



# PROYECCIONES DE POBLACIÓN A LARGO PLAZO 2022-2072 NOTA METODOLÓGICA

El **Plan Estadístico de Castilla y León 2022-2025** incluye, entre otras, la **operación estadística 14012, Proyecciones de Población**, cuyo objetivo consiste en disponer de perspectivas acerca del tamaño de la población de Castilla y León, en base a distintas hipótesis sobre el futuro comportamiento demográfico de la Comunidad Autónoma. Dentro de esta operación se engloban las **Proyecciones de Población a Largo Plazo**.

## 1. MÉTODOS DE PROYECCIÓN

El tema de las proyecciones de población es difícil de abordar y todavía hoy no hay consenso en el procedimiento a seguir. Se describen algunos de los principales métodos: método por extrapolación, método de las componentes, método por desagregación y modelos multirregionales, haciendo especial hincapié en el método de las componentes por ser el más utilizado.

- **Método por extrapolación:** consiste en proyectar a lo largo del tiempo el comportamiento pasado de la población extrapolando los ritmos de crecimiento a través de una fórmula matemática. Este método se aleja bastante de la realidad de la evolución de la población puesto que la extrapolación se calcula independientemente de los comportamientos demográficos.
- **Método de las componentes:** consiste en proyectar a lo largo del tiempo el comportamiento pasado de la población partiendo de una población clasificada por grupos de edad y sexo, e incorporando la información disponible, o ciertas hipótesis, acerca de la evolución que van a experimentar los tres fenómenos demográficos: mortalidad, fecundidad y migración (componentes demográficas), que determinan su crecimiento y estructura por edades.  
La población en un determinado año  $t$  ( $P_t$ ) puede expresarse mediante la siguiente ecuación:

$$P_t = P_{t-1} + N_{t-1,t} - D_{t-1,t} + I_{t-1,t} - E_{t-1,t}$$

donde:

$P_{t-1}$  es la población en el año  $t-1$

$N_{t-1,t}$  es el número de nacimientos ocurridos entre el año  $t-1$  y el año  $t$

$D_{t-1,t}$  es el número de defunciones ocurridas entre el año  $t-1$  y el año  $t$

$I_{t-1,t}$  es el número de inmigrantes que han llegado entre el año  $t-1$  y el año  $t$

$E_{t-1,t}$  es el número de emigrantes que han salido entre el año  $t-1$  y el año  $t$



Con este método se gana en calidad de la proyección, ya que haciendo un análisis de la evolución pasada de las componentes de la población y se pueden formular diferentes hipótesis para el cálculo de la población futura.

Este método presenta las siguientes limitaciones:

- 1) En el crecimiento de la población intervienen factores de diversa naturaleza (sociales, culturales, geográficos, económicos, mercado inmobiliario, etc...), lo que hace que la población y por tanto sus componentes sean variables dependientes de otras variables.
- 2) Presenta limitaciones al tratar las subpoblaciones de un conjunto de población:

$$P_t = P_t^1 + P_t^2 + P_t^3 + \dots + P_t^n$$

Ejemplo: Población → Castilla y León  
Subpoblaciones → Población de cada uno de los municipios

- 3) Dificultad de las proyecciones de áreas con pequeño volumen de población por la problemática de las fuentes de información y de la representatividad de los datos.
- **Método de las componentes con varios estados:** El método básico de las componentes se centra en dos características de una población: la edad y el sexo. Estas características son la fuente de heterogeneidad más significativa en las tasas esenciales para proyectar la población. Sin embargo, en algunos casos existen otras características de interés, como son, por ejemplo, los niveles de educación, la residencia urbana o rural o los tipos de familia de los individuos de la población. Incluso si estas características no son de interés para el usuario, pueden ser una fuente significativa de heterogeneidad demográfica y por tanto podrían mejorar potencialmente la precisión de las proyecciones para los totales de la población y la estructura por edad. En el caso concreto de Castilla y León, a priori, la residencia urbana o rural puede ser una fuente de heterogeneidad significativa.
  - **Método por desagregación (top-down):** consiste en proyectar a lo largo del tiempo el comportamiento pasado de la población a través del conocimiento de las diferentes partes que constituyen el conjunto total a proyectar. Con este método se corrige la limitación de las subpoblaciones.
  - **Modelos multirregionales:** consiste en proyectar a lo largo del tiempo el comportamiento pasado de la población basándose en cálculos matriciales de probabilidades de transición. Son modelos muy potentes pero exigen datos con un nivel de desagregación muy elevado.



