METODOS DE CALCULOS DE POBLACION DE UTILIDAD EN LA PLANIFICACION

Por

J. L. JANER

Jefe

Sección de Bioestadísticas de la Escuela de Medicina de la Universidad de Puerto Rico

Y

ADA A. GARCIA DE COLON

Estadístico

Sección de Bioestadísticas de la Escuela de Medicina de la Universidad de Puerto Rico

"PROCEDIMIENTOS DEL SEMINARIO DE PLANIFICACION ECONOMICA DE PUERTO RICO 1958"

Entendemos por planificación la programación científica y realista de actividades encaminadas hacia determinados objetivos cuya consecución puede fijarse cronológicamente a determinadas fechas como parte del mismo proceso planificador. Generalmente, los objetivos fijados constituyen necesidades para el mejoramiento del grado de bienestar colectivo de la comunidad para la cual se haya dispuesto alcanzarlos. Resulta obvio de esta definición la necesidad, y cuando menos la gran conveniencia, de que el planificador conozca adecuadamente ciertas características importantes o pertinentes de la población para la cual planifica, como por ejemplo:

1) Número y ritmo de crecimiento de los habitantes del área.

2) Ubicación geográfica de los habitantes (municipio, distrito, zona rural o urbana, etc.).

3) Distribución por edad y sexo de los individuos que la componen.

4) Distribución por grupos y categorías según ciertos criterios de condiciones económicas y sociales como:

a) alfabetismo y escolaridad
b) raza o color
c) legitimidad
d) profesión u ocupación
e) ingreso económico
f) estado civil
g) etc.

Aunque, debido a su importancia, estas características poblacionales suelen investigarse en los diferentes países con propósitos de evaluación exacta a través de los censos y mediante el empadronamiento periódico de sus respectivos habitantes, lo costoso de este procedimiento impide su realización con la frecuencia deseable. En los países más desarrollados los censos nacionales se efectúan con marcada regularidad a intervalos de más o menos diez años. En otros países menos desarrollados los censos se efectúan muy irregularmente, existiendo todavía algunos en los cuales no se ha efectuado aún un primer censo.

Esta falta de uniformidad que se registra de país en país respecto a la toma y calidad de los censos se refleja necesariamente en la labor planificadora, dificultándola considerablemente en aquellas áreas o países escasos de información fidedigna respecto al tamaño y características de sus respectivas poblaciones.

Con frecuencia el planificador necesita conocer la población de la comunidad para la cual planifica para fechas que no corresponden necesariamente a las de los empadronamientos censales y tanto más difícil se le hará hacer estimaciones confiables de esa población y sus características cuanto menos censos se hayan efectuado y cuanto mayor sea la separación cronológica entre la fecha para la cual se desea hacer el estimado respecto a la de los censos más próximos.

Los tipos de estimaciones o cálculos de población generalmente requeridos en la planificación de actividades gubernamentales pueden clasificarse en tres categorías o grupos, a saber:

1) La estimación retrospectiva a una fecha pasada que no corresponde a la fecha exacta de un censo.

2) La estimación a una fecha corriente que puede estar más o menos alejada de la fecha correspondiente al levantamiento del último censo.

3) La estimación prospectiva a una fecha futura, que en ocasiones puede ser cercana a la fecha corriente pero que con frecuencia suele apartarse considerablemente de ésta.

Los tipos de cálculo más frecuentemente empleados para las dos últimas clases de estimados, y que podríamos considerar como los más importantes desde un punto de vista práctico por ser los más usados y necesarios, han sido objeto de amplia discusión en magníficos folletos preparados al efecto por la Subdirección de Población del Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas * bajo los siguientes títulos de la clave ST/SOA/ Serie A:

Núm. 10 — Manual I: Métodos de Cálculo de la Población para Fechas Corrientes.

Núm. 23 — Manual II: Métodos para Evaluar la Calidad de los Datos Básicos Destinados a los Cálculos de Población.

Núm. 25 — Manual III: Métodos para Preparar Proyecciones de Población por Sexo y Edad.

Respecto a las estimaciones retrospectivas no hay publicación específica alguna que podamos señalar o recomendar, pero el problema que esta necesidad en algunas ocasiones pueda plantear podría abordarse fácilmente mediante una adaptación inteligente de los métodos recomendados respecto a los estimados para fechas corrientes y para fechas futuras, introduciendo en ellos, desde luego, las variaciones necesarias.

Indudablemente que, constituyendo los censos la base fundamental para la realización de estos cálculos, los principales factores que habrán de influir en su fidelidad o confiabilidad serán:

---

* Estos folletos pueden ser obtenidos directamente de dicha organización o a través de una de sus agencias oficiales mediante el pago de una cuota nominal.

1) La exactitud de los datos censales basicos.

2) La exactitud relativa, o comparabilidad, de los datos de los censos.

3) La duración de los intervalos entre censos, y, para el caso específico de estimaciones prospectivas, la del período posterior al último censo utilizado.

4) La pertinencia del método de cálculo elegido.

Cuando el cálculo de población se hace para una fecha comprendida dentro del período cubierto por el intervalo entre el primero y el último de los censos cuyos datos se utilicen para el cómputo se dice que dicha estimación o cálculo se hace por *interpolación*.

Si por el contrario, el cálculo se hace para una fecha anterior al primero o posterior al último de dichos censos, el procedimiento utilizado recibe el nombre de *extrapolación*. Esta puede designarse más específicamente como retrospectiva o prospectiva, según sea el caso. Si la extrapolación se hace para fechas anteriores al primero de los censos utilizados es *retrospectiva*. Si, por el contrario, se hace para fechas posteriores a la del último, entonces ès prospectiva. Estas extrapolaciones suelen a veces llamarse también proyecciones retrospectivas (al pasado) o prospectivas (al futuro). Sin embargo, es bueno advertir, y lo veremos más adelante, que los términos extrapolación y proyección no deben considerarse exactamente sinónimos.

Generalmente son raras las ocasiones en que el planificador bregue con proyecciones o extrapolaciones retrospectivas. La mayor de las veces son los estimados o cálculos poblacionales a fechas corrientes y futuras los que le preocupan y necesita para el desarrollo de su labor.

Entre los métodos más frecuentemente utilizados para el cómputo de poblaciones para fechas no censales podemos señalar los siguientes por considerarlos como los de mayor valor práctico:

1) Progresión aritmética.

