

DEM 1487-270
Pezar 4/n
472

CELAD

40 22 0024800

Fecha recibida: 15/8/76
ARCHIVO de DOCUMENTOS

Original NO SALE de la oficina



J 1332

César Peláez

4895

INSTITUTO "CELADE" NOROCCIDENTAL
CENTRO LATINOAMERICANO
DE DEMOGRAFIA

S.495

Septiembre, 1970

30

ESTIMACIONES Y PROYECCIONES
DE POBLACION;

(Versión preliminar)

I. DEFINICION DEL CAMPO DE ESTUDIO

1. En este curso nos ocuparemos de los principios generales y métodos para preparar estimaciones y proyecciones de población. Este es un campo de estudio esencialmente práctico, en el cual ustedes van a tener la oportunidad de aplicar muchos de los conceptos, teorías y métodos de medición y análisis que se estudian en otros cursos del programa del CELADE.
2. Una estimación es una cuantificación de un hecho obtenida por un método distinto de los métodos usuales aceptados de medición de un fenómeno determinado. Ej.: El método usual y aceptado de medición del tamaño de la población de un país es el método censal. Pero un censo no puede levantarse cada vez que se desee saber cual es la población de un país. En esas ocasiones, la población es estimada por diversos métodos, que no requieren del recuento completo, o presumiblemente completo de la población. (Por ejemplo: a) Dos Censos: se interpola; b) Un censo y estadísticas vitales, se usa la ecuación $P_n = P_0 + b^{0-n} + \text{migración} - m$; c) Muestreo (usando como base un censo anterior)).
3. La distinción entre los conceptos de medición rigurosa y estimación es meramente convencional. De hecho, toda medición, por más rigurosa que sea, es una estimación. Aún en la física, que puede ser considerada como la más exacta de las ciencias que estudian el mundo real, la medición exacta de un fenómeno está sujeta a interferencias (instrumento, observador). En el caso de las ciencias sociales, los instrumentos y métodos de medición son mucho más inexactos y el ideal de la medición rigurosa

DEFINICION. Proyectar una población P_0 , observada en un momento t_0 , consiste entonces en determinar la población P_n que resultaría de ella en el momento t_n si se verifican ciertas hipótesis respecto a su evolución.

Las hipótesis pueden referirse a una o más variables y ser más o menos complejas en lo que se refiere a la evolución de esas variables.

Ej.: 1) Una sola variable (tasa media anual de crecimiento geométrico), hipótesis simple (la tasa de crecimiento se mantiene constante).

$$P_n = P_0 (1+i)^n$$

- 2) Tres variables, hipótesis más complejas. Método de los componentes. Variables: fecundidad, mortalidad y migración. Hipótesis: a) Fecundidad se mantiene constante hasta un año n_1 , luego comienza a decrecer lentamente, estructura de tasas específicas cambia; b) Mortalidad varía siguiendo la evolución observada en otro país, con algunas modificaciones; c) Migración varía durante el período de proyección y se calcula adaptando un modelo de Naciones Unidas.

Lo mismo que en los ejemplos anteriores, las proyecciones de población pueden calcularse para una fecha futura o también para un momento del pasado. En este último caso las llamaremos proyecciones retrospectivas. (Ejemplo: estimación de nacimientos en períodos anteriores al censo).

III PRINCIPIOS GENERALES

a) Necesidad de las estimaciones y proyecciones de población

1. El interés por las estimaciones y proyecciones de población no es una característica de los tiempos presentes. Hay pruebas de que ya en los albores de la historia en algunos países se trató de determinar la magnitud de la población con el propósito de estimar el número de personas o familias que tenían una determinada característica (familias que habitaban un determinado sector del territorio, esclavos, personas que pagarían impuestos o podrían reclutarse para el servicio militar, etc.).
2. En la actualidad las funciones de los gobiernos se están haciendo cada vez más complejas abarcando una gran variedad de programas económicos y sociales para cuya planificación se requiere un cúmulo de información estadística que incluye datos y estimaciones demográficas de diversa índole. (Ejemplos de datos y estimaciones demográficas).
3. FUENTES. La información sobre la magnitud y características de la población de un país suele obtenerse por medio de Censos, los registros de estadísticas vitales y de migraciones y, en algunos pocos países, los registros continuos o permanentes de población.

Existen además otras fuentes secundarias de datos demográficos que pueden, en ciertos casos, suplir o complementar a las ya mencionadas. Entre ellas pueden citarse las estadísticas educacionales, registros de Seguridad Social, registros electorales, archivos del Servicio Militar, registro de contribuyentes, empadronamientos a base de muestras, registros de racionamiento, etc.

4. En la mayoría de los países poco desarrollados los censos sólo se han levantado ocasionalmente y la información que han proporcionado ha sido limitada. El costo de censos detallados y periódicos es muy grande en relación a los recursos financieros de esos países. Además es difícil conseguir el personal técnico necesario para levantar el censo, incluso un número suficiente de empadronadores capacitados. Dado el nivel de instrucción de la población de esos países, también es difícil obtener respuestas precisas a las preguntas del censo. Las dificultades que se presentan usualmente para obtener un registro exacto de los hechos vitales son aún mayores que en el caso de los censos.

5. En los países más desarrollados, los gobiernos utilizan estadísticas detalladas sobre la población y sus características para poder guiar su acción en las múltiples actividades que realizan en el campo económico y social. Sin embargo, aún en esos países, los censos no pueden levantarse cada vez que se requiere información y el número de preguntas que pueden formularse, así como el de respuestas que pueden tabularse, tiene un límite. Por otra parte, la publicación de los resultados finales de un censo se hace en muchos casos con una apreciable demora.

Por consiguiente, tanto en los países en desarrollo, como en los desarrollados, no queda más remedio que recurrir a cálculos o estimaciones, si se quieren tener en cuenta los cambios ocurridos desde que se levantó el censo, o los datos que no se obtuvieron por su intermedio.

6. Respecto a las proyecciones de población, éstas pueden servir para dos propósitos.

En primer lugar ellas tienen una gran utilidad como instrumento

de investigación teórica y práctica. Teóricamente, la metodología que estudiaremos permite determinar, por ejemplo, los efectos de los cambios en la fecundidad, la mortalidad y la migración sobre la estructura por edad de la población (Ver trabajo Cataldi). Las proyecciones se usan también como instrumentos de análisis demográfico, como cuando se evalúa la integridad del registro de nacimientos, comparando los nacimientos anteriores a un censo con los sobrevivientes censados.

7. El uso práctico de las proyecciones de población, es sin embargo, el más generalizado. En este sentido, la necesidad de las proyecciones de población se deriva del auge del planeamiento económico y social. Tal planeamiento presupone algún conocimiento de las interrelaciones entre las variables económicas, sociales y demográficas. Una primera etapa del planeamiento consiste, entonces, en el estudio de los aspectos relevantes de la población, la economía y la sociedad, en el momento actual y en el pasado, con miras a planear el futuro.

El planeamiento considera el uso y la distribución de diferentes cantidades y calidades de mano de obra, materias primas, otros recursos naturales, capital y equipo de capital. Las proyecciones proveen una base cuantitativa para el uso y distribución de esos factores de producción y para el establecimiento de metas, por medio de aproximaciones sucesivas.

El rol de las proyecciones de población en el planeamiento económico y social es doble. Esto deriva de la doble función de la población en el proceso de desarrollo económico y social. Por una parte la población es el principal factor determinante de la oferta de trabajo, que es

a su vez un factor esencial de la producción de bienes y servicios.

Por otra parte, la magnitud de la población determina el número de consumidores cuyas necesidades deben satisfacerse con esa producción.

b. Clases de proyecciones demográficas necesarias para la planificación económica y social

1. Las necesidades de proyecciones de población de distintas clases en relación con la planificación económica y social varían de un país a otro según: 1) Métodos de planificación; 2) Grado de desarrollo, 3) Características demográficas, económicas y sociales del país. Las posibilidades de elaborar proyecciones útiles de cada clase también varían según los países.
2. A pesar de esas variaciones en necesidades y posibilidades hay algunas clases de proyecciones que generalmente resultan muy útiles como ayuda para la planificación económica y social, entre ellas:
 - i) Total de habitantes
 - ii) Fuerza de trabajo
 - iii) Población de edad escolar y matrícula en las escuelas
 - iv) Grado de instrucción
 - v) Hogares y familias.
3. Conviene señalar la gran importancia de la proyección de la población total por sexo y grupos de edades como base para otras clases de proyecciones demográficas (proyecciones derivadas), aparte de su uso directo para determinar las necesidades de diversas clases de bienes de consumo y servicios.

4. Además de las cinco clases principales de proyecciones mencionadas existen otras que pueden ser importantes y viables en el caso de algunos países:

- i) Población que depende de la agricultura, distinguiendo entre agricultura tradicional o de subsistencia y moderna o comercial.
- ii) Grupos étnicos
- iii) Número de personas casadas por sexo y edad.

c) Proyecciones para áreas y regiones

1. Las proyecciones de la población total no son suficientes para satisfacer los requerimientos del planeamiento económico y social.

2. Proyecciones de la población Urbana y Rural. Utilidad debido a:

- a) Necesidad debido a las diferencias entre las características de ambas áreas respecto a: 1) su función productiva; 2) sus requerimientos respecto a la provisión de alimentos, educación, vivienda, servicios públicos, etc.
- b) Las comunidades urbanas y rurales difieren generalmente en cuanto a los niveles de fecundidad, mortalidad, la participación en la actividad económica, la asistencia escolar, los niveles educacionales y la composición y formación de los hogares y familias.
- c) Debido a las diferencias en los niveles y tendencias de la mortalidad y fecundidad, teóricamente una proyección de la población total obtenida como suma de las proyecciones de la población urbana y la rural es más confiable puesto que para calcularlas se hace un análisis más detallado (profundo) del comportamiento de las componentes del crecimiento.

3. Proyecciones de la población de las ciudades, especialmente las más popu-
losas. Necesarias para el planeamiento urbano.
4. Proyecciones de la población de áreas administrativas o regiones económi-
cas. Útiles para el planeamiento regional y la localización industrial,
de escuelas, hospitales, viviendas, etc.

Aquí debemos considerar que puede existir un conflicto entre el
detalle en la clasificación por áreas, por una parte y las dificultades
prácticas derivadas de:

- 1) El trabajo de proyecciones muy detalladas.
- 2) Las posibilidades de error que crecen con el mayor detalle debido a la
influencia creciente de la migración interna.

d) Clasificaciones en las proyecciones

1. Los diferentes tipos de proyecciones que estudiaremos más adelante pueden
prepararse con diferentes detalles en cuanto a clasificación de caracte-
rísticas.

Por ejemplo: La proyección de la población total puede ser:

- 1) global; 2) por sexo y edad; 3) por sexo, edad y estado civil, etc.

Otro ejemplo: La población de edad escolar puede presentarse:

- 1) total; 2) por sexo; 3) por sexo y edad; 4) asistiendo o no a la
escuela; 5) según el grado a que se asiste (para los que asisten, por supuesto).

2. El tipo de clasificación y el detalle de esa clasificación dependerán de
dos cuestiones fundamentales:

- 1) Las necesidades de clasificación de acuerdo a los métodos de planeamien-
to y el nivel de desarrollo.

- 2) La posibilidad de preparar las proyecciones con el detalle requerido.
Esto último depende de: a) la disponibilidad de recursos y personal capacitado para realizar el trabajo; b) la disponibilidad de estadísticas que permitan llevar a cabo esa clasificación.
3. Las clasificaciones deberán corresponder a las estadísticas históricas y actuales del país. El uso de otras clasificaciones complica el trabajo de preparación de la proyección y aumenta las posibilidades de error.
4. Las clasificaciones deberán proveer, en lo posible, una descripción clara de la realidad nacional y además deberán ser pertinentes para la consideración práctica de los problemas del planeamiento. Por ejemplo, si las edades de entrada en la actividad económica varían entre 15 y 25 años, la clasificación por edad deberá ser más detallada en esos años que en los subsiguientes en los cuales prácticamente la mayoría de la población masculina trabaja.
5. Clasificaciones que faciliten la comparabilidad internacional.

e) Período (extensión) de las proyecciones.

1. El período que se considera necesario para una proyección depende de la clase de proyección de que se trate y el uso que se le quiera dar y la calidad de la información disponible.
 - a) Según la clase de proyección, la incertidumbre aumenta en distinto grado. Ejemplos: 1) Proyección PEA y proyección población en edad escolar. (debido mayor incertidumbre en fecundidad futura la proyección de la PEA es más confiable que las otras, 15 años y 7 años).

b) según el uso: largo plazo (instalación de suministro de agua para ciudad, consideración de medidas de política de población); corto plazo (planeamiento de inversión en viviendas o escuelas en los próximos años).

c) Calidad de la información disponible: Cuanto peor es la información menor debe ser el período.

