	0,90629	19.780.384	0,91685	20.588.317
75-79	19.831.118	0,80911	20.525.933	0,81843	20.982.242	0,83289	18.135.588
80-84	14.366.098	0,39355	16.045.556	0,40427	16.799.066	0,41005	17.475.829
85-89	9.474.381	0,32043	5.653.778	0,33123	6.486.810	0,33785	6.888.384
90-94	3.986.021	0,21202	3.035.876	0,22582	1.872.708	0,23234	2.191.564
95-99	986.055	0,06339	845.116	0,07823	685.551	0,08347	435.102
100+	144.227		71.649		71.717		63.207
65+	96.035.596		90.127.900		88.175.264		89.710.159
<b>Varones</b>							
50-54	24.909.015	0,96336		0,96668		0,96910	
55-59	21.915.517	0,93955	23.996.349	0,94863		0,95275	
60-64	19.557.381	0,90925	20.590.724	0,91933	22.763.740	0,92587	
65-69	21.402.975	0,86482	17.782.549	0,87223	18.929.675	0,88224	21.076.306
70-74	18.341.278	0,78798	18.509.721	0,79256	15.510.412	0,80550	16.700.446
75-79	13.915.438	0,65015	14.452.560	0,67454	14.670.009	0,68851	12.493.607
80-84	7.920.061	0,33287	9.047.122	0,34491	9.748.845	0,35044	10.100.479
85-89	4.391.675	0,25361	2.636.351	0,26420	3.120.478	0,26980	3.416.409
90-94	1.576.549	0,14865	1.113.773	0,15793	696.517	0,16308	841.912
95-99	342.217	0,00705	234.354	0,02180	175.900	0,02562	113.587
100+	59.433		2.832		5.172		4.639
65+	67.949.626		63.779.261		62.857.009		64.747.384

Se puede observar que, incluso pese a tratarse de una hipótesis muy optimista respecto a la evolución de la mortalidad, con una importante reducción de la misma, la población disminuye en el período 2000-2010. Ello es debido a la gran inercia de la estructura por edades sobre la evolución de la población. En este caso al entrar en la vejez generaciones más vacías que las de la población-base, el volumen de población mayor se reduce, a pesar de su mayor supervivencia.

La población de partida contaba con 163.985.222 personas de 65 y más años. En el año horizonte 2015, esta población contará con una población mayor que se situará entre 149.819.436 y 154.457.543 individuos. En cualquier escenario, incluso en el más optimista, esta población de 65 y más años decrecerá durante la década posterior a la observación.

**Tabla 7.49. Escenarios de población de 65 y más años proyectada a 2015**

x	H. baja		H. alta	
	V	M	V	M
65-69	20.499.741	23.623.920	21.076.306	23.932.168
70-74	16.191.260	20.366.746	16.700.446	20.588.317
75-79	12.118.111	17.728.840	12.493.607	18.135.588
80-84	9.482.626	16.828.124	10.100.479	17.475.829
85-89	3.127.757	6.535.975	3.416.409	6.888.384
90-94	763.750	2.023.428	841.912	2.191.564
95-99	99.388	384.104	113.587	435.102
100+	1.179	44.486	4.639	63.207
Total	62.283.813	87.535.623	64.747.384	89.710.159

## Capítulo 8

# Fuentes estadísticas demográficas

La disponibilidad de información estadística, suficientemente fiable y adecuada, es una condición necesaria para el análisis demográfico. En este capítulo sólo se pretende guiar el proceso de obtención de la información necesaria para la ejecución de los ejercicios demográficos que se explican en el libro. No se trata de hacer una valoración crítica de las fuentes ni tampoco un estudio detallado, es una guía básica con la que superar las dificultades iniciales en la búsqueda de la información demográfica necesaria.

Las operaciones de obtención y tratamiento de la información estadística demográfica se caracterizan en primer lugar por sus descomunales dimensiones, lo que históricamente las convierte en cometido reservado a las administraciones públicas. En España, la producción de información estadística demográfica ha correspondido al Instituto Nacional de Estadística desde su creación hace ciento cincuenta años. Sólo tras la reorganización político-administrativa del territorio de la Constitución de 1978 han ido consolidándose otros organismos públicos dedicados a la elaboración y difusión de información demográfica, en el ámbito de las comunidades autónomas y de algunos otros ámbitos locales. Pero, en todo caso, prácticamente toda la información parte de troncos comunes en la naturaleza y en las características básicas de las fuentes.

Las fuentes o documentos creados para la provisión de información deben ser valorados en razón de sus características más relevantes.

La *naturaleza* de la operación a través de la cual se obtiene la información, permite determinar si su finalidad es directa y exclusivamente el conocimiento demográfico, como en el caso del Censo de Población, o si la obtención de infor-

mación demográfica es una utilidad secundaria, como ocurre con el Padrón Municipal o con el Registro Civil.

La *antigüedad* o *profundidad temporal* de la fuente determina las posibilidades que ofrece para hacer estudios de series históricas. Con frecuencia, los cambios en los conceptos, en el detalle temático o en la desagregación espacial pueden truncar las series y limitar las posibilidades de hacer estudios longitudinales y diacrónicos.

La *periodicidad* con que se renueva o se obtiene la información es una característica determinante por cuanto que de ella depende la actualización de la información. Algunas fuentes son consultas puntuales que obtienen una "foto fija" de la población cada cierto tiempo, caso de los censos, y otras operan como registros abiertos, continuamente actualizados, caso del Padrón.

El *contenido* demográfico es el principal elemento definitorio de la fuente, ya que determina las características y los sucesos demográficos sobre los que ofrece información. La *desagregación temática* del contenido, o el detalle con que se obtiene y se ofrece la información de la fuente, así como la *desagregación espacial* desde el conjunto nacional a los espacios intraurbanos, determinan las posibilidades de profundizar en el análisis de los fenómenos y en su incidencia en las estructuras territoriales.

Las facilidades con que el usuario puede acceder a la información determina la *accesibilidad* de las fuentes. Las posibilidades que han ido incorporando la informática y las nuevas herramientas de comunicación han incidido de forma muy positiva en la disponibilidad de la información estadística demográfica. En los últimos veinte años se ha pasado del soporte papel, en ediciones con una información lógicamente limitada y rígida, a la posibilidad de obtener, con carácter general, cantidades casi ilimitadas de información, a la medida de las necesidades de la investigación y en formato digital.

Todas las características de cada fuente y, especialmente, su contenido, las hacen más o menos *adecuadas* para el análisis de los diferentes aspectos de la dinámica demográfica. En general, los recuentos que recogen información sobre un momento dado son fuentes más propicias para los estudios de la estructura de la población, mientras que las que miden *flujos de sucesos* son las más adecuadas para el estudio de los fenómenos demográficos.

## 8.1 El Censo de Población

Los censos de población constituyen, casi a nivel universal, y con una antigüedad de siglos, la fuente demográfica fundamental.

En España, el Censo de Población siempre ha sido competencia del Estado y se elabora, siguiendo directrices internacionales homogenizadoras, con el único objetivo de actualizar el conocimiento sobre la situación demográfica de la población.