2) Progresión geométrica.

3) Mediante el uso de ecuaciones de extrapolación de múltiples variables.

4) Mediante el ajuste matemático a las cifras de los censos utilizados para el cómputo de curvas de menor o mayor grado de complejidad matemática como:

a) parábolas de segundo o tercer grado,

b) curva de Gompertz,

c) curva logística,

d) etc.

5) Método gráfico.

6) Método de tasas vitales.

7) Método de prorrateo.

8) Método de componentes del crecimiento poblacional.

A continuación se presenta una discusión detallada de cada uno de estos métodos señalándose las ventajas y desventajas principales de su aplicación.

Método de progresión aritmética

Consiste este método en suponer que la población de una comunidad aumenta en una cantidad constante por unidad de tiempo. El problema en la aplicación de este método se reduce, por lo tanto, a determinar esa cantidad constante que corresponde al incremento poblacional de la comunidad por unidad de tiempo. Para determinar esta cantidad suele uno basarse en la experiencia de los dos censos consecutivos más próximos a la fecha para la cual se desea hacer el cálculo o estimación. La diferencia en el tamaño de la población o en el de cualesquiera de los grupos de edad, sexo, etc., que la componen, revelada por los empadronamientos correspondientes a esos dos censos, se divide por el número exacto de veces que la unidad de tiempo escogida esté contenida en el intervalo entre las fechas correspondientes a ellos. Determinada de esta manera la cantidad constante de aumento poblacional por unidad de tiempo, para proyectar la población a determinada fecha postcensal bastaría con multiplicar esa cantidad constante por el número exacto de veces que estuviese contenida dicha unidad de tiempo en el intervalo entre la fecha del último censo y la fecha para la cual se interesa el estimado. La cantidad así obtenida correspondería al aumento esperado en la población de la comunidad entre la fecha del último censo y la del cálculo. Sumada esta cantidad a la población correspondiente empadronada por el último censo se obtendría la estimación deseada.

Si en lugar de interesar la población a una fecha postcensal se hubiese interesado para una fecha intercensal, lo que implicaría una interpolación en lugar de una extrapolación, la estimación se obtendría entonces, bien sumando esa cantidad constante de aumento a la población del primer censo tantas veces como estuviese contenida la unidad de tiempo escogida para expresar su ritmo de aumento en el intervalo entre la fecha de ese primer censo y la fecha para la que se desea el cálculo, o restando del último censo la cantidad de aumento por unidad de tiempo obtenida tantas veces como dicha unidad estuviese contenida en el intervalo entre la fecha del cálculo y la del último censo. De la misma manera, si se quisiera calcular retrospectivamente por este procedimiento la población correspondiente a una fecha anterior al primero de los dos censos, la operación sería una de extrapolación retrospectiva y el procedimiento sería idéntico, fundamentalmente, el que ya hemos descrito respecto a la extrapolación prospectiva para fechas postcensales; solamente que en lugar de sumar dicha cantidad la restaríamos, tomando como base la cifra correspondiente al primero de los dos censos utilizados.

El método de progresión aritmética ha gozado de aceptación universal para estimaciones de este tipo cuando las fechas de aquéllas no se apartan mucho de las que corresponden a los censos que sirven de base a los cálculos. La experiencia ha demostrado que sus resultados, por regla general, se ajustan bastante bien a la realidad cuando se tiene este cuidado de no alejarse mucho ni prospectiva ni retrospectivamente de dichos censos y no ha ocurrido en la comunidad evento o cambio alguno al que pueda atribuírsele una súbita y marcada influencia en los patrones de crecimiento de su población. La aceptación universal que ha disfrutado este método descansa más que nada en la sencillez de los cómputos que su uso implica. No obstante, debemos ser siempre cautelosos en su aplicación, porque cualquier fenómeno cuyo desarrollo se desenvuelve en progresión aritmética tiene por representación gráfica en una escala aritmética una línea recta, y los fenómenos naturales raras veces evolucionan en línea recta, aunque las observaciones a breve plazo parezcan a veces así indicarlo. Por esta razón este método se usa generalmente cuando las estimaciones que se persiguen corresponden a fechas que no han de extenderse más allá de la señalada para el próximo censo y siempre y cuando que éstos se efectúen en el área con cierta regularidad y relativa frecuencia. Por lo tanto, para proyecciones prospectivas o retrospectivas a largo plazo el uso de este método no es aconsejable.

Con el propósito de facilitar el uso del método de progresión aritmética en el cómputo de estimaciones poblacionales presentamos el siguiente ejemplo:

Problema:

Se interesa calcular la población del país X:

a) al 1º de enero de 1958

b) al 1º de julio de 1946

c) al 1º de enero de 1938.

Para estas estimaciones se dispone únicamente de las cifras relativas a los censos efectuados en el país el 1º de enero de 1940 y el 1º de abril de 1950. El primero de estos dos censos empadronó una población de 410,000 habitantes, y el segundo, una de 492,000.

Solución:

El primer paso en el cálculo de estas estimaciones consiste en determinar la cantidad constante de aumento poblacional por unidad de tiempo que estas cifras implican. La diferencia entre los dos censos indica un aumento de 82,000 personas entre el 1º de enero de 1940 y el 1º de abril de 1950. Este aumento ocurrió en un intervalo de 10 1/4 o 10.25 años, que es el tiempo transcurrido entre la fecha del primer censo y la del segundo. Dividiendo el aumento de 82,000 habitantes entre 10.25 años nos da un ritmo de incremento anual promedio de 8,000 habitantes por año. Esta es la cantidad constante de aumento por unidad de tiempo que buscamos.

Caso a:

Se interesa estimar la población del país X al 1º de enero de 1958. Entre esta fecha y el 1º de abril de 1950, en que se tomó el último de los dos censos utilizados para el cómputo, hay 7 3/4 o sea 7.75 años. A razón del aumento promedio anual ya calculado de 8,000 habitantes por año esto implica un aumento esperado de 62,000 habitantes durante ese lapso (8,000 habitantes multiplicados por 7.75 años). Sumando esta cantidad a la cifra de 492,000 habitantes revelada por el censo de 1950 obtenemos la cantidad de 554,000 habitantes como la población estimada del país X al 1º de enero de 1958. Este cálculo se hizo por extrapolación prospectiva.