2. La proyección de la población total por sexo y edad debe ser preparada al menos para un período igual al de la proyección derivada más larga.

f) Conjunto de proyecciones alternativas

1. Cuando se preparan proyecciones es útil considerar no solamente las hipótesis que aparecen como más probables en vista de la experiencia en el pasado y otras consideraciones, sino también otras hipótesis alternativas que no están fuera de los límites de lo plausible.

Sin embargo en la publicación de los resultados lo más apropiado puede ser presentar solamente tres alternativas: 1) la que represente el desarrollo futuro más plausible; 2) una variante "alta"; 3) una variante "baja". Ejemplo: Capítulo 2 de "Perspectivas de la población mundial evaluadas en 1963". Estudios Demográficos N° 41, Naciones Unidas, 1967.

2. Las variantes alta y baja deberán ser consideradas como los límites del campo de variación plausible.

3. Las variantes alta y baja no necesariamente deberán equidistar de la hipótesis más plausible.

4. No tiene ninguna utilidad práctica presentar variantes que difieren o mucho o muy poco. En el primer caso la proyección tiene muy poco valor predictivo, en el segundo no parece haber necesidad de variantes.
5. En algunos casos, la proyección más plausible puede no ser la mejor elección como base del planeamiento. Se puede tomar la alta para minimizar el riesgo de una provisión inadecuada (por ejemplo de alimentos). En este mismo sentido, un país con escasez de mano de obra puede considerar la proyección baja.
6. El análisis de las implicaciones económicas y sociales de distintas alternativas de evolución demográfica puede en sí mismo ser un instrumento para el planeamiento del desarrollo.

g) Revisión de las Proyecciones

1. Deben revisarse a intervalos regulares o cuando se dispone de nueva información.
2. La revisión debe incluir un análisis de las causas de error tomando en cuenta la información más reciente.
3. Debería establecerse un procedimiento para llevar a cabo las revisiones periódicas.
4. Las condiciones que hacen necesaria una revisión varían según se trate de proyecciones a corto o largo plazo.
5. Ejemplo: César A. Peláez, "El éxito de las proyecciones de población para América Latina realizadas después de 1950, fuentes de error. Datos y estudios necesarios para

mejorar la base para el cálculo de proyecciones.

(Documento presentado a la Conferencia Mundial de Población de Belgrado, 1965. Publicado en el Volumen III pag. 27-33). Ver apéndice (páginas 19-23) donde se presenta el método que se utiliza en este documento.

h) Información requerida para las proyecciones de Población

1. Los distintos tipos de proyecciones ya mencionados (población total, fuerza de trabajo, población de edad escolar, etc.) pueden prepararse utilizando diversos métodos.
2. Estos métodos dependen, en parte de la información disponible.
3. En los países que cuentan con estadísticas de buena calidad referidas a un período relativamente largo, se pueden usar métodos refinados que generalmente rinden resultados más detallados y confiables. Ejemplo: El método de componentes para proyectar la población por sexo y edad requiere: a) población por sexo y edad (ajustada) en el momento de partida; b) fecundidad; c) mortalidad; d) migración, todas ellas tendencias y niveles.
4. Cuando no se dispone de la información detallada mencionada, se pueden hacer proyecciones útiles por métodos más simples como el ajustamiento de una curva de crecimiento a una serie histórica de población total. Pero estas proyecciones son mucho menos confiables que la proyección por componentes.
5. La calidad es un aspecto esencial de la información que se utilice para la proyección.

La información debe ser: 1º) evaluada (evaluación población sexo y edad momento de partida; evaluación estadísticas vitales) y 2º) corregida, las

mismas estadísticas en base a la evaluación.

6. En algunas circunstancias puede no ser aconsejable corregir la información básica.

a) No hay buenas bases para hacer la corrección

b) El error es muy pequeño para justificar una corrección.

(La coincidencia con cifras oficiales es recomendable en principio).

7. En el caso de que disponga solamente de información de mala o incierta calidad esto puede ser una causa para restringir el período de la proyección, las clasificaciones y el detalle de las clasificaciones.

8. El desarrollo del trabajo en proyecciones de población debe realizarse paralelamente al desarrollo de las fuentes de información estadística.

9. Además de las estadísticas, la investigación es esencial como base para las proyecciones. Las hipótesis respecto a las tendencias de las componentes del cambio de la población (fecundidad, mortalidad, migración) etc. sólo pueden seleccionarse si se tiene un conocimiento adecuado de las interrelaciones de esas variables con el cambio económico y social.

10. El estado de nuestros conocimientos a este respecto es muy pobre.

11. Si se quieren hacer progresos de significación ese conocimiento debe acrecentarse mucho.

i) Organización del trabajo en proyecciones.

1. Es recomendable organizar el trabajo en proyecciones como un programa único. Esto es recomendable debido a las conexiones entre las diferentes proyecciones y la posición central de la Proyección Total Sexo y Edad.

2. A fin de alcanzar una mayor eficiencia y unidad es ventajoso centralizar el trabajo de proyecciones en una agencia gubernamental o Instituto de investigación.
3. Se debe coordinar el trabajo de la Institución encargada de producir las proyecciones y las instituciones consumidoras de ellas por una parte y las instituciones encargadas de reunir, evaluar y analizar estadísticas demográficas.
4. Al planear un programa de trabajo en proyecciones de población se deberán establecer prioridades respecto a la secuencia de los trabajos en los diferentes tipos de proyecciones y el tiempo y recursos que se dedicarán a cada tipo de proyección. Al establecer las prioridades se tendrá en cuenta:
 - a) La demanda de proyecciones de cada tipo, en relación con el planeamiento económico y social (si en los planes de desarrollo no se considera en detalle el planeamiento de la vivienda, no se necesitarían proyecciones de hogares).
 - b) El hecho de que ciertos tipos de proyecciones se necesitan para poder realizar otros tipos. (Proyección población total, para todas las otras derivadas; proyección de la población según el nivel educacional como base para proyección de la fuerza de trabajo según su nivel educacional.
5. Las proyecciones de población son comúnmente usadas por agencias, instituciones e individuos distintos de los que las han preparado. Es importante, por consiguiente que los informes en que se presentan los resultados establezcan claramente la información, método e hipótesis que se usaron en la proyección y den cualquier información adicional que sea necesaria para una correcta interpretación de los resultados. A fin de facilitar la lectura e interpretación del informe, se debe alcanzar un balance adecuado entre texto y Apéndice.

APENDICE

(Tomado de César A. Peláez, Op. Cit)

Método de evaluación y revisión de proyecciones cuando se dispone de un nuevo censo.

- Hipótesis 1) Supongamos que disponemos de la población corregida para comienzo de proyecciones y para la fecha del censo.
- 2) Estimación corregida de los nacimientos entre esas dos fechas.
 - 3) Supongamos también que el efecto de la migración internacional en el tamaño y la estructura de la población fue nulo en el período.
 - 4) Para simplificar consideremos el caso en que la diferencia entre t_0 y t_n es un múltiplo de 5.

Representamos p_0 P_x^n la población de edades comprendidas entre x y $x + 5$ años estimada en la proyección para el momento n .

$(PA)_x^n$ la población del mismo grupo de edades ajustada.

$a_x = \frac{(PA)_x^0}{P_x^0}$ factor de corrección de la población de edades entre x y $x + 5$ estimada en la proyección en el momento de partida.

Llamando C a la diferencia entre t_n y t_0

N_{c-x-5} los nacimientos supuestos en la proyección para el quinquenio que comienza en $c-x-5$.

$(NA)_{c-x-5}$ los mismos nacimientos ajustados.

$b_x = \frac{(NA)_{c-x-5}}{N_{c-x-5}}$ el factor de corrección del error de los nacimientos estimados en la proyección para el quinquenio que comienza en $c-x-5$

Disponiendo de esas cantidades, el error de estimación de la población total puede expresarse como la suma algebraica de los errores debidos a cada una de las hipótesis de la proyección por medio de la siguiente fórmula:

$$\begin{aligned}
 E = & \overbrace{\sum_{x=0,5,\dots} \left[P_{x+c}^c (1-a_x) \right]}^{(1)} + \overbrace{\sum_{x \leq c-5} \left[P_x^c (1-b_x) \right]}^{(2)} + \\
 & + \underbrace{\sum_{x=0,5,\dots} \left[a_x \cdot P_{x+c}^c - (PA)_{x+c}^c \right] + \sum_{x \leq c-5} \left[b_x \cdot P_x^c - (PA)_x^c \right]}_{(3)}
 \end{aligned}$$

- (1) Representa el error debido a la estructura inicial de la población.
- (2) El error debido a la hipótesis de fecundidad.
- (3) El error debido a la hipótesis de mortalidad.

(1er. sumatorio: error de mortalidad grupos de edad que ya habían nacido en el momento de partida.

2° Sumatorio: error de mortalidad en los que nacieron después.

Efectos directos de los errores

Si la población femenina está sobreestimada esto ocasiona una sobreestimación de los nacimientos; aquí esto se atribuye a fecundidad y no a la estructura inicial de la población.

Deducción de la fórmula

El error total de la proyección puede expresarse como la suma de los errores en cada grupo de edad y sexo $E = \sum_{x=0,5,\dots} [P_x^c - (PA)_x^c]$

que se puede dividir en dos sumas: una que comprende a los nacidos antes del momento de partida de la proyección y otra que incluye a los que nacieron en el período que va del momento de partida de la proyección hasta el momento en que se compara con el censo corregido.

$$E = \sum_{x=0,5,\dots} [P_{x+c}^c - (PA)_{x+c}^c] + \sum_{x \leq c-5} [P_x^c - (PA)_x^c]$$

En el primer sumatorio sumamos y restamos la población estimada en la proyección corregida por los errores en la estructura inicial. En el segundo sumatorio sumamos y restamos la población estimada en la proyección corregida por los errores en los nacimientos estimados en la proyección.

$$E = \sum_{x=0,5,\dots} [P_{x+c}^c - P_{x+c}^c \cdot a_x + P_{x+c}^c \cdot a_x - (PA)_{x+c}^c] + \sum_{x \leq c-5} [P_x^c - P_x \cdot b_c + P_x^c \cdot b_x - (PA)_x^c]$$

que se puede reagrupar como sigue:

$$E = \sum_{x=0,5,\dots} [P_{x+c}^c (1-a_x)] + \sum_{x \leq c-5} [P_x^c (1-b_x)] + \sum_{x=0,5,\dots} [P_{x+c}^c \cdot a_x - (PA)_{x+c}^c] + \sum_{x \leq c-5} [P_x^c \cdot b_x - (PA)_x^c]$$

III ESTIMACIONES Y PROYECCIONES GLOBALES

1. Definición

Son aquellas en las que sólo se trata de estimar o proyectar la población total de un país o de las áreas en que se subdivide el país.

2. Casos en que se justifican (Ver párrafo 66 de (1)).

- i) El crecimiento natural no es el factor de crecimiento preponderante; es decir el factor migración es importante y no puede estimarse con precisión. Proyecciones para áreas administrativas de un país.
- ii) No hay datos para preparar una proyección detallada por sexo y edad.
- iii) Sólo se requiere una estimación burda.
- iv) Se trata de estimar la población en un futuro cercano.

3. Métodos

a) Estimaciones y proyecciones mediante funciones matemáticas.

(Ver párrafos 10, 11, 12 de (2), Sección a) del párrafo 22 de (2), y también el Capítulo V de (3)).

El método matemático está basado en la hipótesis, muchas veces corroborada por la experiencia, de que los factores que determinan el crecimiento de la población evolucionan gradualmente: "natura non facit saltus". Por consiguiente la evolución del total de la población, así como de ciertos porcentajes, tasas y promedios puede ser representada por una función matemática más o menos simple, o en términos de su representación gráfica por una curva suave.

En la aplicación de este método podemos distinguir dos etapas, aún cuando en la práctica ambas operaciones se resuelven simultáneamente.

i) La selección del tipo de curva a ser usada por ejemplo: línea recta, curva parabólica, exponencial, etc. Como se hace esta selección:

- 1) gráfico
- 2) experiencia anterior
- 3) experimentación con distintos tipos de curvas

ii) La determinación de la curva o función particular dentro del conjunto de todas las curvas o funciones de un mismo tipo. Esta operación es lo que comúnmente se describe como determinación de los parámetros.