La operación censal exige recoger información demográfica, referida a un momento concreto (momento censal), de todos y cada uno de los residentes en el territorio nacional, en todos y cada uno de los hogares, mediante un amplio, e inevitablemente complejo, cuestionario. Como es fácil de imaginar los trabajos de planteamiento de la operación y de recogida de la información y, posteriormente, el tratamiento de los datos para convertirlos en información estadística útil, exige mucho tiempo e ingentes medios económicos y humanos que llevan a un distanciamiento temporal de los recuentos.

En España los censos *oficiales* se inician en 1857 y a lo largo del siglo XIX se hacen otros cuatro con variada periodicidad (1860, 1877, 1887 y 1897). Con el censo de 1900 se inicia la serie de los diez censos correspondientes al siglo XX, con una periodicidad decenal no interrumpida hasta la fecha. Desde 1900 a 1970 los censos estuvieron referidos a un momento censal fijado en las 24 horas del día 31 de diciembre de los años acabados en 0. Desde 1981, por diversas razones operativas, manteniéndose básicamente la periodicidad, ha ido cambiando la fecha de referencia, pero siempre dentro de los años terminados en 1, para adaptarse a las recomendaciones internacionales. El último censo, con objeto de repartir el presupuesto censal entre dos ejercicios presupuestarios, fijó como fecha de referencia el 1 de noviembre de 2001.

Pueden destacarse dos objetivos fundamentales en el planteamiento de los últimos censos: a) utilización de las nuevas tecnologías en todas las fases (posibilidad de cumplimentar el censo por internet, reconocimiento óptico de caracteres, video-comprobación y videocorrección en lugar de grabación, difusión principal mediante *datawarehouse*,...) y b) utilización de registros administrativos (Padrón y Catastro fundamentalmente) de apoyo.

De esta forma se ha podido disponer de un recuento de población de mayor precisión que en censos anteriores así como suministrar información sociodemográfica básica a niveles geográficos y conceptuales muy desagregados en plazos de

tiempo mucho menores. El último censo se ha realizado con un fuerte apoyo del Padrón continuo, pero manteniendo el denominado *método tradicional*, que exige un recorrido exhaustivo del territorio para recoger información de todas las unidades censales, mediante un cuestionario también exhaustivo y único.

A continuación se detalla la información recogida por el Censo de 2001 como aproximación al contenido demográfico disponible para el estudio de la composición de la población española. Una información más precisa y detallada puede encontrarse en el Proyecto Censal (INE, 1999).

1. Sexo: mujer, varón.
2. Fecha de nacimiento: día, mes, año.
3. Lugar de nacimiento: municipio (o país), provincia.
4. País de nacionalidad: España, otro país (nombre).
5. Estado civil: soltero/a, casado/a, viudo/a, separado/a, divorciado/a.
6. Relación de parentesco con la persona 1: cónyuge o pareja, hijo/a, yerno/nuera, hermano/a, cuñado/a, padre, madre, suegro/a, otro pariente (sobrino/a, tío/a, primo/a...), no emparentado.
7. ¿Dónde residía el 1 de marzo de 1991? En este municipio (o bien, no había nacido todavía), en otro municipio (provincia) o país: (nombres).
8. Lugar de residencia hace 1 año (se obtiene del registro padronal).
9. ¿Desde qué año reside (aunque sea desde que nació) en: España, en esta comunidad autónoma, en este municipio, municipio o país en el que residía antes?
10. Estudios de mayor nivel que ha completado: no sabe leer ni escribir; sabe leer y escribir pero fue menos de 5 años a la escuela; fue a la escuela 5 años o más pero sin completar EGB, ESO o Bachillerato Elemental; Bachiller Elemental, EGB o ESO completa (Graduado Escolar); Bachiller Superior, BUP, Bachiller LOGSE, COU; PREU; FPI, FP de grado medio, Oficialía Industrial o equivalente; FPII, FP de grado superior, Maestría Industrial o equivalente; Diplomatura, Arquitectura o Ingeniería Técnica; cursos aprobados de una Licenciatura, Arquitectura, Ingeniería; Arquitectura, Ingeniería, Licenciatura o equivalente; Doctorado.
11. Sector de estudios: Derecho, Magisterio, Educación Infantil, Pedagogía, Ciencias Sociales (Administración, Psicología, Economía, Periodismo...), Artes y Humanidades

(Historia, Lenguas, Imagen y Sonido...), Informática, Ingenierías, Formación Técnica e Industrias (Mecánica, Metal, Dibujo Técnico, Electricidad...), Ciencias (Biología, Química, Física, Matemáticas...), Arquitectura o Construcción, Agricultura, Ganadería y Pesca; Veterinaria, Salud, Servicios Sociales (Medicina, Enfermería, Farmacia, Trabajo Social...), Otros Servicios (Turismo, Hostelería; Peluquería; Enseñanza Náutica, Militar...).

12. ¿Qué tipo de estudios está cursando?: enseñanzas iniciales para adultos (alfabetización, educación básica...); programas de garantía social; ESO, Educación Secundaria para adultos; Bachillerato, BUP, COU; Escuela Oficial de Idiomas, Enseñanzas Artísticas de Grado Elemental o Medio; Formación Profesional de Grado Medio o estudios equivalentes; Formación Profesional de Grado Superior, FP II o equivalente; Diplomatura universitaria, Arquitectura o Ingeniería Técnica, o equivalente; Licenciatura universitaria, Arquitectura, Ingeniería o equivalente; Estudio de posgrado, máster, MIR o análogo; Doctorado; otros cursos de formación; curso del INEM, escuela taller u otro curso para desempleados; curso de formación promovido por la empresa (sólo para ocupados); otros cursos no mencionados antes (de informática, preparación de oposiciones; idiomas en academias, cursos culturales o recreativos...).

13. Lugar de estudio.

14. Número de viajes diarios al lugar de estudio.

15. Medio de desplazamiento al lugar de estudio.

16. Tiempo de desplazamiento al lugar de estudio.

17. ¿En cuál de las siguientes situaciones estaba la semana pasada? (señale todas las categorías que le correspondan): recibiendo algún tipo de enseñanza (incluso en guarderías, academias, empresas...); ocupado/a (trabajó al menos una hora) o temporalmente ausente del trabajo; parado/a buscando el primer empleo; parado/a que ha trabajado antes; cobrando una pensión de incapacidad permanente o invalidez; cobrando una pensión de viudedad u orfandad; cobrando una pensión de jubilación o prejubilado/a; realizando tareas de voluntariado social; necesitando ayuda para actividades básicas (asearse, vestirse, desplazarse...); realizando o compartiendo las tareas de mi hogar; otra situación (menores sin escolarizar, rentistas, servicio militar o social...).

18. Ocupación: (literal y código según la lista de ocupaciones que se acompaña al cuestionario censal).

19. ¿Cuál es la actividad principal del establecimiento o local donde trabajaba? (literal y código según listas precodificadas que se acompañan al cuestionario).

20. ¿Cuál era su situación profesional?: empresario, profesional o trabajador por cuenta propia: que emplea personal, que no emplea personal; asalariado, trabajador por cuenta ajena: con carácter fijo o indefinido, con carácter eventual, temporal, por obra, otras situaciones; ayuda familiar; miembro de cooperativas.

21. ¿Cuántas horas trabaja normalmente a la semana?.

22. ¿Dónde está su lugar de trabajo o de estudio?: en mi propio domicilio; en varios municipios (transportistas, viajeros...); en este municipio; en otro municipio (provincia); en otro país (nombres).