Caso b:

Interesamos ahora la población del mismo país X al 1º de julio de 1946. Esta fecha está situada prospectivamente a 6.50 años de la fecha correspondiente al primer censo, o sea, 1º de enero de 1940 y retrospectivamente a 3.75 años de la fecha correspondiente al segundo censo: 1º de abril de 1950. Por lo tanto, podemos hacer el cálculo de dos maneras: sumándole a los 410,000 habitantes empadronados por el censo de 1940 la cantidad de 52,000 habitantes, que habría sido el aumento poblacional entre esa fecha y la del cálculo (8,000 habitantes multiplicados por 6.50 años), o restando de los 492,000 habitantes empadronados por el ceso de 1950 la cantidad de 30,000 habitantes que corresponden al aumento poblacional que le faltaba al país a la fecha del estimado para alcanzar la cifra revelada por el censo de 1950 (8,000 habitantes multiplicados por 3.75 años); ambas operaciones nos dan exactamente la misma cifra de 462,000 personas, que corresponde al estimado que se interesaba. En este caso el cálculo se hace por interpolación.

Caso c:

Se interesa calcular la población del país X al 1º de enero de 1938. Entre esta fecha y la del censo de 1940 hay un intervalo de exactamente dos años. A razón de 8,000 habitantes por año, quiere decir que el aumento de población en el país X durante esos dos años debió haber sido de 16,000 habitantes. Por lo tanto, restando esta cifra de los 410,000 habitantes correspondientes al censo de 1940 nos da un cálculo para el 1º de enero de 1938 de 394,000 habitantes. En este caso el cálculo se hace por extrapolación retrospectiva.

2. *Método de cálculo por progresión geométrica*

A diferencia del método de progresión aritmética que presupone un ritmo de aumento de una cantidad constante por unidad de tiempo, el método de progresión geométrica se basa en un ritmo de aumento que se expresa en términos de una proporción constante por unidad de tiempo. Por lo tanto, el cálculo en estos casos se realiza de la misma manera que cuando se calcula el interés compuesto. Una población que aumenta en progresión geométrica, o sea, en proporción constante, obedece a la siguiente fórmula:

$$P_t = P_0 (1 + r)^t \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

donde:

P_0 = población al comienzo del periodo
P_t = población al final del período
t = número exacto de años en el período (si la unidad de tiempo escogida es el año)
r = razón de aumento (si la unidad de tiempo escogida es el año, como generalmente ocurre).

El ritmo de aumento anual se determina en estos casos de las cifras correspondientes a los censos utilizados en su cómputo, valiéndose para ello de la siguiente transformación de la fórmula anterior (1):

$$(1 + r)^t = \frac{P_t}{P_0} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

de donde obtenemos:

$$(1 + r) = \sqrt[t]{\frac{P_t}{P_0}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

En otras palabras, la razón de aumento poblacional durante el intervalo entre los dos censos utilizados para el cómputo estaría expresada por la razón $\frac{P_t}{P_0}$, donde P_0 es la población empadronada en el primer censo y P_t la empadronada en el segundo.

La razón anual de incremento estaría representada entonces por la t-ésima raíz de dicha cantidad, $\frac{P_t}{P_0}$.

El propósito de esta última operación es el de poder expresar la razón de incremento en términos de una unidad de tiempo más pequeña y conveniente que el intervalo entre los dos censos que sirven de base a los cómputos. Esto facilita el cálculo de la población a plazos tan breves como el de la unidad escogida. Como se podría fácilmente comprobar, la raíz a extraer dependerá del número de veces que la unidad escogida esté contenida en el intervalo intercensal. Aunque generalmente dicha unidad es el año, ello no tiene que ser necesariamente siempre así.

Es decir, que si en el ejemplo usado para ilustrar la aplicación del método de cálculo por progresión aritmética se hubiese requerido el cómputo de la razón anual de aumentos en lugar del aumento anual numérico, la operación hubiese requerido la extracción de la 10.25ª raíz de la razón obtenida de dividir la población empadronada el 1º de abril de 1950 por la empadronada en el censo anterior del 1º de enero de 1940. Pero, si en lugar del año la unidad de tiempo escogida hubiese sido el trimestre, entonces la raíz requerida hubiese sido la 41ª, ya que ese es el número exacto de trimestres en el intervalo de 10.25 años transcurridos entre ambos censos. La gran ventaja de este último cálculo (el de la razón trimestral) sobre el primero está en permitir el cálculo de estimaciones a los plazos más breves trimestrales, cosa que no hubiese sido posible obtener directamente de la razón anual. En última instancia, la selección de la unidad de tiempo a base de la cual se decida expresar la razón de aumento habrá de depender de los propósitos que se tengan respecto a su uso en los cálculos.

Es precisamente esta extracción de raíces la que hace del método de progresión geométrica uno bastante más complicado que el de progresión aritmética ya discutido Ello se debe a que para resolver la ecuación que la formula 3 representa, y a base de la cual se determina la razón de aumento por la unidad de tiempo escogida, hay que recurrir casi siempre al uso de logaritmos, de una regla de cálculo o de una tabla de interés compuesto.

De manera que si establecemos la premisa de que el crecimiento de determinada población se desarrolla en progresión geométrica, estamos indicando con ello que la variación cronológica en su tamaño habrá de ocurrir en una proporción constante por unidad de tiempo. O como suele a veces decirse, su aumento relativo habrá de ser constante por unidad de tiempo. Por lo tanto, una vez determinada cuantitativamente esa razón de aumento a través de las operaciones que acabamos de describir, resulta fácil calcular el número o tamaño de la población a cualquier fecha, posterior o anterior a la del censo o estimado que se haya utilizado como base o punto de partida. Para cálculos prospectivos a corto plazo bastaría con multiplicar un número relativamente limitado de cantidades, mientras que para cálculos retrospectivos se requeriría además una división.

Para estimados o proyecciones a largo plazo, sin embargo, muy probablemente nos veríamos obligados de nuevo a recurrir al uso de logaritmos, regla de cálculo o tabla de interés compuesto para simplificar las operaciones.