## **2. PROYECCIONES DE POBLACIÓN EN CASTILLA Y LEÓN**

Como ya se ha comentado anteriormente, el método de proyección más utilizado habitualmente para proyecciones a largo plazo es el método de las componentes y es el utilizado por la Dirección General de Presupuestos, Fondos Europeos y Estadística de la Junta de Castilla y León.

### **2.1. COMPONENTES DEL CRECIMIENTO DEMOGRÁFICO**

La población de partida se ve sometida durante el periodo de proyección a los efectos de la mortalidad, fecundidad y migraciones. Basándose en los distintos análisis retrospectivos pertinentes y en la información conocida tanto de los fenómenos como de la población estudiada, se van a formular las hipótesis de evolución futura de cada uno de los componentes demográficos.

La dificultad a la hora de realizar proyecciones de población consiste en determinar de una forma precisa las características de la población inicial (estructura por edad y sexo, y sus tasas) y en proyectar las tendencias futuras de las tasas de las componentes demográficas, aunque hay que tener en cuenta que mientras las características de la población inicial se pueden conocer con una precisión razonable con un cierto esfuerzo, no ocurrirá así con las tendencias futuras de las tasas de fecundidad, mortalidad y migraciones. Todas las proyecciones de las tasas de fecundidad, mortalidad y migraciones que se utilizan para realizar las proyecciones de población están basadas de alguna manera en la opinión de expertos, en tendencias pasadas y en teorías acerca de los cambios en dichas tasas.

#### **MORTALIDAD**

Por lo general la mortalidad es el componente más fácil de proyectar y el que menos consecuencias tiene sobre la calidad de las proyecciones. Por un lado, la mortalidad, salvo situaciones atípicas, suele seguir patrones muy regulares y, por otro, los errores sobre niveles previsibles de mortalidad suelen repercutir muy poco sobre los efectivos de la población; sin embargo, en el caso de poblaciones con fuerte presencia de ancianos, como es el caso de Castilla y León, los errores en los niveles de mortalidad influirán más en la predicción de la población en esos grupos de edad.

#### **FECUNDIDAD**

A largo plazo, la fecundidad es el componente que tiene el mayor efecto sobre el crecimiento de la población, a causa de su efecto multiplicador: los niños nacidos hoy tendrán niños en el futuro.

Al contrario del fenómeno mortalidad que afecta a toda la población, la fecundidad sólo afecta a un segmento de la población, la población femenina de, principalmente, 15 a 49 años, a la que se aplicarán los cálculos.



## MIGRACIONES

Las migraciones son más difíciles de proyectar que la fecundidad o la mortalidad. Las migraciones son muy volátiles, pues dependen mucho de los cambios a corto plazo en los factores económicos, sociales o políticos. Además, como no hay ninguna teoría sólida sobre las migraciones, las proyecciones se basan generalmente en las tendencias pasadas y las políticas actuales.

Aunque la fecundidad tiene generalmente un mayor impacto en el crecimiento de una población a largo plazo, las migraciones pueden ejercer también una fuerte influencia.

## ESCENARIOS

Caracterizar correctamente el nivel de incertidumbre asociado a una proyección de población resulta, hoy por hoy, inviable -aunque necesario-, dado que no hay una aproximación comúnmente aceptada.

Un escenario es cada uno de los resultados prospectivos que se producirían en el caso de que tuvieran lugar ciertas hipótesis de evolución de los fenómenos demográficos implicados en el crecimiento poblacional.

En este estudio se pueden obtener infinitos escenarios, tantos como combinaciones de hipótesis sobre la cuantía y la forma de la variación de cada una de las componentes demográficas quiera realizar el usuario a través de la hoja Excel implementada al efecto.