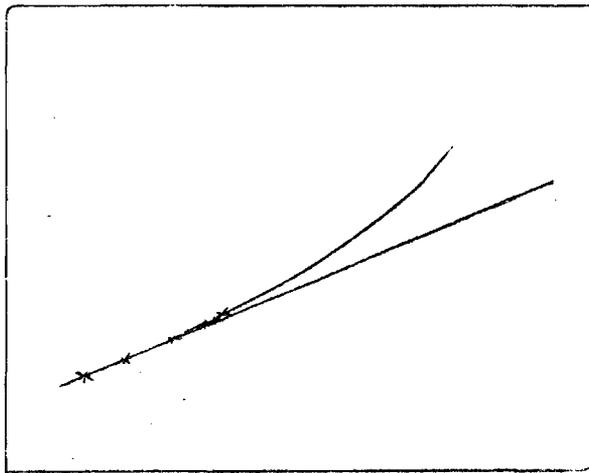
Al determinar los parámetros pueden presentarse tres situaciones distintas:

- i) Que se considere necesario que la curva pase por todos los puntos observados. En este caso el problema consiste en encontrar una función de interpolación que, además de servir para realizar estimaciones intercensales (su uso más adecuado ya que en este caso es importante reproducir los valores observados) pueda también ser usada para proyectar (extrapolando) el crecimiento de la población.
- ii) Que se considere más importante que la curva represente adecuadamente la tendencia del crecimiento aún cuando no pase por ninguno de los puntos observados: En este caso los parámetros se determinan ajustando el tipo de curva elegida teniendo en cuenta algún criterio objetivo de ajustamiento, de los cuales el más comúnmente usado es el de los cuadrados mínimos.

Aplicando el criterio de los cuadrados mínimos podemos ajustar distintos tipos de curvas o una misma serie de datos. Para decidir cual de las curvas ajustadas representa mejor la tendencia del fenómeno se puede utilizar la prueba de x^2 de la bondad del ajustamiento. Sin embargo esta prueba solamente nos permite decidir cual curva se ajusta mejor a los datos observados; no nos dice nada respecto a su calidad predictiva.

Ejemplo:

De acuerdo a la prueba de x^2 una serie de observaciones sobre población total puede estar ajustada más correctamente por una línea recta. Sin embargo, puede haber razones de mucho peso para suponer que el crecimiento será más acelerado.



iii) Cuando se ajusta una curva se puede establecer la condición de que la curva pase por el último punto observado.

Ejemplo: Ajuste por una línea recta

Datos: y_1 y_2 ... y_i ... y_n
 x_1 x_2 ... x_i ... x_n

Ecuación de la recta $y = ax + b$
que debe pasar por (x_n, y_n) $y_n = ax_n + b$
restando $y - y_n = a(x - x_n)$
Entonces la ecuación de ajuste es

$$y' = a(x - x_n) + y_n$$

Donde solamente falta determinar a
Por cuadrados mínimos se puede determinar a

$$\begin{aligned} \sum (y - y')^2 &= \sum [y - a(x - x_n) - y_n]^2 \\ \frac{\delta F}{\delta a} &= -2 \sum [y - a(x - x_n) - y_n] (x - x_n) = 0 \\ &= a \sum (x - x_n)^2 - \sum (y - y_n) (x - x_n) = 0 \end{aligned}$$

$$a = \frac{\sum (x - x_n) (y - y_n)}{\sum (x - x_n)^2}$$

Consideración del número de puntos de apoyo, de la tendencia pasada y del período de tiempo en la elección del tipo de curva representativa de la tendencia.

- i) El número de puntos de apoyo determina el número máximo de parámetros que puede tener la función de interpolación.

Si se trata de un ajustamiento en vez de una interpolación, el número de puntos no tiene una relación tan estrecha con el N° de parámetros de la curva de ajuste. Sin embargo, en este caso es conveniente disponer del mayor número posible de puntos.

- ii) Tendencia pasada Una vez realizados los ajustes necesarios a los datos básicos, la etapa siguiente es analizar su tendencia para seleccionar el tipo de curva que más se adapte para representarla. Esto se puede llevar a cabo analíticamente o gráficamente.

- 1) Analíticamente: mediante el cálculo de diferencias de órdenes sucesivas.

Ejemplo:

Supongamos que tenemos la siguiente serie:

1930	1
1940	6
1950	17
1960	34

Calculando las diferencias tenemos:

Δ_1	Δ_2
5	
11	6
17	6

Las segundas diferencias son constantes, lo cual indica que una parábola de 2° grado ajustará bien los datos. (En realidad la serie se dedujo de la fórmula $y = 3x^2 + 2x + 1$ por eso da diferencias exactamente iguales. En la práctica siempre hay desvíos).

Otro ejemplo:

<u>Año</u>	<u>Población (en miles)</u>	<u>△ Relativos</u>
1930	12 000	
1940	13 248	1,104
1950	14 628	1,104
1960	16 152	1,104

Se trata de una función exponencial.

2) Gráficamente. Mediante la observación del diagrama de dispersión de los puntos observados.

iii) La elección de la curva también depende del período de tiempo para el que se desea calcular la proyección.

Ejemplo

Si la población de un país está creciendo a un 3,5% anual, una curva que represente un crecimiento geométrico constante según esa tasa puede ser adecuada para proyectar la población a corto plazo, pero a largo plazo implicaría un crecimiento tal que la población alcanzaría un tamaño desorbitante.

Otras curvas matemáticas

1) Exponencial Simple: $y = ab^x$

Ajusta datos cuya la. diferencia del log de y es constante: Dicho de otro modo: si al representar los puntos observados en un papel semi-logarítmico se sitúan aproximadamente sobre una línea recta, esto quiere decir que esa serie puede ser ajustada por medio de una exponencial.

Ejemplo:

Relación $\frac{y_n}{y_{n-1}}$	x	y	log y	$\Delta \log y$
2,75	2	0,8	-0,09691	0,39794
1,63636	3	2,2	0,30103	0,25527
1,6666	4	3,6	0,55630	0,22185
1,666...	5	6,0	0,77815	0,22185
1,90	6	10,0	1,00000	0,27875
2,105	7	19,0	1,27875	0,32331
	8	40,0	1,60206	

Para ajustar una exponencial se transforma esta función en una recta tomando logaritmos

$\log y = \log a + x \log b$ que es de la forma lineal

$z = A + x B$ esta recta se puede ajustar

por mínimos cuadrados. se trata entonces del ajuste de los logaritmos de los números por mínimos cuadrados y no del ajuste de una exponencial por mínimos cuadrados.

- 2) Exponencial modificada: Se pueden imaginar muchas funciones exponenciales modificadas:

Ej.: $y = a + bc^x$
 $y = a + bc^{ax}$
 $y = a + bc^{(a+bx)}$
 $y = a + bc^{(a+bx+cx^2)}$
etc.

En cada uno de esos casos se debe seguir un procedimiento especial de ajuste que casi siempre consiste en una combinación de operaciones algebraicas con datos igualmente espaciados o grupos de datos.

- 3) Curva Logística: Esta curva es especialmente adecuada para representar el crecimiento a largo plazo de la población de un país y, en general cualquier fenómeno cuya evolución esté caracterizada por las siguientes fases consecutivas:

- i) Una transición gradual de condiciones casi estacionarias a un aumento apreciable de la población;
- ii) Un período de aceleramiento del ritmo de crecimiento hasta que éste se aproxima a un máximo;
- iii) Una etapa en que el ritmo de crecimiento disminuye continuamente, y
- iv) La transición gradual hacia nuevas condiciones casi estacionarias.

La función representativa de una curva que tenga esas características puede tener distintas formas:

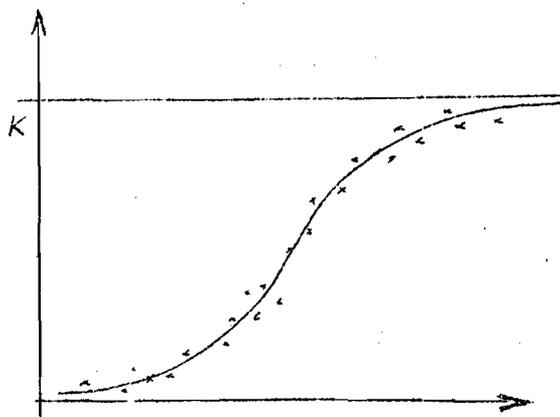
$$y = \frac{k}{1 + e^{c + ax}}$$

$$y = A - \frac{k}{1 + e^{-bt}}$$

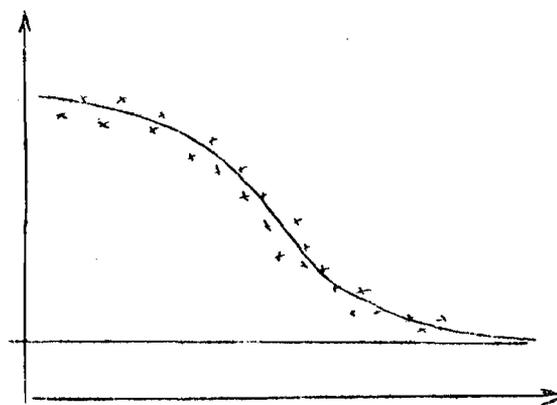
$$y = \frac{1}{a + bc^t}$$

$$y = \frac{k}{1 + e^{a_0 + a_1 t + a_2 t^2 + \dots + a_n t^n}}$$

La función logística también puede utilizarse para representar la tendencia de fenómenos cuya trayectoria en el tiempo es decreciente pero tiene las mismas fases descritas. En este sentido puede utilizarse para proyectar tasas específicas de mortalidad o probabilidades de muerte.



Población



Mortalidad

Ajuste de la logística: La forma de realizar el ajuste varía según se trate de ajustarla a un conjunto numeroso de datos o se disponga del mínimo de tres observaciones requerido. También varía según el espaciamiento de los datos. Si los datos están igualmente espaciados los cálculos pueden simplificarse mucho.

Ejemplo: Caso en que se dispone de muchas observaciones igualmente espaciadas.

Un procedimiento de ajuste de la logística

$$y = \frac{1}{a + bc^t} \quad \text{puede ser el siguiente:}$$

Sean $y_1, y_2, y_3, \dots, y_i, \dots, y_n$ los valores observados a intervalos regulares.

$$t_1, t_2, t_3, \dots, t_i, \dots, t_n$$

Hacemos $t_1 = 0$ y tomamos como unidad de tiempo la diferencia entre dos t_i consecutivos.

En este caso los parámetros a, b y c pueden ser determinados por el siguiente procedimiento.

- i) Dividir los valores y_i en tres grupos consecutivos conteniendo un mismo número de observaciones k . Si n no es exactamente divisible por k , se pueden descartar el primero o el primero y el segundo datos.
- ii) Calcular los recíprocos de los valores y_i
- iii) Determinar la suma de los valores recíprocos $\frac{1}{y_i}$ en cada grupo

$$S_1 = \sum_{i=1}^k \frac{1}{y_i}; \quad S_2 = \sum_{i=k+1}^{2k} \frac{1}{y_i};$$

$$S_3 = \sum_{i=2k+1}^{3k} \frac{1}{y_i}$$

- iv) Hallar las siguientes diferencias:

$$d_1 = S_2 - S_1 \qquad d_2 = S_3 - S_2$$

- v) Calcular a, b y c por medio de las siguientes fórmulas:

$$c = \sqrt[k]{\frac{d_2}{d_1}} \qquad b = \frac{d_1(c-1)}{(c^k-1)^2} \qquad a = \frac{1}{k} \left[S_1 - \frac{d_1}{c^k-1} \right]$$

b) Método de las tasas brutas (Ver párrafo 67 de (1)).

Cuando se dispone de información o estimaciones de las tasas de natalidad y mortalidad (y de migración si es un factor importante) se puede usar un método más elaborado de proyecciones globales que el que consiste en ajustar o interpolar-extrapolar funciones matemáticas a la información sobre la población total.

El método consiste en proyectar separadamente las tasas brutas o crudas de natalidad, mortalidad y migración. Una vez realizadas esas proyecciones, la tasa de crecimiento de la población en cada período de la proyección se obtiene restando la de mortalidad de la de natalidad y sumando algebraicamente a ese resultado la tasa de migración.

Este método tiene la ventaja, sobre los métodos de ajuste de curvas matemáticas a los totales de población, de que permite tomar en cuenta específicamente la contribución de los distintos componentes del crecimiento de la población.