Así, si tenemos una población P_a que nos es conocida a determinada fecha *a*, y cuya razón anual de aumento se ha establecido que es un 2%, dentro de exactamente un año dicha población habrá aumentado 1.02 veces. Es decir:

$$P_a + 1 = P_a \ (1.02)$$

donde:

P_a = población conocida a la fecha *a*

$P_a + 1$ = población que se interesa calcular a la fecha a + 1, o sea, un año después

1.02 = razón anual de aumento

Esta relación puede expresarse también de la siguiente manera:

$$\frac{P_a + 1}{P_a} = 1.02$$

De esta relación podemos deducir que la estimación se puede hacer tanto prospectiva como retrospectivamente, según sea el caso. Por ejemplo, si el estimado que se interesa es el de la población a la fecha (a — 1) en lugar de a la fecha (a + 1) la anterior relación se transformaría en la siguiente:

$$\frac{P_a}{P_a - 1} = 1.02$$

En este caso la población desconocida y a determinar sería la expresada por el denominador y no la expresada por el numerador como en el caso anterior. Resolviendo algebraicamente la ecuación se obtendría que:

$$P_{a-1} = \frac{P_a}{1.02}$$

Es decir que, para obtener la estimación deseada en el primer caso, la operación requerida sería una multiplicación, mientras que en el segundo sería una división de la población base por la razón de aumento durante el intervalo entre la fecha a la cual se hace el cálculo y la correspondiente a la población base.

Si se conocen la razón anual de aumento y la población base, y se desea hacer el cálculo a determinada fecha cuya separación cronológica de la fecha base resulta mayor de un año, la operación se efectúa de manera similar aplicando la fórmula original (1).

Supongamos que en el ejemplo anterior se interesa calcular la población a la fecha (a + 5) en lugar de a la de (a + 1). En este caso se expresaría la población a estimar en términos de la población base P_a por medio de la siguiente relación:

$$P_{a+5} = P_{a\ (1.02)}^{5}$$

Resolviendo entonces dicha ecuación obtendríamos la cifra correspondientes a la población que se desea estimar: P_{a+5}.

La razón por la cual se multiplica en este caso por la razón anual de crecimiento elevada a la quinta potencia $(1.02)^5$, se podrá comprender mejor mediante el desarrollo de dicho factor a través de los siguientes pasos:

$$
\begin{aligned}
P_{a+1} &= P_a\,(1.02) \\
P_{a+2} &= P_{a+1}\,(1.02) = [P_a\,(1.02)]\,(1.02) = P_a\,(1.02)^2 \\
P_{a+3} &= P_{a+2}\,(1.02) = [P_a\,(1.02)\,(1.02)]\,(1.02) = P_a\,(1.02)^3 \\
P_{a+4} &= P_{a+3}\,(1.02) = [P_a\,(1.02)\,(1.02)\,(1.02)]\,(1.02) = P_a\,(1.04)^4 \\
P_{a+5} &= P_{a+1}\,(1.02) = [P_a\,(1.02)\,(1.02)\,(1.02)\,(1.02)]\,(1.02) = P_a\,(1.02)^5
\end{aligned}
$$

Es decir, que expresando la población que se desea estimar en términos de la población base y no de la estimada al año inmediatamente anterior, descubrimos que el cálculo equivale a una multiplicación de la población base en la que ésta tiene por factor la razón de crecimiento por unidad de tiempo tantas veces como esté contenida dicha unidad en el intervalo entre la fecha para la que se desea el cálculo y la que corresponde a la población base usada.

Si la estimación deseada hubiese sido retrospectiva en lugar de prospectiva respecto a la población base P_a, aunque sin variación en la magnitud del intervalo de tiempo, el cálculo se hubiese hecho en forma similar al caso correspondiente en el ejemplo anterior y el resultado se hubiese obtenido de la siguiente relación:

$$P_{a-5} = \frac{P_a}{(1.02)^5}$$

Cuando el exponente que indica la potencia a que hay que elevar el factor de crecimiento por unidad de tiempo resulta muy grande debido a que la proyección se hace a largo plazo, o no es un número entero y contiene decimales, generalmente se recurre al uso de logaritmos para hacer el cálculo.

Con el propósito de facilitar el uso del método de progresión geométrica en el cómputo de estimaciones poblacionales, presentamos el siguiente ejemplo basado en los mismos datos utilizados para ilustrar el uso del método de progresión aritmética:

Problema

Se interesa calcular la población del país X:

a) al 1º de enero de 1958

b) al 1º de julio de 1946

c) al 1º de enero de 1938.

Para estos cálculos se dispone únicamente de las cifras relativas a los censos efectuados en el país el 1º de enero de 1940 y el 1º de abril de 1950. El primero de estos dos censos reveló una población de 410,000 habitantes, y el segundo, una de 492,000.

Solución

Aunque un análisis cuidadoso de la fórmula 1 y del significado de cada uno de sus términos componentes nos demostraría la posibilidad de obtener las estimaciones deseadas de su aplicación directa haciendo las substituciones de rigor, generalmente no se procede a dichos cómputos de esta manera porque casi siempre se interesa conocer primero el ritmo de crecimiento de la población por una unidad conveniente de tiempo, que por regla general es el año. De manera que tomando en consideración esta conveniencia, el primer paso en el cálculo de las estimaciones consistirá en determinar la razón de aumento poblacional en el intervalo entre los dos censos utilizados como base para los cómputos. Esta se obtiene, sencillamente, dividiendo la población empadronada en el segundo de ellos por la empadronada en el primero. En el caso específico que nos preocupa:

$$492{,}000 \div 410{,}000 = 1.20$$

El resultado de esta operación (1.20) es la razón de aumento para el intervalo transcurrido entre ambos censos, que en este caso particular es exactamente de 10.25 años.

Para expresar este ritmo de aumento sobre una base anual (R_a), si ésta ha sido la unidad de tiempo elegida, tendríamos entonces que hacer uso de la siguiente relación que deriva de la fórmula 3 presentada en uno de los párrafos anteriores de este texto:

$$R_a = \sqrt[10.25]{1.20}$$

Resolviendo esta ecuación con la ayuda de logaritmos tendríamos:

$$\begin{aligned} \log R_a &= \log 1.20 \div 10.25 \\ &= 0.0791812 \div 10.25 \\ &= 0.007725 \\ R_a &= \text{antilog}\, 0.007725 = 1.0179466 \end{aligned}$$

Esta última cantidad no es otra cosa que la razón anual de aumento (Ra) que se buscaba. Redondeada al cuarto decimal con el solo propósito de simplificar los cálculos, tenemos que dicha cifra es igual entonces a 1.0179. Lo que en otras palabras quiere decir que la población bajo estudio ha estado creciendo a una razón promedio de 1.79% por año.