## 2.2. DEFINICIONES

- **Nacimientos (nacidos vivos):** Desde 1975 el concepto de nacimiento en las tablas de presentación de resultados del Movimiento Natural de la Población queda identificado con el biológico de “nacido con vida”, independientemente del número de horas que viva.
- **Tasa Bruta de Natalidad:** expresa el número de nacidos vivos por cada mil habitantes.
- **Tasa General de Fecundidad:** expresa el número de nacidos vivos por mil mujeres en edad fecunda (entre 15 y 49 años).
- **Tasa específica de Fecundidad por Grupo de Edad de la Madre:** expresa el número de nacidos vivos por mil mujeres de ese grupo de edad.
- **Índice Sintético de Fecundidad (ISF):** expresa el número esperado de hijos por mujer a lo largo de su vida fértil (15-49 años).
- **Índice de Masculinidad en el Nacimiento:** expresa el número de nacimientos masculinos por cada cien nacimientos.
- **Defunción:** muerte de toda persona con vida. Desde 1975 se incluyen en el concepto a los nacidos con vida fallecidos durante las primeras veinticuatro horas.



- **Tasa Bruta de Mortalidad:** expresa el número de defunciones por mil habitantes.
- **Esperanza de vida al nacimiento:** expresa la cantidad de años que, como media, puede esperar vivir una persona que acaba de nacer dadas las condiciones de mortalidad existentes en el momento de su nacimiento.
- **Probabilidad perspectiva de paso ( ${}_nZ_x$ ):** probabilidad de un individuo de edad  $x$  de estar vivo a la edad  $x+n$ , suponiendo que la mortalidad se mantiene constante a lo largo del tiempo, con entradas por nacimiento también constantes e iguales a las recogidas en la tabla de mortalidad pertinente.
- **Saldo vegetativo:** diferencia entre el número de nacimientos y el de defunciones.
- **Migración:** cambio de residencia de un municipio a otro.
- **Inmigración:** cambio de residencia a un municipio perteneciente al ámbito geográfico que se estudia en cada momento.
- **Emigración:** cambio de residencia desde un municipio perteneciente al ámbito geográfico estudiado.
- **Saldo migratorio:** diferencia entre el número de inmigraciones y el de emigraciones.
- **Tasa específica de Emigración por Grupo de Edad:** expresa el número de emigraciones por mil habitantes de ese grupo de edad.
- **Índice Sintético de Emigración (ISE):** expresa el número de emigraciones que experimentaría una persona en el curso de su vida.

### 2.3. MÉTODO DE LAS COMPONENTES

La estrategia metodológica del método de las componentes consiste en proyectar los tres componentes del cambio poblacional: mortalidad, fecundidad y migración:

- El primer paso requiere establecer una población-base distribuida por sexo y grupos de edad.
- En segundo lugar, se deben establecer hipótesis sobre el comportamiento futuro que se espera tenga cada uno de los componentes demográficos (fecundidad, mortalidad y migración). Estas hipótesis deben detallarse matemáticamente en su intensidad y calendario (ej. tasas por edad). Una de las opciones para establecer las hipótesis consiste en llevar a cabo un análisis detallado del comportamiento pasado de cada uno de los componentes; para ello se necesita información sobre un período suficientemente largo y así poder obtener las tendencias generales de su comportamiento.



- Como última etapa, a partir de la población base, se proyecta cada grupo de edad hacia el nuevo periodo (quinquenal en nuestro caso) 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.

El objetivo, en este caso, es estimar la población de Castilla y León y sus provincias en grupos quinquenales de edad en periodos de 5 años. El procedimiento para estimar estas poblaciones es el mismo, por tanto, hablaremos de población en términos generales para referirnos a ellas.

La **fórmula** utilizada para obtener la **población proyectada en el año t, t=2027, 2032, 2037, ..., 2067 y 2072** en:

**1. Los grupos de edades x, x=[5-9], [10-14], ..., [95-100], sexo s (h=hombres m=mujeres), es la siguiente:**

$$P^{s,t}_x = P^{s,t-5}_{x-1} * Z^{s,t-5}_{x-1} + 0,6 * \text{Inmig}^{s,(t-5,t)}_{x-1} + 0,4 * \text{Inmig}^{s,(t-5,t)}_x - 0,6 * 5te^{s,(t-5,t)}_{x-1} * P^{s,t-5}_{x-1} * Z^{s,t-5}_{x-1} - 0,4 * 5te^{s,(t-5,t)}_x * P^{s,t-5}_x * Z^{s,t-5}_x$$

donde:

$P^{s,t}_x$  es la población de sexo s en el año t del grupo de edad x

$P^{s,t-5}_{x-1}$  es la población de sexo s en el año t-5 del grupo de edad x-1

$Z^{s,t-5}_{x-1}$  es la probabilidad perspectiva de paso desde el año t-5 al año t del sexo s y grupo de edad x-1