En la proyección de las tasas brutas se pueden usar distintos métodos incluyendo los que se mencionan en las secciones III.2.a) y III.a.b)

c) Estimaciones y proyecciones basadas en las estadísticas vitales y de migraciones. (Ver Capítulo VI de (3) y Capítulo I, Sección D de (4))

1. En los países donde se levantan censos con regularidad y existen buenos registros de nacimientos, defunciones y migración, el mejor método para preparar estimaciones corrientes de población consiste en la aplicación de la ecuación compensadora

$P_n = P_0 + (N-D) + (I-E)$ donde P_n es la población que se estima para al momento n ; P_0 es la población estimada para el momento 0;

N , D , I , E son, respectivamente los nacimientos, defunciones, inmigrantes y emigrantes en el período comprendido entre el momento 0 y el momento n .

2. Si P_n y P_0 corresponden a dos censos, entonces esta ecuación es también útil para evaluar la exactitud de las estadísticas vitales y migratorias y los mismos censos.

3. Si se dispone de estimaciones de las estadísticas vitales y migratorias posteriores al último censo, se puede estimar la población en el momento actual.

4. Haciendo hipótesis sobre la evolución de N , D , I , y E o $(I-E)$ se puede proyectar globalmente la población.

d) Estimaciones y proyecciones globales mediante otros procedimientos.

Nos referiremos a algunos procedimientos que pueden ser empleados para estimar o proyectar la población global de áreas geográficas y otros segmentos de la población.

1) El método de las proporciones (Ver documento E/CN.9/Conf.1/L.16)

Descripción del método. Este método se basa en el estudio de la evolución de las proporciones de la población total del país que residen en las diferentes áreas. Se deberá disponer de una proyección de la población total. Esa población se distribuye entre las diferentes áreas según proporciones proyectadas. En su aplicación deberán, en general, seguirse las siguientes etapas:

- i) Obtener cifras de la población por áreas en todos los censos en que aparezcan.
- ii) Evaluar y ajustar esas cifras (en particular ajustes necesarios para considerar los cambios en los límites de las áreas o para corregir deficiencias conocidas de algún censo en particular).

Por tratarse de proporciones, si hay una subenumeración general en todas las áreas, esto no da origen a errores.

- iii. Se calculan las proporciones en cada etapa, es decir, proporciones en las divisiones administrativas mayores o grupos de esas divisiones; proporciones en las divisiones de segundo orden, etc. (ver párrafo ..
- iv. Se estudia gráfica y analíticamente la tendencia de esas proporciones.
- v. Se ajusta y extrapola esa tendencia, usando como punto de partida las proporciones según el último censo. Aquí también se deberán hacer conjeturas basadas en toda la información posible respecto a la atracción de ciertas áreas, su tipo de economía, etc.

Puede ocurrir: a) que la suma de los porcentajes proyectados se aproxime bastante al 100%; en ese caso se pueden ajustar prorrateando las diferencias; b) que las discrepancias sean muy grandes: en ese caso deberán reexaminarse las proyecciones de porcentajes realizadas.

- vi. Una vez hechos los ajustes necesarios, se multiplica la población total del país proyectada por las proporciones correspondientes a cada área que se proyectaron para las mismas fechas.

Comentarios sobre el método de las proporciones. Este método es generalmente el más indicado para proyectar la población de ciudades y otras divisiones administrativas o geográficas de un país cuando se dispone de una proyección de la población total.

Conceptualmente es sencillo, pero en la práctica es difícil aplicarlo bien.

No requiere el uso de estadísticas vitales, pero cuanto más información se tenga sobre las áreas, mayores son sus posibilidades.

El método por sí mismo no permite proyectar la población sino que suministra un conjunto de proporciones que, al ser multiplicadas por la población total del país proyectada, dan por resultado la población de las partes o áreas en que está subdividido el país. El método se puede aplicar reiteradamente para obtener proyecciones de subdivisiones cada vez más pequeñas. Ej.:

<u>Etapa base</u>	<u>1a. Etapa</u>	<u>2a. Etapa</u>	<u>3a. Etapa</u>
Proyección de la población total del país (disponible)	Proyección para Regiones A,B,C,.. ....K.	Proyección para Provincias a,b, c, ... que integran la región A. Lo mismo para las provincias de las otras regiones.	Proyección para departamentos 1, 2, 3, ... de la provincia A y lo mismo para los departamentos de otras provincias

En cada etapa deberán proyectarse todas las partes que componen un área ya que la suma de las poblaciones proyectadas para las componentes del área debe coincidir con la población total proyectada para el área.

El número de áreas en cada etapa no debe ser muy grande ya que si esto ocurre, los porcentajes para algunas áreas serán muy pequeños.

La población de las divisiones consideradas en cada etapa deberá ser aproximadamente del mismo orden de magnitud. Si esto no corresponde a la realidad se pueden realizar agrupaciones. Por ejemplo, si la población de la región A representa el 1% de la población total del país es absurdo tratar de equilibrar el porcentaje que le corresponde con el del resto del país (una grave equivocación en la estimación de la población de esa región no afectaría la estimación de la población del resto del país).

Estimaciones alternativas

Población total	100	100	
" Región A	1	2	← Error relativo muy grande
" Resto Regiones	99	98	← Error relativo pequeño

En este caso lo más adecuado sería agrupar la Región A con otra u otras regiones de modo que todas esas agrupaciones tengan poblaciones del mismo orden de magnitud. Por ejemplo:

<u>División original</u>	<u>Areas</u>	A	B	C	D	E	F
	<u>Proporciones</u>	4	5	20	25	36	10
 <u>Reagrupación</u>	 <u>Areas</u>	A' (A + B + F)		C	D	E	
	<u>Proporciones</u>	19		20	25	36	

La población de las regiones A, B y F se estimaría entonces en dos etapas, como sigue:

- 1° Estimación de la población de la región A' que es una proporción considerable del total de la población y, por consiguiente, un error en su estimación afectaría las estimaciones de la población de las otras regiones.
- 2° Estimación de la población de las regiones A, B, y F, una vez que se ha estimado la población de ese conjunto.

A menudo es difícil obtener proyecciones razonables para cada parte (área) y al mismo tiempo lograr que el total sea igual a la suma de las partes, pero esto es una medida de control.

Tratar de abarcar muchas áreas en cualquier etapa es mala economía. Al abarcar muchas áreas decrece la proporción que corresponde a cada una y aumentan las posibilidades de error. Además la combinación de áreas constituye un medio de control. En una etapa posterior pueden descomponerse.

En todo caso parece razonable al combinar diferentes áreas, agrupar aquellas que presentan tendencias similares.

2. Distribución del crecimiento total.

En vez de estudiar la tendencia de la distribución de la población total entre las diferentes áreas, como en el método de las proporciones, este método toma en cuenta tendencia de la distribución del incremento de la población total entre esas áreas.

Se requieren por lo menos tres censos (preferiblemente más) para poder tener una idea de la tendencia de la participación de las distintas áreas en el crecimiento total.

Ejemplo: El crecimiento de la población en 3 áreas fue:

<u>Areas</u>	<u>1er. Censo</u>	<u>2° Censo</u>	<u>3er. Censo</u>
A	50	80	125
B	40	70	124
<u>C</u>	<u>110</u>	<u>150</u>	<u>201</u>
Total	200	300	450

En los dos períodos intercensales los crecimientos absolutos y la distribución del crecimiento total entre las tres áreas fueron los siguientes:

<u>Area</u>	<u>Crecimiento en el 1er. Período Intercensal</u>		<u>Crecimiento en el 2° Período Intercensal</u>	
	<u>Absoluto</u>	<u>% del total</u>	<u>Absoluto</u>	<u>% del total</u>
A	30	30	45	30
B	30	30	54	36
<u>C</u>	<u>40</u>	<u>40</u>	<u>51</u>	<u>34</u>
Total	<u>100</u>	<u>100</u>	<u>150</u>	<u>100</u>

En base a esos datos puede verse que la proporción del crecimiento total que corresponde al área A se mantiene constante, la del área B aumenta y la del área C disminuye. Si se supone que esas tendencias se mantendrán por un período equivalente a un período intercensal, entonces en este nuevo período las áreas A, B y C, absorberían el 30, el 36 y el 34 por ciento del crecimiento total en el período respectivamente.

Otra variante de este método consiste en hacer un reparto o distribución separadamente para el crecimiento vegetativo y la migración externa. La migración puede seguir una evolución distinta, por ejemplo, concentrarse en áreas más urbanizadas, o en determinadas provincias o regiones.

3. Repartición de la población total por sexo y edades.

Una vez que se ha realizado una proyección global de la población de un país se puede considerar la necesidad de disponer de una clasificación por sexo y edad de los totales proyectados.

Para ello se han utilizado, en la práctica, varios métodos que permiten descomponer el total proyectado en los distintos grupos de edad y sexo que se requieren según los casos.

Por supuesto ninguno de esos métodos permite obtener resultados que puedan relacionarse cuantitativamente con las tendencias de los fac-

tores demográficos que determinan el crecimiento de la población y, por consiguiente, las proyecciones por sexo y grupos de edades así obtenidas nunca pueden tener el mismo grado de confiabilidad que las proyecciones realizadas por el método de las componentes cuando se dispone de la información básica adecuada para utilizar este método.

En la aplicación de estos métodos debemos distinguir dos casos principales: i) La repartición por sexo y grupos de edades de la población total de un país, ii) La repartición por sexo y grupos de edades de la población total de las distintas áreas administrativas de un país.

Los procedimientos aplicables en ambos casos son similares, pero en el caso de la proyección por divisiones administrativas se complican algo más, ya que la suma de los grupos de población por sexo y edades debe coincidir con la población total del país y a la vez reproducir los totales de cada una de las divisiones administrativas.

a) Métodos para repartir la población total de un país por sexo y grupos de edades.

- i) Si se dispone solamente de un censo se mantienen constantes los porcentajes correspondientes a cada grupo de edades y sexo, observados (o estimados en el momento de partida de la proyección).

Grupo de edad	Momento 0		Momento 5		Momento 10		...
	Población	%	Población	%	Población	%	
0-4	250 000	17.8	287 000		330 000		...
5-9	210 000	15.0	242 000		278 000		...
⋮	⋮	⋮	⋮		⋮		
65 y +	42 000	3.0	48 000		56 000		
Total	1 403 000		1 613 000		1 855 000		

ii) Si se dispone de más de un censo se puede extrapolar la tendencia observada de los porcentajes imponiendo la condición de que en todo momento sumen 100.

Grupos de edades	Censo 1	Censo 2	Censo 3	Extrapolación	
				Momento 5	Momento 10
0-4	15.5	16.8	17.8	18.1	18.4
5-9	13.6	14.3	15.0	15.3	15.6
⋮	⋮	⋮	⋮		
65 y +	3.2	3.9	3.0	3.0	3.0
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

iii) Se dispone solamente de un censo (muy malo). Se pueden utilizar modelos de poblaciones estables o cuasi-estables adaptados a las estimaciones de los niveles de fecundidad y mortalidad.

b) Métodos para repartir por sexo y edad la población total de las distintas áreas administrativas de un país.

i) El mismo i) de 3. a).

ii) El mismo ii) de 3. a), aplicado para cada división administrativa pero condicionado a que la estructura por sexo y edad que resulte para la población total sea plausible.

iii) Variante del anterior. Se aplica el mismo método a la población total del país y si no concuerdan los resultados por áreas con los de la población total se ajustan: los resultados parciales para que concuerden con el de la población total, o a la inversa, según parezca más razonable; o aún se puede adoptar algo intermedio más plausible.

iv. Método de la "tabla cuadrada"

Para la aplicación de este método se necesita disponer de la distribución por sexo y edad de la población para todas las áreas en que se divide el país, en el momento de partida de la proyección. Se requiere, además, disponer de una proyección de la población total del país por sexo y grupos de edades y de los totales para cada área proyectados según alguno de los métodos descritos en III.3.d) (Véase el esquema). Con esa información, la estimación de la distribución por sexo y edad en las áreas en que se divide el país es un problema similar al de ajustar una tabla de contingencia o marginales conocidos.

Grupos de Edades	Población base (Momento 0)					Población Proyectada (Momento 5)				
	Áreas				Población total	Áreas				Población total
	A	B	....	N		A	B	.....	N	
0- 4	a_{0-4}^0	b_{0-4}^0	....	n_{0-4}^0	t_{0-4}^0					t_{0-4}^5
5- 9	a_{5-9}^0	b_{5-9}^0	....	n_{5-9}^0	t_{5-9}^0					t_{5-9}^5
10-14	a_{10-14}^0	b_{10-14}^0	....	n_{10-14}^0	t_{10-14}^0					t_{10-14}^5
⋮	⋮	⋮		⋮	⋮					⋮
65 y+	a_{65y+}^0	b_{65y+}^0		n_{65y+}^0	t_{65y+}^0					t_{65y+}^5
Total	A^0	B^0	...	N^0	T^0	A^5	B^5	.....	N^5	T^5

El problema consiste, entonces, en estimar los valores ${}_5a_x^5$, ${}_5b_x^5, \dots, {}_5n_x^5$ de modo tal que las sumas de las filas y columnas concuerde con los totales marginales.