Determinado de esta manera el ritmo de crecimiento de la población bajo estudio, para hacer el cálculo correspondiente a cada una de las fechas indicadas en el problema (*a*, *b* y *c*) bastaría con una aplicación directa de la fórmula 1, ya discutida anteriormente, que rige el crecimiento de toda la población cuyo ritmo de aumento (o disminución) sigue el patrón de una progresión geométrica. Haciendo las substituciones de rigor en dicha fórmula se procede a continuación al cómputo de los cálculos deseados:

a) Se desea estimar la población al 1º de enero de 1958.

$$
\begin{aligned}
P_{1 \text{ enero } 1958} &= P_{1 \text{ abril } 1950} (1 + r)^{7.75 \text{ años}} \\
P_{1 \text{ enero } 1958} &= 492{,}000\ (1.0179)^{7.75 \text{ años}} \\
\log P_{1958} &= \log 492{,}000 + 7.75 \log 1.0179 \\
&= 5.6919651 + 7.75\ (0.0077051) \\
&= 5.7516796 \\
P_{1958} &= \text{antitlog } 5.7516796 \\
&= 564{,}520
\end{aligned}
$$

b) Se desea estimar la población al 1º de julio de 1946. Esta operación se puede hacer de dos maneras como en el caso de interpolación por progresión aritmética.

3. *Calculando retrospectivamente:*

$$
\begin{aligned}
P_{1 \text{ julio } 1946} &= \frac{P_{1 \text{ abril } 1950}}{(1 + r)^{3.75 \text{ años}}} \\
&= \frac{492{,}000}{(1.0179)^{3.75}} \\
\log P_{1946} &= \log 492{,}000 - 3.75 \log (1.0179) \\
&= 5.6919651 - 3.75\ (0.0077051) \\
&= 5.6630710 \\
P_{1946} &= \text{antilog } 5.6630710 \\
&= 460332
\end{aligned}
$$

2. *Calculando prospectivamente:*

$$
\begin{aligned}
P_{1 \text{ julio } 1946} &= P_{1 \text{ enero } 1940} (1 + r)^{6.50 \text{ años}} \\
&= 410{,}000\ (1.0179)^{6.50} \\
\log P_{1946} &= \log 410{,}000 + 650 \log 1.0179 \\
&= 5.6127839 + 6.50\ (0.0077051) \\
&= 5.662871 \\
P_{1946} &= \text{antilog } 5.6628671 \\
&= 460{,}116
\end{aligned}
$$

Llamamos la atención en este caso hacia el hecho de que a diferencia del método de progresión aritmética los resultados obtenidos interpolando prospectiva y retrospectivamente no coinciden exactamente, habiendo una pequeña diferencia entre ambos. Ello se debe a que la razón anual de aumento usada en este caso es una aproximación al cuarto decimal de la verdadera razón. Sin embargo, para todos los fines prácticos esta pequeña diferencia puede considerarse sin importancia alguna. No obstante, en casos como éste debe preferirse tomar como base para la interpolación, el censo más próximo a la fecha para la que se desee hacer el cálculo o estimado que en todo caso resulta ser el censo de 1950.

c) Se desea estimar la población al 1º enero de 1938:

$$P_{1\text{ enero }1938} = \frac{P_{1\text{ enero }1940}}{(1 + r)^{2\text{ años}}}$$

$$= \frac{410{,}000}{(1.0179)^2}$$

$$\log P_{1938} = \log 410{,}000 - 2 \log 1.0179$$
$$= 5.6127839 - 2\ (0.0077051)$$
$$= 5.5973737$$
$$P_{1938} = \text{antilog } 5.5973737$$
$$= 395{,}707$$

En la siguiente tabla se comparan los resultados obtenidos mediante el uso de ambos métodos, el de progresión aritmética y el de progresión geométrica, en el cómputo de las poblaciones requeridas en el problema escogido como ejemplo para ilustrar su aplicación:

Fecha del cálculo	*Número de habitantes según el método de:*	
	Progresión aritmética	*Progresión geométrica*
1º enero de 1958	554,000	564,520
1º julio de 1946		
a) interpolación retrospectiva	462,000	460,332
b) interpolación prospectiva .	462,000	460,116
1º enero de 1938	394,000	395,707

De estos resultados resalta inmediatamente una de las características principales que diferencia el método de progresión geométrica del de progresión aritmética cuando en su aplicación ambos tienen por base los mismos datos. Esta característica puede resumirse en los siguientes términos:

Las extrapolaciones, tanto prospectivas como retrospectivas, hechas por progresión geométrica dan resultados numéricos mayores que los obtenidos mediante el uso de una progresión aritmética aplicada a los mismos datos. Por el contrario, las interpolaciones hechas por progresión geométrica dan resultados numéricos menores que los obtenidos mediante el uso de una progresión aritmética.

La máxima desigualdad en las interpolaciones resulta casi siempre relativamente pequeña y ocurre en el punto medio del intervalo entre las dos observaciones que sirven de base a los cálculos, disminuyendo gradualmente a medida que la fecha del estimado se desplaza dentro de dicho intervalo hacia cualesquiera de los dos puntos extremos que lo encierran y que representan a las dos observaciones ya indicadas. En la extrapolación, tanto prospectiva como retrospectiva, la diferencia entre los dos cálculos, sin embargo, aumenta rápidamente a medida que uno se separa en tiempo del punto que marca la más próxima de las observaciones base.

Tanto la progresión aritmética como la geométrica pueden utilizarse no solamente para cálculos de población total, sino para cálculos de segmentos de esa población como: grupos de edad, sexo, etc.

Cuando se segmenta la población de esta manera para estimaciones parciales, éstas, en el caso de la progresión aritmética, habrán de sumar exactamente el cálculo de la población total obtenido independientemente a base de una progresión aritmética aplicada a las cifras de población total reveladas por los censos utilizados como base para el cómputo.