$\text{Inmig}^{s,(t-5,t)}_{x-1}$  es el número de inmigraciones de sexo s que se producen entre el año t-5 y el año t del grupo de edad x-1

$\text{Inmig}^{s,(t-5,t)}_x$  es el número de inmigraciones de sexo s que se producen entre el año t-5 y el año t del grupo de edad x

$te^{s,(t-5,t)}_{x-1}$  es la tasa específica de emigración de sexo s en el periodo (t-5, t) de personas del grupo de edad x-1. Se multiplica por 5 al considerar que esa tasa, que es la tasa de emigración del año t, se mantiene constante en los 5 años que hay entre t-5 y t.

$te^{s,(t-5,t)}_x$  es la tasa específica de emigración de sexo s en el periodo (t-5, t) de personas del grupo de edad x. Se multiplica por 5 al considerar que esa tasa, que es la tasa de emigración del año t, se mantiene constante en los 5 años que hay entre t-5 y t.

$Z^{s,t-5}_x$  es la probabilidad perspectiva de paso desde el año t-5 al año t del sexo s y grupo de edad x

**2. El grupo de edad x=[0-4], hombres (h), es la siguiente:**

$$P^{h,t}_x = [Im * ((P^{m,t-5}_{[15,19]} + P^{m,t}_{[15,19]}) / 2 * ISF^{(t-5,t)}_{[15,19]} + (P^{m,t-5}_{[20,24]} + P^{m,t}_{[20,24]}) / 2 * ISF^{(t-5,t)}_{[20,24]} + (P^{m,t-5}_{[25,29]} + P^{m,t}_{[25,29]}) / 2 * ISF^{(t-5,t)}_{[25,29]} + (P^{m,t-5}_{[30,34]} + P^{m,t}_{[30,34]}) / 2 * ISF^{(t-5,t)}_{[30,34]} + (P^{m,t-5}_{[35,39]} + P^{m,t}_{[35,39]}) / 2 * ISF^{(t-5,t)}_{[35,39]} + (P^{m,t-5}_{[40,44]} + P^{m,t}_{[40,44]}) / 2 * ISF^{(t-5,t)}_{[40,44]} + (P^{m,t-5}_{[45,49]} + P^{m,t}_{[45,49]}) / 2 * ISF^{(t-5,t)}_{[45,49]}) * Z^{h,t-5}_N] + 0,4 * \text{Inmig}^{h,(t-5,t)}_{x-1} - 0,4 * 5te^{h,(t-5,t)}_x * P^{h,t-5}_x * Z^{h,t-5}_{[1,4]}$$



donde:

$P^{h,t}_x$  es la población de hombres en el año t del grupo de edad x

Im es el índice de masculinidad en el nacimiento, que se mantiene constante a lo largo de todo el periodo de proyección e igual al observado en el año de partida.

$P^{m,t-5}_{[a,b]}$  es la población de mujeres en el año t-5 del grupo de edad [a, b]

$P^{m,t}_{[a,b]}$  es la población de mujeres en el año t del grupo de edad [a, b]

$ISF^{(t-5,t)}_{[a,b]}$  es el Índice Sintético de Fecundidad en el periodo (t-5, t) del grupo de edad [a, b]

$Z^{h,t-5}_N$  es la probabilidad perspectiva de paso de los nacidos hombres al primer grupo de edad quinquenal, desde el año t-5 al año t.

$Inmig^{h,(t-5,t)}_x$  es el número de inmigraciones de hombres que se producen entre el año t-5 y el año t del grupo de edad x

$te^{h,(t-5,t)}_x$  es la tasa específica de emigración de hombres en el periodo (t-5, t) de personas del grupo de edad x. Se multiplica por 5 al considerar que esa tasa se mantiene constante en los 5 años que hay entre t-5 y t.