Existen varios métodos para preparar una estimación de ese tipo. El más sencillo, aunque no el menos laborioso consiste en realizar prorrates sucesivos, horizontales y verticales, hasta que las sumas de los valores de las filas y columnas cuadren con los marginales conocidos. Primeramente, se distribuyen los totales t_x^5 entre las diferentes áreas, en la misma proporción en que se distribuyeron los t_5^0 . Después de esta operación, la suma de las columnas no coincide con los totales para cada área A^5, B^5, \dots, N^5 . Se hace entonces un segundo prorrato para ajustar la suma de las columnas a esos totales. Una vez que se ha realizado esa operación se puede comprobar que la suma de las filas no concuerda con los valores t_x^5 . Esto se logra con un tercer prorrato. Se continúa después con sucesivos prorrates verticales y horizontales hasta que se logra una concordancia con los totales de filas y columnas.

IV PROYECCIONES POR SEXO Y GRUPOS DE EDADES

1. Vamos a considerar los métodos para proyectar una población por sexo y grupos de edades.

Estas proyecciones implican un trabajo más complejo de análisis y evaluación de datos básicos, pero esto se justifica por:

- a) La necesidad de disponer de información por sexo y grupos de edades.
- b) El hecho de que la proyección por sexo y grupos de edades es la base para preparar otras proyecciones derivadas (fuerza de trabajo, población en edad escolar, población que asiste a la escuela, número y composición de los hogares y las familias, etc.).
- c) Su mayor confiabilidad cuando se pretende que la proyección cubra un período relativamente largo (10 o más años).
- d) Que permite conocer el efecto sobre el crecimiento de la población de diversas alternativas en supuestos relativos a la evolución de las componentes del crecimiento de la población.

2. Nos referiremos al método de las componentes. Consiste en la proyección por separado del número de hombres y mujeres en cada grupo de edad.

Esta es la acepción más generalizada y es también la que adoptaremos nosotros, pero también se deberían considerar como proyecciones por componentes a todas las que se preparan obteniendo un total como suma de proyecciones independientes de segmentos de ese total como grupos étnicos o lingüísticos, población urbana y rural, etc. [Ver también párrafos 15 a 21 de (2)].

3. Los aspectos operativos del método de las componentes son los siguientes:

- a) Determinación de la estructura por sexo y grupos de edades

b) Proyección de las componentes del crecimiento de la población (fecundidad, mortalidad y migración).

Aquí se pueden distinguir dos etapas:

i) Elección de las hipótesis, es decir, decidir si la fecundidad por ejemplo se mantendrá constante o ascenderá.

ii) Traducción de las hipótesis en términos de la evolución de un índice representativo.

c) Aplicación de esas hipótesis para el cálculo de la población futura, generalmente cada cinco años.

Cada una de las etapas a), b) y c) mencionadas plantea problemas especiales que dependen, en gran medida, del tipo y calidad de la información disponible.

4. Determinación de la estructura por sexo y edad en el momento de partida de la proyección [Capítulo II de (2)]. En la práctica se presentan tres casos, en líneas generales.

a) Cuando se dispone de datos por sexo y grupos de edades con la exactitud requerida (ajustados) para una fecha cercana al punto de partida de la proyección.

b) Cuando los datos por sexo y grupos de edades disponibles son datos brutos que contienen errores de: mala declaración de edades y omisión.

c) Cuando se carece de datos por sexo y grupos de edades.

a) Se dispone de datos por sexo y grupos de edades con la exactitud requerida [Sección A, Capítulo II de (2)]. Entonces el problema consiste en estimar la estructura por sexo y grupos de edades en el momento que se considere apropiado como comienzo de la proyección. Siempre que sea posible, es preferible que la proyección comience en un año terminado en cero o cinco.

Ejemplo: Se dispone de la población por sexo y grupos de edades al 31 de abril y se desea estimar la población al 30 de junio.

	<u>1ª Solución</u>	<u>Prorratio</u>
Grupos de edades	Censo 30 de abril	Población al 30 de junio
0- 4	_____	
5- 9	_____	
⋮		
⋮		
⋮		
65 y +		
	T_1	T_2

1ª Solución. Prorratio [Párrafos 49 a 54 de (2)]. Se estima el total de la población al 30 de junio, mediante una tasa de crecimiento, por ejemplo

$$T_2 = T_1 (1+i)^{\frac{2}{12}}$$

Una vez estimado el total T_2 , éste se distribuye por sexo y grupos de edades según las proporciones observadas el 30 de abril según el Censo.

Este procedimiento es adecuado:

- i) Para un período breve de un año o menos, salvo que pueda lograrse una gran exactitud en otras etapas del cálculo.
- ii) Si el período es mayor se podrá emplear el prorratio a condición de que:
 - 1) No existan irregularidades importantes a la fecha del censo en la composición por edades.

2) Que no hayan ocurrido cambios importantes en la tasa de natalidad (o en las de fecundidad) en las condiciones de mortalidad que afectan a determinados grupos de edades (mortalidad infantil por ejemplo) o en la migración desde el último censo.

Incluso en algunos casos, cuando alguna de las condiciones 1) y 2) no se verifica, todavía es posible aplicar parcialmente el método de prorrateo. Si por ejemplo, la estructura presenta un abultamiento en algunos grupos de edad derivado del efecto de la migración en el pasado, esos grupos pueden estimarse separadamente y luego realizar el prorrateo.

2ª Solución: Utilización de los datos sobre nacimientos y defunciones por edad. [Párrafos 55 a 64 de (2)]. Cuando se dispone de buenas estadísticas de nacimientos y defunciones por edad, la estructura censal puede modernizarse sumando a la población censada de cada grupo de edades y sexo los nacimientos y restando las defunciones ocurridas cada año.

3ª Solución: Interpolación [Párrafos 65 a 70 de (2)]. El prorrateo implica la hipótesis de que no se modifican las cifras proporcionales de los diferentes grupos de sexo y edad; esta suposición no está justificada, a menos que las condiciones demográficas hayan sido muy estables.

a) La interpolación se basa en la hipótesis de que las condiciones pertinentes varían de una manera gradual. En circunstancias ordinarias, esta suposición suele ser aproximadamente correcta y los errores que puede originar en un quinquenio apenas tienen importancia.

b) Cuando los datos por sexo y grupos de edades son datos brutos que tienen errores de declaración de edades y omisión. En este

caso la población censada deberá ser evaluada y corregida antes de ser trasladada a la fecha de comienzo de la proyección. La discusión en detalle de los procedimientos de evaluación y ajuste del censo no corresponde a este curso. Las Secciones B y C del Capítulo II de (2) tratan brevemente este tema. También, con más detalle, el Capítulo III de (4).

c) Cuando se carece de datos por sexo y grupos de edades. Ver sección D del capítulo II de (2). En este caso se puede ajustar una población modelo a la información disponible. Otra solución sería tomar en cuenta la analogía con otro país cuya población tiene características similares a las del país considerado. Ambas soluciones son solamente soluciones "de emergencia" que no pueden dar más que resultados aproximados.

5. Proyección de la mortalidad Ver Capítulo IV de (2) y Capítulo IV, especialmente Secciones 1, 2 y 3a de (5). La proyección de la mortalidad es relativamente segura y fácil dada la marcada estabilidad de las tendencias de la mortalidad, especialmente en los países que ya han alcanzado niveles relativamente altos de e_0^0 .

Los riesgos de error son generalmente mayores para los grupos de edades extremas, por dos causas: i) La medición de los niveles y tendencias no es tan exacta en esos grupos y ii) La posibilidad de reducciones más importantes por la mayor distancia respecto a la mortalidad biológica límite.

a) Principios básicos en que se fundan los métodos para proyectar la mortalidad. En general todos los métodos tienen en cuenta los principios generales siguientes, aun cuando el énfasis es particularmente importante sobre algunos de ellos.

i) Las tendencias pasadas de la mortalidad en la población a proyectarse. Deberán tomarse en cuenta las tendencias en las últimas décadas y muy especialmente la evolución en los años más recientes.

ii) Las tendencias de la mortalidad de la población de otras regiones y países del mundo. Dos conclusiones derivadas de esa experiencia histórica: 1ª) La mortalidad ha seguido tendencias similares en distintas épocas y países. 2ª) La velocidad del descenso ha estado inversamente correlacionada con el nivel de la mortalidad.

iii) El conocimiento de los factores que influyen sobre el nivel de la mortalidad y la dirección de los cambios que se operan en tales factores. Una forma resumida de considerar esos factores consiste en estudiar la mortalidad endógena y exógena.

Podría considerarse que la mortalidad endógena representa un mínimo irreductible que no podrá sobrepasarse sin cambios muy importantes en los conocimientos médicos actuales.

iv) El nivel de la mortalidad tiende a un valor mínimo que se alcanzará en un tiempo más o menos largo según la situación actual de la mortalidad estudiada.

Ese mínimo se lo podría establecer teniendo en cuenta los conocimientos médicos actuales.

Una forma práctica de resolver este problema en poblaciones con mortalidad relativamente alta es adoptar como mínimo los más bajos niveles ya alcanzados por otras poblaciones.

v) Los valores proyectados deben mostrar cierta concordancia interna, en particular en los resultados comparados de hombres y mujeres: y en los diferentes grupos de edad.

b) Proyección de tasas específicas por sexo y edad mediante funciones matemáticas de ajuste.

i) Información requerida: Series históricas de tasas específicas de mortalidad que cubran un período de tiempo que permita descubrir tendencias (20 años o más).

En algunos casos cuando ha habido cambios bruscos en los últimos años, puede bastar una década, como ocurrió en América Latina.

(Propósito evitar discontinuidad entre tendencias de antes y después de la II Guerra Mundial).

ii) Elección de la función de ajuste o interpolación. La forma de la función depende de la tendencia pero puede afirmarse que ciertos tipos de funciones, han resultado particularmente adecuados, en muchos casos prácticos.

Esas funciones son las de tipo exponencial y la logística.

Para realizar el ajuste es conveniente promediar previamente los datos anuales para obtener valores más regulares no afectados por variaciones accidentales. Al aplicar estas fórmulas de ajuste, la mortalidad deberá disminuir a ritmos muy diversos según la edad. Una vez obtenidas las tasas para cada período deberá probarse su coherencia interna por sexo y grupos de edades construyendo tablas de mortalidad o comparando las tasas o probabilidades de sobrevivencia obtenidas con las observadas en otros países o regiones y con tablas modelo.

Uso de la función logística: Más adecuada, en determinadas circunstancias, que la exponencial. Por ejemplo, cuando la mortalidad de un país ha pasado en un período relativamente corto, de un determinado nivel a otro mucho más bajo. Este ha sido el caso de muchos países donde la mortalidad experimentó un rápido descenso en la postguerra y en los cuales se observa una nueva tendencia posterior.

La logística no requiere más que unos pocos valores.

c) Modelos de evolución de la mortalidad por sexo y edad. Estos modelos intentan una generalización de la experiencia pasada. Son descripciones numéricas de la evolución de la mortalidad deducidas de la observación de las tendencias en un gran número de países con diferentes niveles de mortalidad.

Las hipótesis implícitas en la construcción de estos modelos son:

i) La mortalidad tiene una tendencia decreciente en todas las edades, aunque el ritmo de decrecimiento varía con las edades.

- ii) La rapidez del descenso se amortigua después de haber alcanzado la mortalidad un nivel relativamente bajo.
- iii) Las tasas tienden a valores mínimos que pueden ser estimados teniendo en cuenta las condiciones de los países de más baja mortalidad y el estado actual de los conocimientos médicos y sanitarios.

Problema: estos modelos basados en la experiencia de países actualmente desarrollados; son aplicables a los países actualmente en desarrollo?

Tendencias análogas de las tasas pero distinta estructura (curva). Para contestar habría que preparar modelos con experiencia latinoamericana, asiática, etc. (Modelos de Coale y Demeny).

- d) Tablas de vida modelo de las Naciones Unidas. [Secciones A y B del Capítulo IV de (2)]. Son modelos de variación de la mortalidad que representan etapas sucesivas del proceso de disminución a través del tiempo.