A diferencia del método de progresión aritmética, el de progresión geométrica producirá estimaciones que no sumarán exactamente a la población total obtenida por el mismo procedimiento aplicado independientemente a la población total. Por lo tanto, luego de calculadas las estimaciones parciales, conviene reajustar los mismos, por prorrateo de la diferencia total para que su suma concuerde exactamente con la del estimado obtenido aplicando la progresión geométrica a la población total empadronada en los censos escogidos como base para los cálculos.

Aunque generalmente las diferencias resultan ser pequeñas, conviene hacer este ajuste especialmente cuando las cifras correspondientes a estos estimados van a ser objeto de publicación. Así se evita crear dudas sobre su corrección en lectores no versados en el uso de esta metodología, y que, sin embargo, tienen un legítimo interés en los resultados.

Tanto el método de progresión geométrica como el de progresión aritmética pueden ser de gran utilidad en la planificación por lo sencillo de su aplicación. No obstante, ambos métodos deben utilizarse con cautela en las proyecciones, especialmente si éstas se apartan mucho del censo más reciente utilizado en los cálculos. Debemos advertir, además, que el método de progresión geométrica usado en extrapolaciones a largo plazo puede llevarnos fácilmente a resultados numéricos que por su magnitud resultarían del todo irreales.

3. *Método de ecuaciones de extrapolación de múltiples variables*

El uso de este método requiere un conocimiento de las modalidades de variación cronológica de algunos de aquellos factores cuya asociación, relación o coordinación con el crecimiento poblacional haya quedado establecida a través de experiencia prevía acumulada por medio de las observaciones pertinentes, tanto en el lugar objeto del estimado como en otros.

Entre estos factores podríamos señalar los siguientes:

1. densidad poblacional
2. crecimiento previo de la población
3. tipo de actividad económica
4. niveles de escolaridad de la población
5. etc.

De la interrelación de estas variables puede obtenerse, mediante procedimientos matemáticos adecuados, una ecuación de regresión que permita el cálculo de la población a fechas postcensales.

Este método, sin embargo, no es de uso muy frecuente, siendo una de las mayores desventajas de su aplicación la complejidad de los cálculos que requiere. No obstante, referimos a los lectores que puedan interesarse en su uso a algún texto apropiado sobre correlación, como el de Ezekiel.[1]

4. *Ajuste matemático de curvas a una serie cronológica de más de dos censos*

Un método frecuentemente utilizado para el cómputo de estimados poblacionales es el de ajustar una curva adecuada, por medio de procedimientos rigurosamente matemáticos, a una serie cronológica de observaciones censales. El tipo de curva escogido debe corresponder tal fielmente como sea posible al sugerido por la alineación de los puntos que con referencia a un sistema de coordenadas representen gráficamente las poblaciones empadronadas en cada uno de los censos utilizados como base para los cálculos.

Entre las curvas preferidas para este tipo de cálculo están las siguientes:

a) Parábolas de segundo grado. La ecuación general de una curva de este tipo es:

$$P_x = a + bx + cx^2 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (4)$$

donde:

x = intervalo cronológico en años medido desde cualquier fecha determinada que puede ser una de las fechas de los censos.

P_x = la importancia numérica o tamaño de la población a cualquier fecha x años después de la fijada como base para medir los intervalos cronológicos.

a, b y *c* = constantes que se calculan resolviendo la citada ecuación (4). Para ello necesitaremos tres censos que nos permitan establecer

[1] Ezequiel, Mordecai. Methods of Correlation Analysis. John Wiley & Sons, Inc. New York. Second Edition, 1941.

las tres ecuaciones simultáneas requeridas para poder determinar el valor de cada una de estas tres incógnitas.

b) Parábolas de tercer grado, cuya ecuación general es la siguiente:

$$P_x = a + bx + cx^2 + dx^3$$

Para el ajuste de una parábola de tercer grado se procede de igual manera que para el ajuste de una de segundo grado, con la sola excepción de que por requerir este caso la determinación de cuatro constantes en lugar de tres se necesitaría información sobre cuatro censos para poder establecer las cuatro ecuaciones simultáneas requeridas.

Una discusión más detallada sobre el ajuste de parábolas de segundo o tercer grado a una serie de censos aparece en el magnífico cuaderno, ya mencionado, de las Naciones Unidas, sobre Métodos de Cálculo de la Población Total para Fechas Corrientes y al que referimos al lector.

c) Curva logística. Esta curva fue descubierta por Verhulst, P. F., matemático belga, y luego perfeccionada por Pearl, R. y Reed, L. J., biómetras americanos de la Universidad de Johns Hopkins. Su ecuación general es la siguiente:

$$y = d + \frac{k}{1 + e^{a + rt}}$$

donde: y = población a calcular
e = base de los logaritmos naturales
t = tiempo transcurrido entre la fecha escogida como origen (7 = o) y la del cálculo, que generalmente se expresa en unidades de un año.
r = ritmo inicial de crecimiento
a = parámetro cuyo valor dependerá del origen escogido (t = o)
d = asíntota inferior
k = asíntota superior

El ajuste de este tipo de curva resulta bastante complicado, por lo que se recomienda para su aplicación la lectura de los tratados que sobre esta materia han escrito autores de reconocida competencia, como Pearl,[2] Hagood,[3] y Croxton y Cowden,[4] entre otros.

[2] Pearl, R. Medical Biometry and Statitics. W. B. Saunders Company, Philadelphia, 1940.
[3] Hagood, M. J. Statistics for Sociologists (Estadísticas para Sociólogos). Henry Holt and Company, Nueva York, 1951, págs. 272-282.
[4] Croxton, F. E. y Cowden, D. J. Applied General Statistics. Prentice-Hall, Inc. Nueva York, 1940, págs. 452-458.

La curva logística describe un ciclo de crecimiento de la población a largo plazo. Este ciclo puede requerir para su desarrollo completo un siglo y más. Dicho desarrollo consta de las siguientes fases:

1) una transición gradual de condiciones casi estacionarias a condiciones de aumento numérico apreciable en población;

2) una aceleración del ritmo de aumento numérico hasta alcanzar un nivel máximo;

3) un retardo del ritmo de crecimiento numérico después de haber alcanzado éste su nivel máximo;

4) una transición gradual hacia condiciones estacionarias.

Como se puede inferir fácilmente de estas características, la representación gráfica en escala aritmética del ciclo de crecimiento completo descrito por una logística se asemeja a una S achatada e inclinada hacia la derecha.