$Z^{h,t-5}_x$  es la probabilidad perspectiva de paso de los hombres desde el año t-5 al año t del grupo de edad [1,4]

- 3. El grupo de edad x=[0-4], mujeres (m),** es análoga a la anterior pero se multiplican los nacimientos por (1-Im) para obtener las niñas que han nacido en el periodo de tiempo considerado:

$$P^{m,t}_x = [(1-Im)*[(P^{m,t-5}_{[15,19]} + P^{m,t}_{[15,19]})/2*ISF^{(t-5,t)}_{[15,19]} + (P^{m,t-5}_{[20,24]} + P^{m,t}_{[20,24]})/2*ISF^{(t-5,t)}_{[20,24]} + (P^{m,t-5}_{[25,29]} + P^{m,t}_{[25,29]})/2*ISF^{(t-5,t)}_{[25,29]} + (P^{m,t-5}_{[30,34]} + P^{m,t}_{[30,34]})/2*ISF^{(t-5,t)}_{[30,34]} + (P^{m,t-5}_{[35,39]} + P^{m,t}_{[35,39]})/2*ISF^{(t-5,t)}_{[35,39]} + (P^{m,t-5}_{[40,44]} + P^{m,t}_{[40,44]})/2*ISF^{(t-5,t)}_{[40,44]} + (P^{m,t-5}_{[45,49]} + P^{m,t}_{[45,49]})/2*ISF^{(t-5,t)}_{[45,49]}] * Z^{m,t-5}_N] + (0,4*Inmig^{m,(t-5,t)}_x - 0,4*5te^{m,(t-5,t)}_x * P^{m,t-5}_x * Z^{m,t-5}_{[1,4]})$$

- 4. El grupo de edad x=[100+], sexo s (h=hombres, m=mujeres),** es la siguiente:

$$P^{s,t}_x = P^{s,t-5}_{x-1} * Z^{s,t-5}_{x-1} + P^{s,t-5}_x * Z^{s,t-5}_x + 0,6*Inmig^{s,(t-5,t)}_{x-1} + Inmig^{s,(t-5,t)}_x - 0,6*5te^{s,(t-5,t)}_{x-1} * P^{s,t-5}_{x-1} * Z^{s,t-5}_{x-1} - *5te^{s,(t-5,t)}_x * P^{s,t-5}_x * Z^{s,t-5}_x$$

donde:

$P^{s,t}_x$  es la población de sexo s en el año t del grupo de edad 100+

$P^{s,t-5}_{x-1}$  es la población de sexo s en el año t-5 del grupo de edad [95,99]

$Z^{s,t-5}_{x-1}$  es la probabilidad perspectiva de paso desde el año t-5 al año t del sexo s y grupo de edad [95,99]

$Inmig^{s,(t-5,t)}_{x-1}$  es el número de inmigraciones de sexo s que se producen entre el año t-5 y el año t del grupo de edad [95,99]

$Inmig^{s,(t-5,t)}_x$  es el número de inmigraciones de sexo s que se producen entre el año t-5 y el año t del grupo de edad 100+

$te^{s,(t-5,t)}_{x-1}$  es la tasa específica de emigración de sexo s en el periodo (t-5, t) de personas del grupo de edad [95,99]. Se multiplica por 5 al considerar que esa tasa se mantiene constante en los 5 años que hay entre t-5 y t.





$te_{s,(t-5,t)}_x$  es la tasa específica de emigración de sexo  $s$  en el periodo  $(t-5, t)$  de personas del grupo de edad  $100+$ . Se multiplica por 5 al considerar que esa tasa se mantiene constante en los 5 años que hay entre  $t-5$  y  $t$ .

$Z_{s,t-5}_x$  es la probabilidad perspectiva de paso desde el año  $t-5$  al año  $t$  del sexo  $s$  y grupo de edad  $100+$

Los únicos datos conocidos son los del año 2022, el resto de datos se obtienen de la proyección de cada una de las componentes.

## **2.4. PROYECCIÓN DE LAS COMPONENTES**

Para proyectar la evolución de las componentes, lo que se hace es realizar supuestos acerca del comportamiento que tendrá cada componente entre el año 2022 y el año 2072 (se mantendrá constante, crecerá o decrecerá), y posteriormente se estima la evolución de dichas componentes en los años intermedios mediante unas hipótesis acerca de la forma en que se produce dicha variación (lineal, logarítmica, parabólica o logística).

Todas las hipótesis se consideran idénticas para cada provincia y sexo, y lo que diferencia la evolución de las distintas provincias son los datos de partida: la estructura por edad y sexo en el año 2022 y los datos de nacimientos, defunciones (esperanza de vida), inmigraciones y emigraciones en 2022.