23. ¿Cuántos viajes diarios de ida y vuelta realiza normalmente desde esta vivienda hasta el lugar de trabajo/estudio?: ninguno (porque tengo una segunda residencia desde la que me desplazo a trabajar/estudiar); uno diario (es decir, uno de ida y otro de vuelta); dos o más diarios.

24. ¿Cómo va normalmente desde su casa hasta ese lugar? (si usa varios medios de transporte, señale los dos que cubran más distancia): en coche o furgoneta como conductor; en coche o furgoneta como pasajero; en autobús, autocar, minibús; en metro; en moto; andando; RENFE (incluso cercanías); otros trenes (Generalitat, FEVE...); en bicicleta; en otros medios no mencionados anteriormente.

25. ¿Cuánto tiempo tarda normalmente desde su casa hasta ese lugar?: menos de 10 minutos; entre 10 y 20 minutos; entre 20 y 30 minutos; entre 30 y 45 minutos; entre 45 minutos y 1 hora; entre 1 hora y hora y media; más de hora y media.

En la actualidad son casi ilimitadas las posibilidades de cruzar las variables que se acaban de relacionar, pudiendo obtenerse información por características tan específicas y por ámbitos espaciales tan reducidos como en cada caso permitan los límites del secreto estadístico<sup>1</sup>. Se puede utilizar para ello el *datawarehouse* establecido por el INE.

Asimismo, el Censo de Población del 2001 ha sido el primero que se ha realizado conjuntamente con el Censo de Edificios lo que aumenta aún más las posibilidades

---

<sup>1</sup> La legislación sobre secreto estadístico "obliga a difundir la información estadística de manera que no pueda saberse, ni siquiera indirectamente, a quién corresponde un dato particular".

de explotación, al poder conocer las características de la población no sólo en función de las de las viviendas que habitan, sino también de los edificios en los que éstas se encuentran.

Algunas comunidades autónomas han colaborado en la operación y también han llevado a cabo explotaciones estadísticas del fichero censal.

La mayor parte de la información recogida en el Censo es adecuada para los estudios de la composición de la población: por sexo, edades, estado civil, naturaleza, nacionalidad, nivel de estudios, relación con la actividad ... Las cifras totales de habitantes son necesarias como denominador de la mayor parte de las proporciones y tasas demográficas. Los datos que se refieren al lugar anterior de residencia son útiles para afrontar análisis de flujos migratorios. La información sobre la relación de parentesco puede utilizarse para el estudio de las formas de convivencia y estructura de hogares. Por último, los datos sobre los desplazamientos por motivo de estudio y de trabajo, y sus modalidades y medios utilizados, son una novedad del Censo de 2001, que permiten afrontar estudios de movilidad cotidiana. Estos datos incorporan el concepto de *población vinculada*, referido a aquellos residentes que estudian, trabajan o pasan una parte del año en otro municipio distinto al de su residencia.

## **8.2 Padrón Municipal de Habitantes**

El Padrón Municipal de Habitantes es una de las más importantes fuentes de información demográfica, pero su finalidad no es el estudio de la población, se trata de un registro nominal de efectos administrativos y de ámbito municipal que permite, entre otros actos administrativos relevantes, certificar a los efectos oportunos la residencia de los ciudadanos o ser el soporte para la confección del Censo Electoral. En todo caso, la información que contienen y su constante actualización han hecho de los padrones municipales, especialmente desde 1996, una fuente demográfica imprescindible.

Con anterioridad a 1996, los padrones municipales eran objeto de rectificaciones anuales y de unas operaciones de *renovación* que se efectuaban cada cinco años y que, en los años en que había un Censo de Población, debían realizarse conjuntamente con éste. Aunque había que utilizar hojas de inscripción separadas para preservar la distinta naturaleza de ambos documentos, ya entonces se buscaba conseguir la coincidencia de cifras y la economía de medios compartidos.

A partir de la Ley 4/1996, por la que se reforma la Ley de Bases de Régimen Local en aspectos relativos al Padrón, se eliminan las renovaciones quinquenales, se mantienen la naturaleza y finalidad distintas de Censo y Padrón, y se establecen unas nuevas relaciones entre ambos. Los ayuntamientos están obligados a remitir mensualmente al Instituto Nacional de Estadística los datos de sus respectivos padrones, para que éste coordine y supervise los de todos los municipios de España. Se pretende con ello subsanar los posibles errores, en especial evitar duplicidades, para que los datos padronales puedan servir de base para la elaboración de estadísticas de población a nivel nacional, para que las cifras resultantes de las revisiones anuales puedan ser declaradas oficiales, y para que los ayuntamientos puedan remitir, debidamente actualizados, los datos del Censo Electoral.

Por último, tal como ya ha ocurrido con el de 2001, la elaboración de los censos de población ha de apoyarse en los datos de los padrones municipales lo que, además de una gran utilidad para la propia operación censal, supone que el Padrón está sometido a un contraste exhaustivo y simultáneo en todos los ayuntamientos.

Por la mencionada Ley 4/1996, la gestión del Padrón adoptó un carácter continuo, de forma que, desde 1998, a 1 de enero de cada año, se procede a la consolidación de los movimientos registrados en los padrones municipales de habitantes, operación que, con la denominación de Revisión anual, a propuesta del Presidente del INE y previo informe vinculante del Consejo de Empadronamiento, órgano colegiado de colaboración entre la Administración General del Estado y los entes locales en materia padronal, el Gobierno declara oficiales las cifras de población de cada municipio a esa fecha.

El procedimiento para la obtención de estas cifras se detalla en la normativa padronal vigente y es bastante más complejo de lo que, a priori, podríamos pensar, dado que requiere diferentes intercambios adicionales de información entre los ayuntamientos y el INE y, posteriormente, acciones que permitan subsanar las diferencias existentes, de acuerdo con unos plazos establecidos a propuesta del Consejo de Empadronamiento.

Así, anualmente, y tras la coordinación mensual que se lleva a cabo, con base en los datos que figuran en los ficheros existentes en el Instituto Nacional de Estadística, se obtiene una cifra de población para cada municipio, la cual se contrasta con los resultados numéricos y los ficheros de la revisión anual enviados por los ayuntamientos. Si no se alcanza un acuerdo entre ambos datos, tras la formula-

ción de reparos por parte del INE y la presentación de alegaciones por parte de los ayuntamientos (todo ello mediante ficheros estandarizados), el INE somete a informe del Consejo de Empadronamiento las discrepancias entre la Cifra de Población aprobada por los ayuntamientos y la obtenida por el INE, pero, el contraste y las discrepancias no se hace a nivel numérico sino a nivel de registro individual.

Al ser el Padrón un registro abierto a las notificaciones de altas y bajas que recibe cada ayuntamiento, pueden producirse desfases y diferencias entre las cifras oficiales, propuestas por el Instituto Nacional de Estadística y aprobadas por el Gobierno, y las posteriores variaciones con fecha de efecto anterior a la de su anotación, aunque éstas tendrán su reflejo en las cifras que se obtengan con fecha de referencia posterior. Los ficheros de Padrón Continuo son actualizados mensualmente mediante ficheros de intercambio entre los ayuntamientos y el INE que incluyen todas las variaciones realizadas al fichero padronal durante el mes anterior, aunque la fecha de efecto del suceso que da lugar a la variación pueda ser anterior.