Se ha podido demostrar que el crecimiento de muchos países que han podido acumular una larga experiencia de empadronamientos censales sugiere un curso de tipo logístico. Sin embargo, también se ha observado en algunos casos, como el de Puerto Rico,[5] que el crecimiento correspondiente a un ciclo se ha visto interrumpido antes de llegar a su conclusión para continuar su curso en lo que evidentemente constituye un nuevo ciclo cuyos comienzos se pierden entrelazados al ciclo que le precedió. Véase el gráfico 1.

d) La curva de Gompertz también se ha usado como curva de crecimiento de la población. Esta curva describe una serie en que el incremento en los logaritmos de los números correspondientes a las observaciones van disminuyendo en una proporción constante por unidad de tiempo. Su ecuación es la siguiente:

$$y = Kab^{t}$$

donde: y = población a calcular
k = asíntota superior
t = tiempo medido desde el origen, generalmente en unidades de un año
a, b = parámetros a determinar cuyo valor dependerá del ritmo de crecimiento correspondiente a las observaciones.

El método de ajuste generalmente recomendado es el de Croxton y Cowden.[6]

La curva de Gompertz, aunque parecida a la logística, se diferencia de ésta por expresar una aceleración más rápida en las primeras etapas del crecimiento y un retardo más gradual en las últimas. Generalmente, para el ajuste de curvas del

---

[5] Janer, J. L. Population Growth in Puerto Rico. Human Biology, Vol. 17 Nº 4 Dec. 1945, pp. 267-313.

[6] Croxton, F. E. y Cowden, D. J. Op. cit., págs. 447-452.

tipo logístico o de Gompertz suele utilizarse una larga serie de cifras censales. Sin embargo, con los resultados de tres censos bastaría para ajustar la de Gompertz, y con los de cuatro, una logística modificada, pero esto no es lo más aconsejable.

Curvas de crecimiento como las que acabamos de describir se utilizan mayormente para estimaciones o cálculos de población a largo plazo y no a fechas corrientes. Sin embargo, aun para este tipo de cálculos a largo plazo, durante los últimos años se ha venido descartando su uso, prefiriéndose mejor la aplicación de métodos que descansen principalmente en la perspectiva de variación individual de los componentes del crecimiento poblacional, a saber: natalidad, mortalidad y migración.

5. *Método gráfico*

El método gráfico, por su simplicidad, puede ser ventajosamente utilizado en el cálculo de poblaciones cuando no es necesario exigir exactitud matemática en los resultados y sólo se desea una aproximación razonable del tamaño de la población a una fecha determinada relativamente cercana a cualesquiera de los censos utilizados para los propósitos del cálculo.

Consiste el método en representar en papel cuadriculado, generalmente aritmético, y mediante el sistema usual de coordenadas rectangulares, una escala de tiempo que generalmente es la horizontal o abscisa, y otra de magnitud numérica de la población, que suele ser la vertical u ordenada. Una vez establecidas estas escalas, la representación de la población empadronada por determinado censo puede realizarse marcando un punto cuya situación respecto a las coordenadas será tal que su altura sobre al abscisa habrá de corresponder al número de habitantes empadronados y su desplazamiento hacia la derecha de la ordenada en dirección paralela a la escala horizontal corresponderá a la fecha de levantamiento del censo. Si las escalas han sido debidamente diseñadas para este propósito se podrá representar no sólo uno, sino varios censos consecutivos, usando para ello y respecto a cada uno el mismo procedimiento que se acaba de indicar.

La alineación que resulte de los puntos así marcados va a sugerir el tipo de curva seguido por el crecimiento de la población durante el período de tiempo cubierto por la serie de empadronamientos censales utilizados. Si se traza cuidadosamente a mano, o con la ayuda de algún artefecto o instrumento que facilite la labor, como una curva francesa, o una curva flexible, etc., una curva de contornos suaves, sin oscilaciones o fluctuaciones violentas, y que pase a través o lo más cerca posible de todos estos puntos, es posible estimar la población a cualquier fecha posterior al último de los censos utilizados para el trazado de la curva simplemente proyectando ésta y leyendo en la escala de población la cifra correspondiente al punto en que dicha curva intercepte la línea vertical correspondiente a la fecha a que se desea el cálculo.

Indudablemente, que si se utilizara un solo censo se carecería de base para trazar línea alguna de crecimiento y, por lo tanto, para hacer las estimaciones.

Si se utilizara la experiencia de dos censos solamente, la única línea sugerida sería una recta que en una escala aritmética representaría una progresión aritmética y en una logarítmica una geométrica.

Si utilizamos tres o más censos, las curvas sugeridas podrán resultar de tipo más complejo, como por ejemplo:

a) de progresión geométrica
b) parábolas
c) logística
d) etc.

La gran ventaja del método gráfico consiste en no requerir manipulación alguna de carácter aritmético o matemático. Además, cuando se usa para hacer estimaciones a corto plazo, 5 o 10 años, el método puede producir resultados tan fidedignos como los obtenidos mediante el uso de otros métodos mucho más elaborados. Si en lugar de papel gráfico de tipo aritmético se utiliza uno de tipo semilogarítmico (con una escala logarítmica, generalmente la vertical, y la otra aritmética), los cálculos se pueden hacer para una población que crece en progresión geométrica mediante el trazado de una línea recta que una los dos puntos correspondientes a las observaciones utilizadas, o pase lo más cerca posible de ellos en caso de que se utilice más de dos observaciones, y proyectando dicha línea prospectiva o retrospectivamente, según sea el caso, hasta interceptar la fecha para la que se desea obtener el cálculo. En otras palabras, en este caso la estimación se efectúa de la misma manera que se efectuara en papel gráfico aritmético, pero los resultados van a corresponder a un crecimiento en progresión geométrica y no al de una progresión aritmética. Esto se debe a que la escala utilizada para medir el tamaño de la población en este caso, por ser logarítmica, hace que la representación gráfica de los valores correspondientes a una progresión geométrica asuma la forma de una recta similar a la que trazaría una progresión aritmética representada gráficamente en papel gráfico de escala aritmética.

Los gráficos 2 y 3 demuestran el uso del método gráfico para el cálculo de la población utilizando como ejemplo una experiencia puertorriqueña.