Cada modelo de tabla de vida tiene por objeto representar una combinación típica por edad y sexo de algunas funciones biométricas correspondientes a un determinado nivel general de mortalidad.

El nivel general de la mortalidad se expresa en las tablas en términos de la esperanza de vida al nacimiento para ambos sexos. Las tablas incluyen los valores de las siguientes funciones:

$$m_x, q_x, l_x, L_x \text{ y } P_x$$

- e) Ejemplo de proyección de mortalidad. Método: analogía con la evolución observada en otro país. (Véase: Zulma Camisa, Argentina. Proyección de la población por sexo y edad, 1960-1980. CELADE, Serie C, N° 62).

6. Proyección de la fecundidad Ver Capítulo V, Secciones C y D de (2)

a) Introducción

La estimación de la fecundidad de una población en el futuro presenta problemas más complejos que la estimación de la mortalidad.

Esta situación se deriva del hecho de que los niveles y tendencias de la fecundidad están íntimamente relacionados con variables sociales, económicas, psicológicas y, en general, culturales. Esto no sería una dificultad si pudiéramos prever el comportamiento de esas variables en el futuro y, además, pudiéramos relacionarlas cuantitativamente con algún índice de la fecundidad, pero éste no es el caso.

En la actualidad la fecundidad es baja, aunque no uniformemente baja en los países desarrollados. La fecundidad de los países en desarrollo es alta.

La tasa bruta de reproducción parece ser un índice muy eficiente para separar los países desarrollados y en proceso de desarrollo. No hay países desarrollados con una TBR superior a 2,0 ni tampoco países en desarrollo con TBR inferior a 2,0.

Los problemas que plantea la proyección de la fecundidad son distintos en los países desarrollados que en los países en desarrollo.

En los primeros, la fecundidad ha alcanzado niveles generalmente bajos y fluctuantes. El problema consiste en prever esas fluctuaciones y para ello se han ideado métodos muy refinados, basados en encuestas y estadísticas vitales muy detalladas y exactas.

En los países en desarrollo la fecundidad es elevada en general superando el nivel del 40 por mil, pero en muchos casos superando el 45 por mil. En la mayoría de esos países, la fecundidad parece haberse mantenido siempre en esos elevados niveles.

Los estudios que se han llevado a cabo en países en desarrollo muestran en la mayoría de ellos que no hay indicaciones de que la fecundidad haya descendido en los últimos años o esté comenzando a descender. Se han observado, sin embargo, ciertos cambios económicos, sociales y aun en las

actitudes de los gobiernos hacia los programas de acción en este campo que hacen que exista considerable consenso de opinión respecto a la previsión de que la fecundidad comenzará a decrecer, tarde o temprano, en la mayoría de las áreas en proceso de desarrollo del mundo. Pero ese consenso no se mantiene cuando las opiniones se refieren al modo, la velocidad y el tiempo en que se producirá el descenso de la fecundidad.

Esta incertidumbre hace necesario que se preparen varias hipótesis alternativas respecto a la evolución de la fecundidad.

b) Medición de la fecundidad.

i) El índice más sencillo para medir la fecundidad es la tasa bruta de natalidad, es decir el número de nacimientos por mil habitantes. Este índice no tiene en cuenta o refleja los cambios en la proporción de mujeres en edad de concebir respecto a la población total. Es decir, el mantener este índice constante puede, en realidad implicar un cambio en la fecundidad si cambia esa proporción.

ii) Tasa de fecundidad general. Se evita el inconveniente de la tasa bruta de natalidad de que no refleja los cambios en la proporción en edad de concebir respecto a la población total, si se relacionan los nacimientos con la población femenina en edad de procrear. Se pueden usar los límites de edad 15-49 o, dependiendo de las circunstancias, 20-49 o 20-44.

iii) Tasas específicas de fecundidad. Puede ocurrir, sin embargo que, aun cuando la proporción de mujeres en edad reproductiva se mantenga constante, las proporciones de mujeres de cada grupo de edad reproductiva respecto al total de mujeres de edad reproductiva varíen. Esas variaciones son importantes de considerar, ya que la fecundidad varía ampliamente según la edad de la mujer. Un índice que tiene en cuenta la estructura de la población femenina de edades reproductivas es la tasa bruta de reproducción (TBR ó R') que se

define como

$$R' = 5 \cdot k \cdot \sum_{15}^{45} \frac{f_x}{5^x}$$

La tendencia de la fecundidad es mucho menos definida que la de la mortalidad.

La tendencia de la mortalidad es a disminuir en el mundo entero dada la acción constante para reducir o controlar las enfermedades.

La fecundidad, por el contrario, no tiende ni hacia su máximo ni hacia su mínimo posibles, sino hacia un valor intermedio que refleja el efecto de condiciones que la afectan positiva y negativamente.

En la preparación de las hipótesis sobre la evolución futura de la fecundidad podemos distinguir tres etapas:

- i) Análisis de los niveles y tendencias de la fecundidad en el pasado en el país de que se trate.
 - ii) Comparación con los niveles y tendencias observados en otros países.
 - iii) Formulación de hipótesis respecto al curso probable de la evolución futura por analogía con situaciones observadas en otros países.
- i) Interpretación de las tendencias de la fecundidad en el pasado.

Hace falta una serie de datos que abarquen un período suficientemente largo.

En muchos países se carece de esas series cronológicas, pero en gran parte de ellos la fecundidad es elevada y se puede suponer que no ha experimentado cambios de importancia durante largo tiempo.

La persistencia de una fecundidad alta y uniforme en el pasado puede deducirse por varios procedimientos dependiendo de la información básica disponible:

- 1º) Se dispone de una serie de tasas de natalidad. La invariabilidad de las tasas brutas de natalidad en el pasado suele ser evidencia suficiente de que las tasas ajustadas por sexo y edad habrían mantenido casi la misma uniformidad si se pudieran calcular.

donde ${}_5f_x$ es la tasa específica de fecundidad de las mujeres de edades comprendidas entre x y $x+4$ años, es decir

$${}_5f_x = \frac{\text{nacimientos de mujeres de } x \text{ a } x+4 \text{ años}}{\text{mujeres de } x \text{ a } x+4 \text{ años}} \times 1\,000$$

y k es la proporción de mujeres entre los nacimientos.

iv) Tasa ajustada de natalidad por sexo y edad. En muchos países no se dispone de información adecuada para estimar las tasas específicas de fecundidad según la edad de las mujeres. En esos casos, el efecto de los cambios en la estructura por edad de la población femenina de edades reproductivas, pueden tenerse en cuenta aproximadamente usando una tasa ajustada de natalidad por sexo y edad.

$$b' = \frac{\text{Nacimientos}}{N_{15-19} + 7N_{20-24} + 7N_{25-29} + 6N_{30-34} + 4N_{35-39} + N_{40-44}} \times 1000$$

Se define entonces como el número de nacimientos por 1000 de ese total ponderado de mujeres. Es una medida del mismo orden de la tasa bruta de natalidad, ya que los coeficientes 1, 7, 7, 6, 4, 1, se eligieron de modo que cumplieran esa condición. En el cuadro de la página siguiente, figuran distintos índices de medición de la fecundidad calculados con los datos de una proyección.

v) Fecundidad legítima e ilegítima. Las tasas específicas de fecundidad pueden reflejar cambios que no se deben a cambios en el comportamiento reproductivo de las mujeres, sino más bien a cambios en la nupcialidad (proporción de mujeres casadas y convivientes en cada grupo de edad).

$$\text{Nacimientos} = \sum_{15}^{45} {}_5f_x^{\text{legítima}} \cdot M_x^{\text{casadas}} + \sum_{15}^{45} {}_5f_x^{\text{ilegítima}} \cdot M_x^{\text{no casada}}$$

o también, si se supone que la fecundidad de las mujeres convivientes es distinta de la de las casadas:

$$\begin{aligned} \text{Nacimientos} &= \sum_{15}^{45} {}_5f_x^{\text{casadas}} \cdot M_x^{\text{casadas}} + \sum_{15}^{45} {}_5f_x^{\text{convivientes}} \cdot M_x^{\text{conviv.}} + \\ &+ \sum_{15}^{45} {}_5f_x^{\text{solteras}} \cdot M_x^{\text{solteras}} \end{aligned}$$

Ejemplo: Uso de distintos índices para medir la fecundidad en la proyección. Datos tomados de: Zulma Camisa, Proyección de la población de Argentina, CELADE, C/62.

Grupos de edades	Tasas específicas de fecundidad		Población femenina				
			1960	1965	1970	1975	1980
15-19	56 491	1	866	965	1 052	1 099	1 089
20-24	157 994	7	790	861	960	1 047	1 093
25-29	167 947	7	784	784	855	953	1 040
30-34	116 025	6	788	777	777	848	946
35-39	67 808	4	738	780	770	770	841
40-44	26 268	1	632	728	769	760	761
45-49	6 503		580	620	716	757	748
Total	599 036						
Total Mujeres 15-49			5 178	5 515	5 899	6 234	6 518
Población Total			20 669	22 169	23 723	25 373	27 127
Nacimientos			467 250	488 414	521 917	563 045	600 511
TBR	$R' = 5 \cdot k \sum_{15}^{45} \frac{f_x}{5^x}$		1,47	1,47	1,47	1,47	1,47
Tasa de natalidad	b		22,61	22,03	22,00	22,19	22,14
Tasa de fecundidad Gral.			90,24	88,56	88,47	90,32	92,13
Tasa de natalidad ajustada por sexo y edad			23,14	23,27	23,44	23,43	23,26

c) Preparación de hipótesis sobre la evolución de la fecundidad en el futuro.

La proyección de la fecundidad reviste gran importancia por el efecto importante que tiene en el crecimiento y la composición de la población en el futuro.

Sin embargo, al realizar estos análisis, deberán tenerse en cuenta dos aspectos: la integridad del registro y la posibilidad de fluctuaciones anuales. Estas últimas pueden eliminarse calculando promedios quinquenales.

2°) Se dispone de información para calcular las tasas ajustadas de natalidad por sexo y edad. Ese es, como hemos visto, un índice más exacto que la tasa bruta de natalidad para reflejar los cambios de fecundidad.

En la práctica no es posible calcular ese índice para cada año debido a que no se dispone de información por sexo y grupos de edades, pero es suficiente calcular las tasas para las fechas de varios censos.

Si no se dispone de datos sobre los nacimientos para las fechas censales, éstos se pueden estimar mediante una retrospectiva de la población que luego puede relacionarse con una estimación de la población femenina ponderada suponiendo la constancia de la estructura por edad en el quinquenio anterior al censo.

3°) Se dispone de datos sobre la composición por edad de la población. En este caso, si esa estructura por grupos de edad corresponde a la de una población estable, esto estaría indicando la permanencia de los niveles de fecundidad.

También podría deducirse esta permanencia si no se observan cambios importantes en la estructura por edad de la población en varios censos sucesivos.

ii) La historia de las tendencias de la fecundidad en distintas partes del mundo como base para la formulación de hipótesis sobre la evolución de la fecundidad en el futuro en un país determinado.

El estudio de las tendencias de la fecundidad en un gran número de países del mundo permite hacer algunas generalizaciones que pueden ser útiles para establecer hipótesis plausibles sobre la evolución de la fecundidad en distintos tipos de situaciones.

Para esto conviene distinguir entre:

1º) Situaciones de alta fecundidad, con tasas brutas de natalidad de 40 o más por mil.

La fecundidad elevada se ha caracterizado normalmente por una cierta invariabilidad.

Se han observado fluctuaciones que se pueden atribuir a la influencia temporal de enfermedades epidémicas u otros factores.

Cuando la esterilidad ha sido en gran escala a causa de enfermedades, es posible que aparezca una tendencia ligeramente ascendente.

Lo mismo puede ocurrir por un mejoramiento paulatino de las condiciones económicas.

En los casos en que se han observado cambios en cuanto a la edad de contraer matrimonio y al número de hijos que se desea tener, esos cambios se han presentado primero en grupos pequeños de la población y luego se ha ido extendiendo a sectores cada vez más grandes.

De ese modo, el nivel general de fecundidad comenzó a disminuir gradualmente intensificándose su disminución a medida que los niveles eran más bajos.

El problema en estos casos, es estimar el momento en que la fecundidad comenzará a decrecer. Para esto pueden tenerse en cuenta los valores umbral de indicadores sociales y económicos.