Al ser el Padrón un registro administrativo que otorga una serie de derechos a los ciudadanos, es arriesgado hacer otras consideraciones generales sobre los posibles factores que pueden incidir en su fiabilidad como fuente demográfica.

Todas las personas que viven en España están obligadas a inscribirse en el Padrón del municipio en el que residen habitualmente, y si residen alternativamente en varios municipios, deberán figurar en aquel en el que habiten durante más tiempo al año. Es igualmente obligatoria la actualización de las *variaciones* que se produzcan.

Las *variaciones* en el Padrón se clasifican en altas, bajas y modificaciones.

Las *altas* se producen por: nacimiento; cambio de residencia procediendo de otro municipio o país (inmigración); o por omisión.

Las *bajas* pueden producirse por: fallecimiento, cambio de residencia con destino a otro municipio o país (emigración), por inscripción indebida por duplicidad, por conocimiento fehaciente de la no residencia de la persona en el municipio o por caducidad de la inscripción, para el caso de los extranjeros no comunitarios sin autorización de residencia permanente.

La *modificación* tiene lugar por: cambio de domicilio dentro del municipio, por renovación de la inscripción, para los extranjeros no comunitarios sin autorización de residencia permanente, por modificaciones en los datos de inscripción personal o por alteraciones territoriales sin intervención del habitante.

Como consecuencia de las inscripciones y de las notificaciones de *variaciones*, cada Padrón contienen un gran volumen de información de relevancia demográfica, susceptible, mediante el correspondiente tratamiento estadístico, de convertirse en una fuente demográfica de máxima utilidad.

Básicamente, la información demográfica que contiene el Padrón continuo es la siguiente:

1. Dirección completa de la vivienda o institución en que reside cada persona y además: distrito, barrio y sección censal.
2. Sexo.
3. Fecha de nacimiento (día, mes y año), de la que se derivan las edades cumplidas a la fecha de referencia de padrón y la edad cumplida en la fecha de referencia de cada unos de los eventos que se hayan podido producir.
4. Lugar de nacimiento (provincia y municipio de España o país si ha tenido lugar fuera de España).
5. País de nacionalidad.
6. Fecha y tipos de variación.
7. Lugar de procedencia o destino para altas y bajas por cambio de (municipio) de residencia (provincia y municipio de España o país si se localiza fuera de España).

De acuerdo con el contenido descrito, cabe indicar que la utilidad del Padrón se centra en los estudios de composición por sexo, edad, nacionalidad y lugar de nacimiento y en el análisis de flujos migratorios.

La accesibilidad a la información es también muy alta a través de los datos publicados por el INE, pero hay que añadir además las explotaciones estadísticas que pueden facilitar las diferentes comunidades autónomas y los respectivos ayuntamientos.

Aunque el Padrón es un registro administrativo, los ficheros que se obtienen para su uso estadístico están sometidos a la Ley de la Función Estadística Pública, por lo que las posibilidades de desagregación conceptual y espacial tienen su límite en la obligación de garantizar el secreto estadístico. Técnicamente, nada impide hacer análisis que permitan valorar la situación de los residentes, según sus características, en las coordenadas geográficas correspondientes a su domicilio.

### 8.3 Movimiento Natural de la Población

Las estadísticas del Movimiento Natural de la Población (MNP) recogen la información relativa a los nacimientos, defunciones y matrimonios que se producen en el territorio español<sup>2</sup>. Se trata de un registro continuo cuyo principal objetivo es conocer el número de los sucesos demográficos que influyen en el movimiento natural de la población española: nacimientos y defunciones, a los que se unen los matrimonios, que durante mucho tiempo fueron un suceso condicionante de la natalidad. Además del recuento numérico el MNP proporciona información adicional sobre cada uno de estos sucesos.

Los documentos a partir de los cuales se elabora esta información son los boletines estadísticos de parto, matrimonio y defunción que son cumplimentados por los particulares, entregados en el Registro Civil<sup>3</sup>, en donde debe inscribirse el hecho, y remitidos mensualmente por los encargados de éste a las delegaciones provinciales del INE. Los boletines estadísticos contienen información común a la que se recoge en los cuestionarios de declaración del nacimiento, la defunción o el matrimonio del Registro Civil pero también contiene otras variables cuyo uso es estrictamente estadístico. El INE publica en primer lugar los *Datos Provisionales* seis meses después de finalizar el período de referencia. Los *Resultados Definitivos* se elaboran a partir de los ficheros anuales, una vez han sido depurados y se codifican las causas de muerte. Los *Resultados Definitivos* se publican una vez transcurrido año y medio desde el fin del período de referencia.

La Estadística de Movimiento Natural es una de las fuentes con mayor tradición del Instituto Nacional de Estadística, publicándose desde 1863<sup>4</sup>. A pesar de la profundidad temporal, los conceptos utilizados en esta fuente presentan una notable continuidad. Las principales variaciones han sido las originadas por el cambio en la

---

<sup>2</sup> Si bien el objetivo fundamental del MNP es recoger los sucesos acontecidos en el territorio español, también existe una estadística de Movimiento Natural de la Población española en el extranjero. Esta estadística recoge la cifra de defunciones, nacimientos y matrimonios que afectan a españoles residentes fuera del territorio nacional. La fuente de información utilizada para la producción de dichos datos son los Registros Civiles Consulares, a través del libro de inscripción de Consulados del Registro Civil Central. Esta serie existe desde 1998, y aporta la misma información detallada para el territorio nacional, con la excepción de los datos relativos a partos y muertes fetales tardías. Ello es debido a que el libro de inscripción de nacimientos no contiene la información necesaria para la elaboración de la estadística de partos, y a que en los consulados no existe Legajo de Abortos.

<sup>3</sup> Con anterioridad a 1885, fecha de implantación del Registro Civil, las fuentes de información fueron los registros parroquiales.

<sup>4</sup> Volumen que contiene información desde 1858. La serie se ve interrumpida entre 1871 y 1885 debido a la implantación del Registro Civil.

fuentes de información, debido al cual los bautizados fueron sustituidos por los inscritos en el Registro Civil y el matrimonio católico por el matrimonio civil. Otro de los principales cambios fue el sufrido por el concepto de *nacido* para ajustarse al criterio internacional, lo que afectará a las estadísticas de nacimientos y defunciones<sup>5</sup>.

También, a partir de 1975 se modifica el criterio para la clasificación territorial del suceso. Los nacimientos y las defunciones se imputan al lugar de residencia del sujeto (fallecido, madre del nacido), que no es necesariamente el lugar de ocurrencia. Es una modificación obligada para evitar la falsa concentración de sucesos en aquellos lugares con una mayor presencia de servicios sanitarios (hospitales).

En la actualidad se puede consultar en soporte electrónico la serie histórica desde 1941, que permite cuantificar los sucesos según las principales características de los mismos a un nivel de desagregación provincial. Los resultados detallados, disponibles desde 1996 ofrecen un mayor detalle en las características del suceso y una mayor desagregación espacial (capitales provinciales o municipios de 50.000 o más habitantes). Está disponible también la serie de microdatos, es decir de registros individuales de cada uno de los sucesos para su tratamiento informático, desde 1975.