### **Proyección de la mortalidad**

El objetivo en este punto es proyectar un patrón de comportamiento futuro de la esperanza de vida al nacer y a través de éste obtener un patrón de comportamiento futuro de las tasas de mortalidad y, con esta información, determinar las probabilidades perspectivas de paso por sexo y grupo de edad para cada periodo quinquenal entre el año de partida y el horizonte de proyección.

Así, para proyectar la mortalidad se elige un umbral hacia el que evolucionará la esperanza de vida al nacer ( $e_0$ ), tanto de hombres como de mujeres, y la forma en la que lo hará. En función de la variación de la  $e_0$  y la forma en la que se supone se produce ésta (lineal, logarítmica, parabólica o logística) se obtiene una serie quinquenal de  $e_0$  en los años intermedios entre el año de partida y el horizonte de proyección, tanto de hombres como de mujeres.

A partir de la esperanza de vida al nacer se precisa obtener la estructura de la mortalidad correspondiente al nivel reflejado por la  $e_0$ , es decir, de cada serie quinquenal de esperanzas de vida proyectadas en el paso anterior se debe pasar a una serie quinquenal de tasas de mortalidad por edad, correspondencia que proporcionan las tablas-tipo de mortalidad por grupo de edad; y a partir de las tasas de mortalidad se calculan las probabilidades de paso correspondientes. Para ello se procede como sigue:

Como no habrá una coincidencia exacta entre las esperanzas de vida de las tablas-tipo y las que se han proyectado, las tasas de mortalidad se obtendrán por interpolación lineal a partir de las proporcionadas por las tablas-tipo. Se utilizan las tablas tipo de mortalidad ampliadas elaboradas en 2010 por la Unidad de Población de Naciones Unidas basadas en la aproximación modificada de Lee-Carter para mejorar las tablas tipo de Coale y Demeny





(1966 y 1989) y las de Naciones Unidas de 1982 para adecuarse a la mortalidad observada en los últimos años. Se trata de nueve familias de tablas tipo que proporcionan valores para  $e_0=20$  hasta  $e_0=100$  por grupos de edad quinquenales. De estas nueve familias se han elegido la tabla UN Far East Asian para las mujeres y la tabla Coale-Demeny East para los hombres al ser las que mejor representan el patrón de mortalidad de Castilla y León en 2022.

A partir de la serie quinquenal de tasas de mortalidad entre el año de partida y el horizonte, se calcula la serie de tablas de mortalidad por sexo para obtener las probabilidades perspectivas de paso en cada grupo de edad y sexo en cada uno de los años intermedios considerados.

Se ha de señalar que, en dichas tablas proyectadas, las probabilidades de muerte se calculan de la forma siguiente:

$$q_{t,5} = 1 - e^{-5 \cdot m_{t,5} - 0,008 \cdot 5^3 \cdot m_{t,5}^2} \quad (\text{Reed y Merrel})$$

### **Proyección de la fecundidad**

De forma similar a como se ha hecho con la mortalidad, se elige un umbral hacia el que evolucionarán los patrones futuros de fecundidad. Para dicho umbral teórico se fijan el Índice Sintético de Fecundidad (ISF), la edad media a la maternidad y la varianza, parámetros necesarios para aplicar una función gamma (función que ajusta adecuadamente una distribución de tasas de fecundidad a una curva teórica). Se supone que la edad media a la maternidad y la varianza se mantienen constantes en el periodo de proyección e igual a lo observado en el año 2022 (último dato disponible); el ISF es el parámetro que varía y permite obtener diferentes escenarios. Si se supone que la fecundidad permanece constante, las tasas de fecundidad en el horizonte de proyección coincidirán con las observadas en el año 2022, en caso contrario, se estiman a partir de una función Gamma tipo III de Pearson:

$$f_{g_a}(a) = \frac{k \lambda^p a^{p-1} \exp(-\lambda a)}{\Gamma(p)}$$

donde:

$k$  = ISF en el horizonte

$$\lambda = \frac{\bar{a}}{\sigma_{\bar{a}}^2}$$

$$p = \frac{\bar{a}^2}{\sigma_{\bar{a}}^2}$$

$\bar{a}$  = edad media de maternidad en el horizonte

$\sigma_{\bar{a}}^2$  = varianza de la edad media de maternidad en el horizonte

$a$  = punto medio del grupo de edad

En este punto se dispone de las tasas específicas de fecundidad en el año de partida y en el horizonte. El siguiente paso consiste en proyectar, para todos los años intermedios, los



ISF por grupo de edad, repartiendo la diferencia entre el valor de la tasas de fecundidad por grupo de edad en el horizonte y en el año de partida según la forma en la que se supone que variará la fecundidad (lineal, logarítmica, parabólica o logística) y multiplicando por cinco esta diferencia, que es la amplitud de los grupos de edad contemplados y, por tanto, los años que cada mujer “vive” con la tasa correspondiente.