Ingreso per cápita

Consumo de energía

% Urbanización

% en Actividades no agrícolas

Camas de hospital por mil habitantes

Esperanza de vida al nacimiento

Tasa de mortalidad infantil

Cambios en la edad al casarse

Alfabetismo de la población femenina

Circulación de diarios

Receptores de Radio

Asistencia al Cine.

Tabla 9,9 pág. 149 Population Bulletin UM N° 7.

2°) Situación de fecundidad moderadamente grande $b = 30 - 40$ por mil.

Se ha comprobado que esta es una fase de transición. Excepciones (Chile).

3°) Situación de fecundidad moderadamente reducida $b = 20-3)$ por mil.

7. Proyección de la migración. [Ver Capítulo VII de (2) y Anexo C de (6)]

a) Introducción.

La migración es el componente del cambio demográfico que generalmente resulta más difícil de prever, ya que su evolución es muy sensible a cambios económicos, sociales y políticos, tanto en las áreas de salida como en las de entrada. Así, la entrada y salida de personas están reglamentadas por leyes en cada país y estas reglamentaciones varían en forma muy difícil de prever:

En la práctica se presentan dos situaciones bien diferenciadas:

i) Hay países en los cuales la migración internacional no ha tenido importancia en el pasado y no hay razones para suponer que esa situación cambie. En estos casos lo aconsejable es suponer que la migración será nula en el futuro, aun cuando esto sea solamente una aproximación. ii) En otros países, la migración ha sido importante en determinadas épocas, aun cuando su

magnitud y características han variado. En estos casos es conveniente tomarla en cuenta.

De todos modos, hay que hacer notar que el efecto de la migración seguramente se hará cada vez menos importante en términos relativos, en vista de que la población de los países receptores es en la actualidad mucho mayor que en el pasado. Sin embargo, hay que tener presente que, aunque el volumen de las migraciones no sea suficiente para que influyan apreciablemente en el crecimiento de la población en el futuro, pueda afectar, en forma desproporcionada el número de personas de algunos grupos de edad y sexo debido a la composición peculiar por sexo y edad de la población migrante.

Debido a la dificultad en la medición de la migración internacional y a los inconvenientes que se presentan para prever su curso en el futuro, es corriente estimar el efecto de ese factor en cálculos separados y presentarlos también por separado. Para ello, generalmente se hace uso de modelos.

b) Presentación del modelo basado en la experiencia argentina.

En el Anexo C de Population Studies N° 21 se describe el cálculo de un modelo representativo de la migración transoceánica típica observada alrededor de 1950. El modelo es suficientemente flexible como para adaptarse a corrientes migratorias de diferente magnitud pero del mismo tipo de migración. El método de construcción del modelo que se describe puede ser utilizado, sin embargo, para calcular otros modelos representativos de otros tipos de migración.

El modelo considera una inmigración anual de 100 000 personas y una emigración de 25 000. Ese fue, aproximadamente, el movimiento migratorio que registraron las estadísticas argentinas en el quinquenio 1948-1952 (promedio anual de 119 595 inmigrantes y 24 168 emigrantes).

En vista de la diferente composición por sexo y edad de las dos corrientes migratorias, es necesario considerar separadamente los inmigrantes y los emigrantes. Entre los inmigrantes predominan los adultos jóvenes del sexo masculino. Entre los emigrantes se dan, en general edades algo más altas, debido a que la mayoría son inmigrantes que vuelven a su país de origen después de permanecer algunos años en el país al que emigraron. Los efectos de ambas corrientes son, por consiguiente, diferentes. Los inmigrantes, debido a su juventud, debe esperarse que contribuirán apreciablemente para aumentar el número de nacimientos. Debido a sus edades más avanzadas, los emigrantes no causan una pérdida de población muy diferente del total de sus efectivos, debido a su baja fecundidad y elevada mortalidad.

La distribución por sexo y edad de los inmigrantes y emigrantes se derivó mediante la interpolación de las estadísticas argentinas para los años 1948-1952. Esa información era muy similar a la observada para Brasil, Canadá y Australia.

c) Método de proyección

i) Estimación del efecto de la migración al final del primer quinquenio

La información sobre migrantes tiene en cuenta su edad en el momento de entrar (o salir) del país de inmigración. Al final de un quinquenio, los migrantes que han entrado (o salido) en el país más recientemente estarán todavía en el mismo grupo quinquenal de edades, mientras que los que entraron (o salieron) al principio del período habrán envejecido cinco años.

Para estimar el efecto de la migración al final del primer quinquenio se estimó previamente el número de migrantes en cada cohorte a mediados del quinquenio promediando los migrantes de

un grupo de edades al final del quinquenio con los del grupo quinquenal inmediato inferior. Se obtuvo así un promedio anual de migrantes para cada cohorte.

Si la migración se distribuyera uniformemente en el tiempo (como supone el modelo), eso equivale a hacer la hipótesis de que, en promedio, los inmigrantes (o emigrantes) residieron $2 \frac{1}{2}$ años en el país de inmigración. Por consiguiente, su riesgo de muerte desde el momento de su arribo hasta el final del quinquenio será, aproximadamente, igual a la mitad del riesgo de la cohorte en el período quinquenal. Las tasas de mortalidad usadas fueron las de Argentina estimadas para el período 1960-65. Estas se supusieron constantes en todo el período de proyección a fin de dar flexibilidad al modelo y hacerlo independiente del tiempo a ese respecto.

La fecundidad de las mujeres migrantes se estimó relacionando los niños menores de cinco años con las mujeres migrantes de edad reproductiva. Se obtuvo así una estimación de los nacimientos en los cinco años previos a la migración. En el caso de los inmigrantes la fecundidad así estimada resultó anormalmente baja y en el caso de los emigrantes aún más baja.

El modelo supone que la fecundidad de los migrantes se ajusta a la de la población no migrante después de $2 \frac{1}{2}$ años, es decir, a partir del comienzo del segundo quinquenio de la proyección.

ii) Cálculo de los efectos acumulativos y netos de la migración.

La población migrante estimada al final del primer quinquenio se proyectó por cinco períodos quinquenales utilizando las relaciones de sobrevivencia y la fecundidad estimadas para Argentina en el

período 1960-65. Se prepararon así dos tablas:

La Tabla A muestra el efecto (ganacia) demográfico que resulta de la llegada de 100 000 inmigrantes anuales en el período 1950-55, al final de los cinco quinquenios siguientes.

La Tabla B indica la pérdida demográfica que resulta de la salida de 25 000 emigrantes anuales en el período 1950-55, estimada al final de los cinco quinquenios siguientes.

Con los resultados de esas dos tablas se calcularon otras dos que muestran el efecto demográfico neto.

La Tabla C muestra el efecto demográfico neto de 100 000 inmigrantes y 25 000 emigrantes anuales durante el primer quinquenio, resulta de restar las cifras de la Tabla B de las de la Tabla A correspondientes a la misma fecha. Esta tabla muestra el efecto de un saldo migratorio de las características consideradas de 75 000 personas que se mantiene por cinco años.

La Tabla D cuyas cifras para una fecha determinada resultan de acumular las cifras de la Tabla C hasta esa fecha, muestra el efecto neto de la migración en el caso de que ella continúe en los quinquenios siguientes al primero con las mismas características.

iii) Adaptación del modelo a otras situaciones. Las Tablas A, B, C y D puede adaptarse para estimar el efecto de corrientes migratorias de distinta magnitud y con otras proporciones de inmigrantes y emigrantes siempre que no se cambie la distribución por sexo y edad de los mismos.

Si se desea estimar el efecto de un saldo migratorio anual de 50 000 personas durante todo el período de la proyección con las mismas características (proporción de inmigrantes y emigrantes y

estructura por sexo y edad) que las del modelo presentado en la Tabla D, solamente habrá que multiplicar las cifras de esa Tabla por dos tercios (relación entre 50 000 y 75 000).

La Tabla D no puede utilizarse si se desea calcular el efecto de un saldo migratorio que sea el resultado de una proporción distinta de inmigrantes y emigrantes de la que en ella se supone (100 mil inmigrantes y 25 000 emigrantes). Este sería el caso, por ejemplo, si se deseara calcular el efecto de 125 000 inmigrantes y 50 000 emigrantes anuales. En este caso se deberá recalcular la Tabla D después de modificar las Tablas A, B y C para tomar en cuenta el diferente número de migrantes supuesto. Las cifras de la Tabla A deberán multiplicarse por 1,25, las de la Tabla B por 2. Las cifras de la Tabla C se calculan por diferencia entre las de las tablas A y B así modificadas y las de la Tabla D por acumulación de las de la Tabla C corregida.

Otro caso de adaptación del modelo que podría suponerse sería aquel en que la magnitud del saldo migratorio varía en cada quinquenio (manteniendo siempre la misma relación inmigrantes/emigrantes y su estructura sexo/edad). En este caso primeramente se calcularían tablas A^1 , A^2 , A^3 , etc., que mostrarían el efecto de la inmigración supuesta para el primer quinquenio, el segundo, el tercero, etc. Estas tablas se obtendrían multiplicando las cifras de la tabla A por la relación en la inmigración media anual del quinquenio supuesto en las tablas A^1 , A^2 , A^3 , etc., y la supuesta en la Tabla A (100 000 personas). De un modo similar se calcularán tablas B^1 , B^2 , B^3 , etc., que presentan el efecto de la emigración supuesta para el primer quinquenio, el segundo, etc. A continuación se calcularían tablas C^1 , C^2 , C^3 , etc., por diferencia entre las cifras de

las tablas A^1 y B^1 , A^2 y B^2 , etc. finalmente se prepararía una tabla D cuyas cifras resultarían de sumar las de las tablas C^1 , C^2 , C^3 , etc. correspondientes a cada momento de la proyección.

d) Cálculo de otros modelos. La metodología que se ha discutido en la sección anterior puede utilizarse para preparar otros modelos del mismo tipo basados en otros datos sobre las características por sexo y edad de los migrantes. Estas podrán ser reales o supuestas (teóricas). También se podrían hacer otros supuestos sobre la fecundidad y mortalidad de los inmigrantes y emigrantes. Sin embargo la constancia de la mortalidad y la fecundidad de los migrantes debería tratar de mantenerse ya que, en caso contrario, el modelo pierde su flexibilidad para adaptarse a diferentes situaciones.

En último caso, a medida que el modelo se complica, se va transformando en una proyección de la migración hecha independientemente de la proyección de la población del país.

V PROYECCIONES DERIVADAS*

1. Principios Generales

Consideraremos ahora la proyección de segmentos específicos de la población, que por sus características socio-económicas tienen una importancia fundamental en la planificación económica y social.

En realidad estas proyecciones, entre las que se destacan la proyección de la fuerza de trabajo, la población escolar y el número y composición de hogares o familias son tan importantes para la planificación, que la preparación de proyecciones de la población total por sexo y grupos de edades puede ser considerada solamente como un paso previo para la preparación de esas proyecciones que se derivan de ella.

La preparación de estas proyecciones demográficas derivadas debe ser considerada, a su vez, como una etapa preliminar del desarrollo de una serie de proyecciones necesarias para la evaluación y solución de problemas específicos de planeamiento y administración pública.

Entre esas proyecciones cabe mencionar:

Proyecciones de necesidades de viviendas, de la oferta y demanda de trabajadores en determinadas categorías ocupacionales, necesidades de hospitales, camas de hospitales y personal médico y paramédico, demanda de escuelas, salas de clase y maestros, necesidades de alimentos y otros artículos de consumo, etc.

Para el cálculo de estas proyecciones se deben hacer hipótesis respecto a la relación entre requerimientos y población. Estos requerimientos generalmente varían de acuerdo a la edad y el sexo y de ahí la

* Ver Capítulo III, Secciones B, C, D y E de (1).

importancia fundamental de disponer de proyecciones por sexo y grupos de edades.

En la práctica se utilizan relaciones adecuadas como el número de alumnos por maestro, camas o médicos por cada mil personas, etc. Esas relaciones pueden proyectarse tomando en cuenta los planes de desarrollo y teniendo en cuenta tanto las metas previstas como la situación en el momento de partida que puede ser deficitaria.

Nosotros no nos ocuparemos de los procedimientos para convertir las proyecciones demográficas derivadas en proyecciones de demanda de bienes y servicios.

2. Métodos de proyección

Los métodos de proyección utilizados para preparar proyecciones derivadas son diferentes de los de preparar proyecciones para la población total. Las diferencias surgen principalmente del hecho de que las características que se proyectan cambian durante la vida del individuo y se deben considerar otros componentes.