### **Estadística de Nacimientos**

La Estadística de Nacimientos contiene la información obtenida a través de los boletines estadísticos de parto cumplimentados en el momento de inscribir a un recién nacido en el Registro Civil. Debido a ello, hasta 1975 el concepto de nacimiento adoptaba el significado que tiene en el Código Civil, considerándose nacido con vida el feto que “tuviera figura humana y viviera veinticuatro horas enteramente desprendido del seno materno” (art. 30 Código Civil). Debido a ello los nacidos que fallecían durante las primeras 24 horas no figuraban en la estadística de nacimientos ni en la de defunciones, sino en la de abortos. De esta forma, las estadísticas españolas no se ajustaban a los conceptos demográficos reconocidos internacionalmente. A partir de entonces, y para ajustarse a las mismas, el concepto de nacimiento se identifica con el biológico *nacido con vida*.

El instrumento utilizado para la recogida de información es el Boletín Estadístico de Parto. Para evitar confusiones a la hora de rellenar el boletín estadístico, toda la

---

<sup>5</sup> Antes de esa fecha no se incluyen en las estadísticas de nacidos aquellos que fallecen antes de 24 horas, excluyéndose por tanto, también, de las estadísticas de defunciones. Para realizar un estudio evolutivo es conveniente corregir ambas series utilizando la estadística de abortos.

información referida a parto, muertes fetales tardías y nacimientos se recoge en el mismo boletín. Es posteriormente, a partir de la información recogida en el mismo, cuando se realiza la diferenciación conceptual entre muertes fetales tardías y nacidos vivos, tratándose la información en la estadística correspondiente.

A continuación se detalla la información estadística disponible en la Estadística de Nacimientos. Se ha de hacer notar que no toda la información recogida en el boletín de parto está disponible para su uso estadístico, y que la disponibilidad de algunas variables ha cambiado a lo largo de los años:

1. Municipio de inscripción.
2. Provincia de inscripción.
3. Mes en que tiene lugar el parto. Con anterioridad a 1980 figura el mes de inscripción.
4. Año en que tiene lugar el parto. Con anterioridad a 1980 figura el año de inscripción.
5. Lugar de nacimiento: centro sanitario, domicilio particular u otro.
6. Parto asistido: por personal sanitario o sin asistencia de personal sanitario.
7. Multiplicidad: sencillo, doble, triple, cuádruple o más.
8. Madurez: a término (37 semanas de gestación o más) o prematuro (menos de 37 semanas de gestación).
9. Semanas de gestación. Información disponible desde 1980.
10. Normalidad: normal o distócico (con complicaciones).
11. Mes de nacimiento de la madre.
12. Año de nacimiento de la madre.
13. Profesión de la madre.
14. Nacionalidad de la madre. Información disponible desde 1994.
15. Municipio de residencia de la madre.
16. Provincia de residencia de la madre.
17. Número de hijos de la madre nacidos vivos.

18. Mes de nacimiento del hijo anterior. Hasta 1979 se recoge la información relativa al hijo anterior nacido vivo, y desde 1980 se recoge la información relativa al parto anterior.

19. Año de nacimiento del hijo anterior. En la evolución de esta variable se producen los mismos cambios que en el caso anterior.

20. Estado civil de la madre: casada o no casada. Esta información, en estos términos existe desde 1979, hasta esa fecha se recogía la "legitimidad" del nacido.

21. Casada en primeras nupcias.

22. Mes del matrimonio.

23. Año del matrimonio.

24. Mes de nacimiento del padre.

25. Año de nacimiento del padre.

26. Profesión del padre.

27. Nacionalidad del padre. Información disponible desde 1996.

28. Tamaño del municipio de inscripción. Información disponible desde 1980.

29. Tamaño del municipio de residencia de la madre. Información disponible desde 1980.

30. Edad de la madre al nacimiento del hijo.

31. Edad de la madre al matrimonio. Información disponible desde 1980.

32. Años de casada. Información disponible desde 1980.

33. Intervalo intergenésico: se entiende el período que media entre dos nacimientos consecutivos. El intervalo primero, denominado protogenésico, se refiere al período de tiempo comprendido entre la fecha de matrimonio y el primer nacimiento.

34. Edad del padre.

35. Sexo del nacido.

36. Nacido vivo o muerto. Información disponible desde 1980.

37. Vivió más de 24 horas o menos. Información disponible desde 1980.

38. Peso al nacer. Información disponible desde 1980.

39. Causa de la muerte (para muertes fetales tardías). Información disponible desde 1980. Para la codificación de esta variable se utiliza la clasificación de 4 dígitos de la 10ª revisión de la Clasificación Internacional de Enfermedades (CIE) de la Organización Mundial de la Salud (OMS).

Se prevé una ampliación de la información recogida en la estadística de nacimientos, de forma que a la información reseñada se añada el nivel de estudios de la madre y el padre. Se prevé asimismo la inclusión de la categoría 'pareja de hecho', así como su tratamiento estadístico similar al de los matrimonios (cálculo de intervalo protogénésico...).

### **Estadística de Muertes Fetales Tardías**

Por *muerte fetal tardía* se entiende la defunción ocurrida antes de la expulsión o extracción del seno materno de un producto de concepción que se considera un feto viable. La viabilidad del feto es la característica que permite diferenciar entre una muerte fetal tardía y un aborto. La OMS tradicionalmente consideraba viable un feto de 28 o más semanas completas de gestación. Aunque actualmente la OMS recomienda utilizar el criterio del peso del feto en el momento de la expulsión o extracción del mismo, existen dificultades para su aplicación práctica. En primer lugar, la falta de uniformidad internacional respecto al número de gramos considerados límite de viabilidad; y en segundo lugar, el hecho de que en España sólo existe obligación de comunicar al Registro Civil las muertes fetales de más de 180 días de gestación. Por tanto, a efectos estadísticos en nuestro país, se consideran muertes fetales tardías las de aquellos fetos muertos tras seis o más meses de gestación (consultar Figura 2.3).

Esta estadística es la continuación de la que hasta 1974 se conocía como *Estadística de Abortos*. En la Estadística de Abortos se incluían, además de todas muertes fetales con independencia de la duración de la gestación, todos los nacidos que fallecían durante las primeras 24 horas de vida. Actualmente se considera aborto únicamente la expulsión o extracción de un producto de la concepción no viable (con menos de 180 días de gestación).

El instrumento de recogida de información es el Boletín Estadístico de Parto. Por tanto, las variables disponibles en esta Estadística son las mismas descritas en la Estadística de Nacimientos. Las causas de muerte son codificadas siguiendo la cla-

sificación de 4 dígitos de la 10ª revisión de la Clasificación Internacional de Enfermedades (CIE) de la OMS.

### **Estadística de Partos**

Por parto se entiende toda expulsión o extracción del claustro materno de un producto de concepción viable. Por tanto, esta Estadística incluye las de nacimientos y muertes fetales tardías, quedando excluidos de esta definición, los abortos o expulsiones de fetos no viables. El objetivo de una estadística que contiene las dos anteriores, es que, al contemplar el parto como un suceso independiente, tenemos una medida del conjunto de la fecundidad viable. La relación entre los distintos sucesos sería:

$$\text{Partos sencillos} + (2 * \text{partos dobles}) + (3 * \text{partos triples}) + \dots = \\ \text{nacimientos} + \text{muertes fetales tardías}$$

La fuente de información, al igual que en los casos anteriores, es el Boletín Estadístico de Parto. Por ello, las variables contempladas son las mismas detalladas en la Estadística de Nacimientos. Con anterioridad a la Estadística de Partos existía la Estadística de Alumbramientos, de la que se puede considerar continuación, si bien en aquella se incluían todas las muertes fetales independientemente de la duración de la gestación, incluyendo, por tanto, también los abortos.