### **Proyección de la migración**

El método utilizado para proyectar la migración consiste en proyectar por separado la emigración y la inmigración.

Por un lado, se elige el umbral hacia el que evolucionan las emigraciones. Teniendo en cuenta la variación que se supone sufrirán las emigraciones se calcula el Índice Sintético de Emigración (ISE) en el horizonte de proyección. En función de los valores del ISE en el horizonte y la forma en que se supone se produce la variación de este fenómeno se calculan los ISE de los años intermedios (se reparte el crecimiento/decrecimiento supuesto a lo largo de esos años según la forma especificada (lineal, logarítmica, parabólica o logística)). Por último, para cada periodo quinquenal entre el año de partida y el horizonte, se calculan las tasas de emigración por grupos de edad aplicando a los correspondientes ISE un calendario; el calendario aplicado es el marcado por el peso de cada grupo de edad en el cálculo del ISE del año de partida (se supone que el calendario permanece constante a lo largo de estos años).

Por otro lado se elige el umbral hacia el que evolucionan las inmigraciones. Teniendo en cuenta la variación que se supone sufrirán las inmigraciones se calculan las inmigraciones del año fijado como horizonte. En función de los valores de las inmigraciones en el horizonte y la forma en que se supone se producirá la variación de este fenómeno se calculan las inmigraciones de los años intermedios (se reparte el crecimiento/decrecimiento supuesto a lo largo de esos años según la forma especificada (lineal, logarítmica, parabólica o logística)). Por último, para cada periodo quinquenal entre el año de partida y el horizonte, se calculan las inmigraciones que tendrán lugar por grupos de edad aplicando a las correspondientes inmigraciones un calendario; el calendario aplicado es el marcado por el peso de cada grupo de edad en las inmigraciones que tienen lugar el año de partida (se supone que este calendario permanece constante a lo largo de estos años); se multiplica además por 5 porque se supone que en ese periodo de 5 años proyectados se produce el mismo número de inmigraciones en cada año y en cada grupo de edad.



### 3. BIBLIOGRAFÍA

- Cavero Álvarez, J. y otros. "Los Recursos Humanos en Castilla y León hasta el año 2011".
- Frederick W. Hollmann, Tammany J. Mulder and Jeffrey E. Kallan (2000). "Methodology and Assumptions for the Population Projections of the United States: 1999 to 2100". Population Division Working Paper No. 38
- Instituto Canario de Estadística 1999. Proyecciones de Población Canarias 1996 - 2011. 1ª Edición.
- Instituto Nacional de Estadística (2001). Proyecciones de población calculadas a partir del Censo de 1991. Evaluación y revisión.
- Instituto Vasco de Estadística (EUSTAT) (2002). Escenarios demográficos 2050.
- Julio Vinuesa, Dolores Puga (2007): Técnicas y ejercicios de Demografía. Instituto Nacional de Estadística. Libros de autor.
- Livi-Bacci, M.(1993). "Introducción a la demografía". Editorial Ariel, S.A.
- Manual X Técnicas Indirectas de Estimación Demográfica. 1986. Naciones Unidas.
- Nan Li and Patrick Gerland (2011). "Modifying the Lee-Carter method to project mortality changes up to 2100". Paper presented at the Population Association of America 2011 Annual Meeting - Washington, DC. Session 125: Formal Demography I: Mathematical Models and Methods (Friday 1 April 2011, 12:30 PM - 2:20 PM) Latest revision 6 April 2011
- O'Neill, B. C., Balk, D., Brickman, M., Ezra, M. (2001). A Guide to Global Population Projections. *Demographic Research* - Volume 4, Article 8.
- Rojo García, J. L. y Corrales Herrero, E.. "Tablas de Mortalidad 1998-1999 para la Comunidad de Castilla y León".
- United Nations World Population Prospects 2012: Extended Model Life Tables. United Nations, Department of Economic and Social Affairs. Population Division, Population Estimates and Projections Section.