Se han utilizado diversos métodos, pero el procedimiento básico y también el más comúnmente usado consiste en hacer hipótesis sobre la evolución de las proporciones en cada grupo de edad con una característica determinada (como la proporción de los que asisten a la escuela, la de los económicamente activos) y aplicar esas proporciones a la población de los grupos correspondientes de edad y sexo.

Las tasas o proporciones específicas por edad y sexo se pueden mantener constantes o proyectar por los métodos que hemos visto. También se pueden utilizar métodos de proyección por cohortes. Estos métodos consisten en proyectar la población distribuida por sexo y grupos de edad subdividiéndola

entre los que tienen y los que no tienen una determinada característica por medio de probabilidades de alcanzar o perder esa característica.

Estas probabilidades se estiman por métodos que consisten en una extensión del procedimiento para construir tablas de vida. Se calculan así tablas de vida activa, de vida escolar, de nupcialidad, de formación y disolución de las familias, etc.

3. Etapas en la preparación de las proyecciones derivadas.

a) Evaluación y ajustamiento de la información básica.

Una primera etapa en la preparación de las proyecciones derivadas es la evaluación y ajustamiento de la información básica.

Además del trabajo que ya hemos mencionado para preparar la proyección por sexo y grupos de edades se deberá hacer un análisis y ajustamiento de las tasas o proporciones que se usarán en la proyección derivada.

b) Estudio de las tendencias en las tasas o proporciones. Preparación de hipótesis.

En la preparación de hipótesis respecto a la variación de las tasas o proporciones se deberán tomar en cuenta las tendencias observadas en el país de que se trate, así como también, la experiencia en otros países y regiones.

En la práctica es comúnmente aconsejable preparar un conjunto de proyecciones alternativas que combinen las alternativas de la proyección base por sexo y grupos de edades con hipótesis alternativas respecto a la evolución de las fases o proporciones pertinentes.

c) Exactitud de las proyecciones derivadas.

La confiabilidad de las proyecciones derivadas depende de la proyección base por sexo y grupos de edades y de las hipótesis sobre la evolución de las tasas o proporciones correspondientes a la proyección de que se trate.

La confiabilidad de estas proyecciones está particularmente afectada por dos factores.

- i) Los grupos de edad que usualmente comprenden a la población con una característica determinada. Por ejemplo la proyección de efectivos escolares comienza a estar afectada por las hipótesis sobre la fecundidad en el segundo quinquenio de la proyección mientras que la proyección de la fuerza de trabajo sólo está afectada por los posibles errores en la hipótesis de fecundidad después del tercer quinquenio.
- ii) Otro factor que afecta la confiabilidad de las proyecciones es la subdivisión en áreas. Cuanto menores sean las áreas consideradas, mayor es la posibilidad de errores debido a la mayor probabilidad de diferencias regionales en las tasas y a la dificultad para estimar correctamente la población base.

4. Proyecciones de la población económicamente activa.

(Ver también Capítulo VI de (7)).

a) Introducción

Las proyecciones de la PEA se necesitan para disponer de estimaciones del número y las características de las personas que estarán disponibles para el empleo en el futuro. Se necesita no solamente información sobre el total de la población activa, sino también de sus características como

el sexo, la edad, rama de industria y nivel educacional. Estas detalladas clasificaciones permiten planear tanto la provisión de empleo como la adecuación de la oferta de trabajo a las necesidades de la economía

b) Métodos de proyección de la PEA.

i) Población de edad activa o población potencialmente activa.

El método más simple de estimación de los cambios futuros de la PEA es la utilización de las proyecciones de población de edad activa por sexo y edad.

En este caso se considera la población de un determinado intervalo de edades, por ejemplo la población de 15 a 65 años tomada de una proyección de la población total por sexo y grupos de edades. La selección del intervalo de edades, varía de acuerdo con las diferencias en la práctica de un país a otro respecto a la edad de entrada y salida en actividad.

En general las personas comienzan a trabajar a una edad más avanzada y se retiran a una edad más temprana, en los países desarrollados que en los países en desarrollo.

Este tipo de proyecciones son muy apropiadas para hacer comparaciones internacionales del tamaño y el crecimiento de la PEA.

Se ha encontrado (Estudios de la Organización Europea de Cooperación Económica) que existe una relación muy estrecha entre las tasas de dependencia calculadas por este método y las calculadas con datos sobre la población activa e inactiva.

ii) Uso de tasas de participación en la fuerza de trabajo.

La participación en la actividad económica, sin embargo, varía de acuerdo a la edad y el sexo. En el caso de los hombres la participación

es muy alta entre los 25 y 50 años (límites variables según países), pero decrece substancialmente fuera de ese intervalo.

En el caso de las mujeres la participación nunca alcanza valores tan elevados y su variación con respecto a la edad difiere mucho más según los países. Los cambios en la participación femenina a través del tiempo, son también, usualmente, mucho más bruscos que los cambios en la participación de los hombres.

Esta participación diferente por sexo y edad en la actividad económica plantea la necesidad de estimar la PEA futura utilizando tasas específicas por sexo y edad de participación.

En general el método de proyección de la PEA usando tasas específicas de participación por sexo y grupos de edades, consiste en:

- 1°) Analizar la evolución de esas tasas en el pasado en el país que se considere.
- 2°) Comparar esa evolución con la experiencia en otros países o regiones.

En esta comparación deberán tomarse en cuenta la evolución en el mismo período de otras variables que guardan estrecha relación con la participación, como especialmente, la asistencia a instituciones de educación en todos los niveles y la vigencia y real funcionamiento de los sistemas de seguridad social y en el caso de las mujeres los cambios en la fecundidad.

- 3°) Proyectar las tasas de participación tomando en consideración la experiencia de países con una evolución similar y las previsiones respecto a los cambios en la asistencia escolar, los sistemas de Seguridad Social y la fecundidad.

En general el problema se presenta en los grupos de entrada y salida de actividad. Puesto que las tasas de participación varían

usualmente según se trate de áreas urbanas y rurales, la consideración de esta dicotomía puede producir resultados más confiables para la PEA total a la vez que proporciona estimaciones para ambas áreas lo cual es muy útil para la planificación.

5. Proyecciones de la población de edad escolar y de la población que asiste a la escuela.

a) Introducción.

Estas proyecciones se requieren para formular la política educacional y planear los programas de educación, en diversos aspectos entre los cuales cabe mencionar las necesidades de escuelas, salas de clase y maestros.

La confiabilidad de las proyecciones de la población de edad escolar y de asistencia escolar comienza muy pronto a depender, no solamente de la evolución futura de la mortalidad y la migración, sino también del número de nacimientos, en vista de que la educación comienza generalmente cuando los niños alcanzan la edad de 5 a 6 años. Sin embargo, en algunos aspectos del planeamiento educacional se requiere una visión a largo plazo como, por ejemplo, cuando se planea la preparación de maestros o la construcción de edificios escolares.

La clasificación urbano-rural es importante en las proyecciones de población escolar. El costo de la educación es generalmente diferente en esas áreas y las necesidades educacionales (cuantitativa y cualitativamente) también difieren. Los distintos niveles y tendencias de las componentes del cambio demográfico en ambas áreas, determinan diferentes ritmos de crecimiento y estructuras de las poblaciones urbanas y rurales.

Además de la clasificación urbana-rural, otras áreas geográficas pueden ser necesarias en vista de la importancia de la distribución espacial

de la población para la planificación de algunos aspectos de la educación como serían, por ejemplo, la localización de las escuelas y la distribución del financiamiento de la educación entre diferentes gobiernos según las áreas de su jurisdicción (Nacional, Provincial, Municipal). De particular interés, en este respecto sería la preparación de proyecciones para las grandes ciudades o áreas metropolitanas.

En general son de interés tres tipos de proyecciones: i) Proyecciones de la población de edad escolar; ii) Proyecciones de asistencia o matrícula escolar; iii) Proyecciones de la asistencia escolar según nivel de educación.

A esos tipos de proyecciones habría que agregar otro que no se relaciona tanto con el planeamiento de la educación como con el resultado de ese planeamiento y que tiene especial importancia para el planeamiento de los recursos humanos: la proyección del nivel educacional de la población.

b) Proyección de la población de edad escolar.

Debido a que en la mayoría de los países existen disposiciones legales que hacen compulsoria la asistencia a la escuela de los niños de un grupo de edades bien definido, la proyección de la población de esas edades proporciona una estimación de la población escolar potencial en el futuro.

La correspondencia entre la población escolar potencial y la que realmente asiste a la escuela varía mucho según los países y, en general, en relación directa con el grado de desarrollo.

Todo esto es válido si nos referimos al período de escolaridad obligatoria, pero éste no abarca la totalidad de los años de estudio posibles y es por eso que, aún en el caso de los países desarrollados, se deben considerar las tasas de asistencia escolar para los grupos de edades superiores a la edad máxima de escolaridad obligatoria.

La proyección de la población de edad escolar se obtiene como un sub-producto de la proyección de la población total por sexo y grupos de edades. Estas proyecciones, sin embargo, se hacen generalmente por sexo y grupos quinquenales de edad que no concuerdan con los grupos de edad que corresponden a la población de edad escolar. Existen varios métodos de interpolación, como los multiplicadores de sprague que permite subdividir los grupos quinquenales en edades simples y de este modo se puede estimar la población de edad escolar reagrupando la población de las edades que legal o técnicamente se consideran como edades de asistencia a la escuela.

c) Proyecciones de la población que asiste a la escuela.

Las proyecciones del número de personas que asisten y no asisten a la escuela se pueden calcular aplicando tasas de asistencia escolar específicas por sexo y edad a la proyección de la población de edad escolar.

Las tasas de asistencia escolar por sexo y grupos de edades se pueden estimar en base a tabulaciones censales o de encuestas demográficas. Cuando no se dispone de esos datos las tasas pueden estimarse relacionando las estadísticas de educación que se refieren a la matrícula escolar con las cifras de población estimadas para las edades y grupos de edades correspondientes para cada sexo. Sin embargo, debe tenerse cuidado en este procedimiento ya que los datos sobre la edad de los escolares de las estadísticas educacionales pueden no ser comparables con los consignados en el censo.

Las tasas de asistencia estimadas para diferentes épocas pueden entonces ser proyectadas para luego aplicarlas a la población de edad escolar proyectada.

En la proyección de las tasas de asistencia los principales factores que deben tomarse en cuenta serían, la inversión planeada para el sector

educativo en el futuro (incluyendo infraestructura, operación del sistema, preparación de maestros, etc.); la política que se seguirá respecto a la implementación de las leyes de asistencia escolar obligatoria y la tendencia de la demanda efectiva de educación. Esto último es particularmente relevante para la estimación de la población escolar que, debido a su edad u otra circunstancia, no tiene la obligación de asistir a la escuela.

d) Proyecciones de la asistencia escolar por nivel de educación.

Para convertir las proyecciones de asistencia escolar por sexo y grupos de edades en proyecciones de la asistencia según niveles de educación es necesario tener información sobre la relación entre la edad y el nivel de educación. Los factores a considerar serán: edad de entrada en el sistema educativo, la frecuencia de promoción de un nivel a otro (usualmente más importante), y la frecuencia de abandonos en cada nivel de educación por sexo y edad.

Por medio de censos, encuestas y tomando en cuenta las estadísticas educacionales se puede estimar la relación entre edad y sexo, por un lado y nivel educacional por otro. Los cambios de esa relación se pueden anticipar estudiando la tendencia histórica y tomando en consideración medidas potenciales que podrían tomarse en el futuro para mejorar la eficiencia de operación del sistema educacional en ese respecto.

BIBLIOGRAFIA GENERAL

- (1) Naciones Unidas, Principios generales para los programas nacionales de proyecciones de población como ayuda a la planificación del desarrollo, ST/50A/Ser.A/38
- (2) Naciones Unidas, Manuales sobre métodos de cálculo de la población: Manual III, Métodos para preparar proyecciones de población por sexo y edad, ST/50A/Ser.A/25
- (3) Naciones Unidas, Manuales sobre métodos de cálculo de la población. Manual I, Métodos de cálculo de la población total para fechas corrientes, ST/50A/Ser.A/10
- (4) Naciones Unidas, Manuales sobre métodos de cálculo de la población: Manual II, Métodos para evaluar la calidad de los datos básico destinados a los cálculos de población, ST/50A/Ser.A/23
- (5) Elizaga, Juan Carlos, Métodos demográficos para el estudio de la Mortalidad, CELADE, Serie E N° 4
- (6) Naciones Unidas, La población de América del Sur en el período de 1950 a 1980, ST/50A/Ser.A/21
- (7) Elizaga, Juan Carlos y Mellon, Roger, Población Económicamente Activa, CELADE, Serie B N° 30.