### **Estadística de Defunciones**

El actual concepto de defunción se corresponde con el recomendado por los organismos internacionales, incluyendo las defunciones de todos los que hayan nacido con vida, y observa, por tanto, los fallecidos durante las primeras horas (ver Estadística de Nacimientos).

Los instrumentos de recogida de información son el Boletín Estadístico de Defunción, para las defunciones posteriores a las 24 primeras horas de vida, y el Boletín Estadístico de Parto para las defunciones ocurridas durante las 24 primeras horas de vida. En el Boletín Estadístico de Defunción se pueden señalar hasta cuatro posibles causas para cada defunción, debido a que en la mayoría de los casos no existe una causa única del fallecimiento sino una combinación de causas:

- a) *Causa inmediata*: enfermedad o condición que causó finalmente la muerte.
- b) *Causas antecedentes*, que engloban:

1. La *básica o final* (enfermedad o lesión que inició los hechos que condujeron a la muerte).

2. Y la *intermedia* si ésta existe (enfermedad o condición, si hay alguna, que haya contribuido a la causa inmediata).

3. *Otros procesos* (embarazo, parto, diabetes... que contribuyeron a la muerte, pero no relacionados ni desencadenantes de la causa inicial o fundamental).

Por ejemplo, si una persona muere debido a un atropello, se podría presentar que la causa inmediata fuese un paro cardíaco, pero la causa antecedente final o fundamental sería un accidente de tránsito. La causa básica o final es la más importante desde el punto de vista demográfico.

Para la codificación de las causas de muerte la Organización Mundial de la Salud propone una *Clasificación Internacional de Enfermedades (CIE)*, que es actualizada cada 10 años. Desde 1999 se utiliza en España la 10ª revisión o *CIE-10*. Ésta es la clasificación más reciente de una serie que se formalizó en 1893 como Clasificación Bertillon, o Lista Internacional de Causas de Defunción. En la actualidad la CIE-10 consta de más de 12.000 causas de muerte. Hasta 1975 se utilizó la clasificación de tres dígitos, a partir de entonces se utiliza la clasificación de 4 dígitos, que permite el máximo nivel de especificación.

Las causas de muerte según la clasificación vigente se detallan en la siguiente lista reducida de mortalidad general.

Grupos de causas		Código de la lista detallada CIE-10
I. 001-008	Enfermedades infecciosas y parasitarias	A00-B99, R75
II. 009-041	Tumores	C00-D48
III. 042-043	Enfermedades de la sangre y de los órganos hematopoyéticos, y ciertos trastornos que afectan al mecanismo de la inmunidad	D50-D89
IV. 044-045	Enfermedades endocrinas, nutricionales y metabólicas	E00-E90
V. 046-049	Trastornos mentales y del comportamiento	F00-F99
VI-VIII. 050-052	Enfermedades del sistema nervioso y de los órganos de los sentidos	G00-H95
IX. 053-061	Enfermedades del sistema circulatorio	I00-I99
X. 062-067	Enfermedades del sistema respiratorio	J00-J99
XI. 068-072	Enfermedades del sistema digestivo	K00-K93
XII. 073	Enfermedades de la piel y del tejido subcutáneo	L00-L99
XIII. 074-076	Enfermedades del sistema osteomuscular y del tejido conjuntivo	M00-M99
XIV. 077-080	Enfermedades del sistema genitourinario	N00-N99
XV. 081	Embarazo, parto y puerperio	O00-O99
XVI. 082	Afecciones originadas en el periodo perinatal	P00-P96
XVII. 083-085	Malformaciones congénitas, deformidades y anomalías cromosómicas	Q00-Q99
XVIII. 086-089	Síntomas, signos y hallazgos anormales clínicos y de laboratorio, no clasificados en otra parte	R00-R74, R76-R99
XX. 090-102	Causas externas de mortalidad	V01-Y89

En la información disponible en la Estadística de Defunciones se recoge tan sólo la causa básica o final, siguiendo las recomendaciones de la OMS, si bien esta información no es tabulada en el MNP, sí está accesible en los microdatos. Para consultar las tabulaciones realizadas por el INE según causa de muerte, se ha de consultar la Estadística de Defunciones según Causa de Muerte, clasificada dentro de las estadísticas sociales. A continuación se detalla la información disponible en relación con cada defunción:

1. Municipio de defunción (para municipios mayores de 10.000 habitantes).
2. Provincia de defunción.
3. Año de nacimiento.
4. Mes de nacimiento.
5. Sexo.
6. Estado civil.

7. Nacionalidad. Información disponible a partir de 1999.
8. Provincia de residencia.
9. Municipio de residencia (para municipios mayores de 10.000 habitantes).
10. Profesión.
11. Año de defunción.
12. Mes de defunción.
13. Causa básica o final de la defunción.
14. Años cumplidos.
15. Meses cumplidos, en el caso de las defunciones de menores de 1 año.
16. Días cumplidos, en el caso de las defunciones de menores de 1 mes.
17. Tamaño del municipio de inscripción. Información disponible desde 1980.
18. Tamaño del municipio de residencia. Información disponible desde 1980.
19. Causa de muerte reducida: 102 grupos.
20. Causa de muerte perinatal: 93 grupos.
21. Causa de muerte infantil (menores de 1 año): 54 grupos.

### **Estadística de Matrimonios**

El concepto de matrimonio utilizado es el legal, es decir, todo aquel inscrito en el Registro Civil. Esta estadística ha mostrado una notable continuidad, puesto que la única variación que ha sufrido dicho concepto ha sido la sustitución del matrimonio católico por el matrimonio civil.

Los instrumentos para la recogida de información son el Boletín Estadístico de Matrimonio y el Boletín Eclesiástico de Matrimonio. La información recogida cambia notablemente a partir de 1975. Hasta esa fecha tan sólo se dispone de los datos básicos, edad y estado civil previo de los cónyuges, lugar de inscripción del matrimonio y fecha de la celebración del mismo. A partir de dicha fecha la información disponible relacionada con este suceso es mucho más amplia:

1. Municipio de inscripción del matrimonio.
2. Provincia de inscripción del matrimonio.
3. Año de celebración del matrimonio.

4. Mes de celebración del matrimonio.
  5. Forma de celebración del matrimonio: religión católica, otra religión, exclusivamente civil.
  6. Municipio de residencia del matrimonio.
  7. Provincia de residencia del matrimonio.
  8. Tamaño del municipio de celebración del matrimonio. Información disponible desde 1980.
  9. Tamaño del municipio de residencia del matrimonio. Información disponible desde 1980.
- Para cada uno de los contrayentes:
10. Año de nacimiento del contrayente.
  11. Mes de nacimiento del contrayente.
  12. Edad del contrayente (en años cumplidos). Variable disponible entre 1975 y 1988.
  13. Estado civil previo del contrayente.
  14. Número de orden del matrimonio del contrayente. Información disponible desde 1989.
  15. Año de divorcio del contrayente. Información disponible desde 1989.
  16. Mes de divorcio del contrayente. Información disponible desde 1989.
  17. Profesión del contrayente.
  18. Nacionalidad del contrayente. Información disponible desde 1989.
  19. Provincia de residencia del contrayente.
  20. Municipio de residencia del contrayente.
  21. Tamaño del municipio de residencia de la contrayente. Información disponible desde 1980.
  22. Relación entre el lugar de residencia antes y después del matrimonio: el contrayente residía en el lugar de inscripción; la contrayente residía en el lugar de inscripción; el matrimonio ha fijado su residencia en el lugar de inscripción; el contra-

yente residía en la misma residencia que ahora; la contrayente residía en la misma residencia que ahora; ambos residían en la misma residencia que ahora. Información disponible desde 1980.

Es previsible que, como consecuencia de la aprobación del matrimonio entre contrayentes del mismo sexo, para los datos referidos al año 2005 y posteriores se produzca un nuevo cambio en la información recogida, recogiendo al menos dos variables nuevas referidas al sexo de los contrayentes.

## **8.4 Estadística de Variaciones Residenciales**

El objetivo de la Estadística de Variaciones Residenciales (EVR) es ofrecer información sobre los movimientos migratorios con origen o destino (o ambos) en el territorio español. El suceso demográfico observado es la migración, que será inmigración si se observa desde el lugar de llegada, y emigración si se observa desde el lugar de destino. Se ha de advertir también que la unidad de observación de la EVR es la migración no el migrante, puesto que un mismo individuo puede haber realizado más de un cambio de residencia en un año, en tal caso cada uno de ellos constituiría una nueva entrada en la EVR. Los movimientos migratorios recogidos por la EVR son todos aquellos que ha supuesto un cambio de municipio de residencia.

La fuente de información son las altas y las bajas, por cambio de residencia, en el Padrón Municipal de Habitantes (ver apartado 8.2). Se trata por tanto, de un registro continuo, a partir de una fuente de carácter administrativo, de los movimientos migratorios intermunicipales, que se actualiza anualmente. La Estadística de Variaciones Residenciales, como tal, existe desde 1988<sup>6</sup> –aunque con anterioridad ya se recogían los movimientos migratorios a partir de recuentos de altas y bajas padronales enviados por los ayuntamientos–, si bien no adopta esta denominación hasta 1999. A pesar de su reducida antigüedad ha sufrido múltiples variaciones, que han ido ampliando el contenido demográfico, mejorando la depuración y calidad de los datos y facilitando la accesibilidad.

Respecto al contenido demográfico, hasta 1980 sólo se observaban los movimientos que se producían dentro del territorio español. A partir de este año se observan también las inmigraciones procedentes del extranjero. Éstas se contabili-

---

<sup>6</sup> Año en el que se implanta e informatiza el documento único de alta/baja, a partir de los cuales se obtenía un fichero con los registros individualizados para cada cambio de residencia, permitiendo una mayor depuración de los datos.

zan de forma diferenciada según nacionalidad, pues para los españoles procedentes del extranjero puede tratarse de un retorno de un movimiento emigratorio realizado con anterioridad. A partir de 2002 se incorpora la emigración exterior. Las bajas de españoles que se dirigen al extranjero se incluyen en la medida en que se obtiene información de los Registros de las Oficinas Consulares. Las emigraciones al exterior de la población extranjera tan sólo se conocen en la medida en que son comunicadas a los ayuntamientos y producen una baja, lo que ocurre en escasas ocasiones. A partir de 2004 se recogen para la población extranjera dos nuevas figuras, que hasta entonces no se contemplaban: las altas por omisión (AOM) y las bajas por inclusión indebida (BII), que permiten integrar las inmigraciones del exterior en las que no consta el país de procedencia y la emigración al exterior en la que no consta el país de destino.

Las principales características de estos movimientos migratorios, recogidas por la EVR son:

1. Día, mes y año de nacimiento.
2. Sexo del emigrante.
3. Mes de la migración.
4. Año de la migración.
5. Municipio de nacimiento del migrante.
6. Provincia de nacimiento del migrante.
7. País de nacimiento del migrante (en el caso de que sea de nacionalidad extranjera).
8. Nacionalidad del migrante.
9. Municipio de origen de la migración.
10. Provincia de origen de la migración.
11. País de origen de la migración.
12. Municipio de destino de la migración.
13. Provincia de destino de la migración.
14. País de destino de la migración.

Esta información está disponible a diversas escalas geográficas: nacional, autonómica, provincial, y municipal (siempre que se trate de capitales de provincia o municipios mayores de 10.000 habitantes).

Respecto a los cambios relacionados con la depuración de los datos y la mejora de la calidad de la fuente, éstos se deben a la progresiva informatización de la misma. Hasta 1980 los ayuntamientos enviaban la relación numérica de altas y bajas por cambio de domicilio para la actualización del Padrón. A partir de 1988 se informatiza el registro de la EVR con un documento único de alta/baja, a rellenar en ambos ayuntamientos, que permite obtener un registro individualizado para cada cambio de residencia. Ello mejora ya sustancialmente la calidad de la Estadística. A partir de 1996 se informatizan los padrones municipales, con la coordinación de los mismos por parte del INE. La información necesaria para la elaboración de la EVR se obtiene de los ficheros de intercambio de los ayuntamientos. A partir de 2001 la información se obtiene directamente del Padrón continuo del INE, por lo que no es necesario que el ciudadano declare el municipio de procedencia, sino que éste se toma del que figura en el Padrón continuo.

También esta fuente ha experimentado importantes mejoras de accesibilidad en las últimas décadas. Hasta 1983 los datos referentes a movimientos migratorios se publicaban en las matrices origen/destino de los Anuarios Estadísticos de España, y en el Boletín de Estadística. En 1983 aparece la primera publicación que recoge estos sucesos demográficos, con el nombre *Migraciones. Resultados por comunidades autónomas*. En ella se incluyen además datos sobre extranjeros residentes en España y emigración asistida, procedentes de los registros de la Dirección General de Policía y del Ministerio de Trabajo. Entre 1983 y 1992 se van ampliando el detalle de la información disponible. En 1999 toma el nombre de Estadística de Variaciones Residenciales, y se eliminan las fuentes de información externas, utilizándose ya solamente los datos procedentes de las altas y bajas padronales. A partir del 2000 esta información está también disponible en formato electrónico, y a partir de 2005 es libre el acceso a los microdatos, es decir, a los registros individuales de movimientos migratorios para su tratamiento informático.



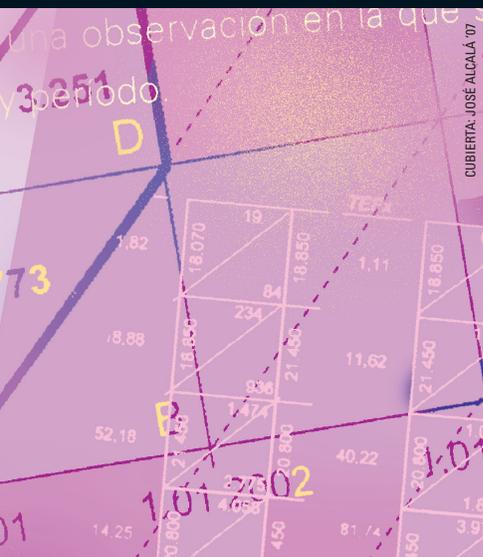
## Referencias bibliográficas

- Bulatao, R. A., et al. (1989): "Projecting mortality for all countries" *Working Paper World Bank* n° 227, Washington: World Bank.
- Cadier, F. (1990): *Démographie, Tome 1- Les phénomènes démographiques*, Paris: Economica, 292 págs.
- Cadier, F. (1990): *Démographie, Tome 2- La population*, Paris: Economica, 168 págs.
- Caselli, G.; Vallin, J.; Wunsch, G. (2001): *Démographie: analyse et synthèse. I. La dynamique des populations*, Paris: INED, 550 págs.
- Caselli, G.; Vallin, J.; Wunsch, G. (2002): *Démographie: analyse et synthèse. II. Les déterminants de la fécondité*, Paris: INED, 460 págs.
- Caselli, G.; Vallin, J.; Wunsch, G. (2002): *Démographie: analyse et synthèse. III. Les déterminants de la mortalité*, Paris: INED, 478 págs.
- Caselli, G.; Vallin, J.; Wunsch, G. (2003): *Démographie: analyse et synthèse. IV. Les déterminants de la migration*, Paris: INED, 225 págs.
- Coale, A.; Guo, G. (1991): "Utilización de nuevas tablas modelo de mortalidad para tasas de mortalidad muy bajas en proyecciones demográficas", *Boletín de Población de las Naciones Unidas*, n° 30, Nueva York: Naciones Unidas, págs.1-22.
- Courgeau, D. (1988): *Méthodes de mesure de la mobilité spatiale*, Paris: INED, 301 págs.
- Courgeau, D. y Lelièvre, E. (1989): *Analyse démographique des biographies*, Paris: INED, 270 págs.
- Duchêne, J.; Vilquin, E. (1992): *Mathématiques pour démographes: rappels théoriques, exercices résolus*, Louvain-la-Neuve: Université Catholique de Louvain, 224 págs.
- Duchêne, J.; Wunsch, G. (1991): "From the demographers Cauldron" *Working Paper Université Catholique de Louvain*, Louvain-la-Neuve: Université Catholique de Louvain.

- Gérard, H; Wunsch, G. (1975): *Demografía*, Madrid: Pirámide, 191 págs.
- Hinde, A. (1998): *Demographic Methods*, London: Arnold Publishers, 305 págs.
- Keyfitz, N. (1977): *Applied mathematical demography*, Nueva York: John Wiley & Sons, 388 págs.
- Henry, L. (1976): *Demografía*, Barcelona: Labor Universitaria, 349 págs.
- Leguina, J. (1975): *Fundamentos de demografía*, Madrid: Ed. Siglo XXI, 338 págs.
- Livi-Bacci, M. (1993): *Introducción a la Demografía*, Barcelona: Ariel, 475 págs.
- Manton, K. G.; Stallard, E.; Tolley, H. D. (1991): "Limits to Human Life Expectancy: Evidence, Prospects, and Implications" en *Population and Development Review* 17, nº 4, págs. 603-637.
- Naciones Unidas (1986): *Manual X: Técnicas indirectas de estimación demográfica*, Nueva York: United Nations, 318 págs.
- Naciones Unidas (1992): *Handbook of population and housing censuses*, New York: Statistical Office of the United Nations, 177 págs.
- Naciones Unidas (1993): *Readings in Population Research Methodology*, Chicago: United Nations Population Fund by Social Development Center, 387 págs.
- Newell (1988): *Methods and Models in Demography*, New York: Wiley, 214 págs.
- Pressat, R. (1977): *La práctica de la Demografía*, México: Fondo de Cultura Económica, 368 págs.
- Pressat, R. (1981): *Demografía estadística*, Barcelona: Ariel, 211 págs.
- Pressat, R. (1981): *Introducción a la demografía*, Barcelona: Ariel, 210 págs.
- Pressat, R. (1983): *Los métodos en Demografía*, Barcelona: Oikos-Tau, 143 págs.
- Pressat, R. (1983): *El análisis demográfico. Concepto, métodos, resultados*, México: Fondo de Cultura Económica, 359 págs.
- Pressat, R. (1987): *Diccionario de demografía: completado con un índice temático y vocabulario castellano-francés y francés-castellano*, Barcelona: Oikos-Tau, 248 págs.
- Pressat, R. (1995): *Eléments de démographie mathématique*. Paris: AIDELF, 278 págs.
- Preston, S; Heuveline, P.; Guillot, M. (2001): *Demography. Measuring and Modelling Population Processes*, Oxford: Blackwell Publishers, 291 págs.
- Rogers, A.; Castro, L. J. (1984): "Model migration schedules". En Rogers, A. (ed.): *Migration, urbanization and spatial population dynamics*. Boulder: Westview Press, págs. 92-121.

- Rogers, A.; Willekens, F. (eds.) (1986): *Migration and Settlement: A Multiregional Comparative Study*, Dordrecht: Reidel Publishing Company, 496 págs.
- Roussel, L.; Gani, L. (1973): *Analyse démographique exercices et problèmes*, Paris: Armand Colin, 217 págs.
- Sauvy, A. (1976): *Eléments de démographie*, Paris: Presses Universitaires de France, 391 págs.
- Shryock, H. S.; Siegel, J. S. (1976): *The Methods and Materials of Demography*, San Diego: Academic Press, 577 págs.
- Siegel, J. S. (2002): *Applied Demography*, San Diego: Academic Press, 686 págs.
- Siegel, J. S.; Swanson, D. A. (eds.) (2004): *The Methods and Materials of Demography*, San Diego: Elsevier Academic Press, 819 págs.
- Tapinos, G. (1988): *Elementos de demografía*, Madrid: Espasa Universidad, 410 págs.
- Thompson, W. S.; Lewis, D. T. (1969): *Problemas de población*, México: La Prensa Médica Mexicana, 535 págs.
- Vallin, J. (1995): *La Demografía (revisión técnica, elaboración y análisis de los datos para España de Rosa Gómez Redondo)*, Madrid: Alianza Universidad, 141 págs.
- Vinuesa, J. (ed.) (1994): *Demografía. Análisis y proyecciones*, Madrid: Ed. Síntesis, 366 págs.
- Willekens, F. (1991): "El componente de migración en los modelos multirregionales de proyección demográfica" en *Demografía urbana y regional*, Madrid: CSIC, págs. 93-123





Este manual está dirigido a atender las necesidades formativas básicas en técnicas demográficas de quienes desde diversos campos académicos o profesionales tienen que utilizar la información estadística demográfica.

Nace con la voluntad de explicar, con el mayor afán didáctico, los conceptos y técnicas necesarios para el análisis y la comprensión de los actuales procesos demográficos.

Pero lo que más caracteriza a este libro es el conjunto de ejercicios que complementan los contenidos teóricos de cada capítulo. No se trata sólo de utilizar una herramienta que ayude a entender mejor las técnicas previamente explicadas, con los ejercicios se busca también proponer y dar soluciones a problemas de análisis demográfico."

Colección *Libros de autor.*



ISBN 978-84-260-3774-9



9 788426 037749