En el gráfico 2, ambas escalas, la de magnitud y la de tiempo, son aritméticas y la línea recta trazada representa un crecimiento en progresión aritmética. En el gráfico 3, sin embargo, la escala vertical, que expresa el tamaño de la población, es logarítmica, mientras que la horizontal, que expresa el transcurso del tiempo, es aritmética. En este caso la línea recta trazada representa una progresión geométrica. Si representamos en una escala aritmética una serie de valores obtenidos mediante la lectura de puntos situados en esta línea recta su trazado no sería rectilíneo sino curvilíneo, con un ritmo de aumento relativo constante que haría que el aumento numérico absoluto por unidad de tiempo se fuese haciendo mayor según la población fuese aumentando en tamaño.

Entre las desventajas principales del método gráficos debemos señalar las siguientes:

1) Para aplicar el método se necesita papel gráfico adecuado de tipo aritmético o semilogarítmico, cosa que no siempre se tiene a mano.

2) La exactitud de la lectura de la población a la fecha a que se desea el cálculo va a depender de una serie de factores difíciles de controlar, como:

a) amplitud de la escala.

b) habilidad personal para el trazado de la línea, especialmente si ésta no es una recta.

3) Si la lectura del cálculo es hecha por diferentes personas, lo más probable es que los resultados difieran según los haga una u otra. También pueden surgir diferencias en dos o más lecturas hechas por la misma persona. Sin embargo, por regla general las diferencias habrán de ser pequeñas, especialmente si las escalas utilizadas para la representación gráfica son lo suficientemente amplias para facilitar la lectura de los valores correspondientes.

Esta última desventaja no tiene mayor importancia cuando los estimados se hacen para uso exclusivo de una persona o agencia. Sin embargo, cuando hay necesidad de dar a la publicidad y hacer circular extensamente los cálculos para uso de otras personas o agencias, no relacionadas directamente con la agencia que origina los datos, pueden surgir dificultades respecto a la interpretación de los números que fácilmente pueden llegar a reflejarse en una pérdida de la confianza que en lo sucesivo merezcan al público las estimaciones poblacionales que se originen en dicha agencia.

La gran ventaja de los métodos rigurosamente matemáticos en el cálculo de las poblaciones está en que los resultados obtenidos mediante el uso de un procedimiento determinado deben coincidir exactamente, no importa quién haga las operaciones y siempre y cuando que no se introduzcan variaciones en él.

6. *Método de tasas vitales*

El método de tasas vitales resulta de gran utilidad cuando se necesita calcular para fechas corrientes la población de subáreas, sectores o regiones de una comunidad mayor (estado, país, etc.) cuya población a la fecha que se interesa calcular la del sector se conoce con razonable grado de confiabilidad.

El método tiene la gran ventaja de ser simple y requerir muy pocos cómputos. Sin embargo, tiene por otro lado el inconveniente, que en algunos países puede llegar a constituir un serio impedimento para su uso, de requerir datos que solamente pueden obtenerse a través de un sistema de registro de nacimientos y defunciones altamente desarrollado cuyas deficiencias de inscripción sean pequeñas y cuantitativamente conocidas para así poder hacer las correcciones necesarias en los cálculos de manera que los estimados tengan el valor y significado deseado.

La utilidad del método de tasas vitales para los cálculos de población se hace más evidente cuando la comunidad mayor a la que pertenecen los sectores o las áreas cuya población a cierta fecha corriente se desea determinar atraviesa por una etapa de desarrollo capaz de provocar movimientos migratorios internos de gran intensidad y difíciles de medir o registrar por otros medios. Tal es el caso actual de la comunidad puertorriqueña y el de muchas áreas en Estados Unidos de América. Los excelentes resultados ya obtenidos en muchas partes mediante el uso de este método, desde que fuera sugerido por primera vez en 1950 por el demógrafo norteamericano Donald C. Bogue, de la Universidad de Chicago, han dado motivo a que su uso haya ido ganando preferencia cada día, según su eficacia se ha ido demostrando en todos aquellos lugares donde se ha probado.

La efectividad del método descansa mayormente en las observaciones acumuladas hasta el presente respecto a los nacimientos y las defunciones en diferentes regiones o países del mundo. Se sabe que el número de los nacimientos y las defunciones ocurridas anualmente en cualquier comunidad guarda estrecha relación con el tamaño de su población. Sin embargo, esta misma relación no se observa respecto a las tasas correspondientes de natalidad y mortalidad utilizadas para expresar, aunque en forma algo grosera, la probabilidad de ocurrencia de nacimientos y muertes en una comunidad en términos de una unidad de tiempo que casi siempre es el año natural o calendario, aunque a veces puede ser también el año fiscal.

Es el hecho de relacionar los nacimientos y las defunciones con la población de la cual proceden lo que convierte a las tasas de natalidad y mortalidad en estadísticas de relativa estabilidad cuyas fluctuaciones resultan ser ya no el reflejo de variación en el tamaño de la población correspondiente, sino de ciertas condiciones de la comunidad que, salvo en muy raras ocasiones, varían gradualmente y a largo plazo. Entre estas condiciones cabe señalar por su importancia los patrones de vida y los patrones culturales de la comunidad, niveles de ingreso y de educación o escolaridad de sus habitantes, etc. Cuando en un sector de un país se observa un cambio notable en uno de estos factores o condiciones, casi siempre se puede comprobar que el mismo es el resultado de algún cambio similar ocurrido al nivel del estado o país a que pertenece el sector. En otras palabras, fuera de las fluctuaciones más notables que puedan introducir alguna que otra vez en el curso de la natalidad o de la mortalidad de un sector ciertas calamidades locales como las epidemias, los terremotos, los huracanes, etc., las tendencias cronológicas de la mortalidad y de la natalidad en cualquier sector de una comunidad mayor refleja características más bien típicas de un desenvolvimiento gradual que de uno brusco o marcadamente oscilatorio, siguiendo un curso que por regla general resulta marcadamente paralelo al de las tendencias correspondientes en la comunidad mayor de que forma parte el sector.

Ahora bien, la distribución por grupos de edad y sexo de la población, que está entre las condiciones o factores que pueden afectar el cuadro de mortalidad o natalidad general de una población, resulta ser bastante susceptible a cierto grado de cambio que en ocasiones podría resultar relativamente brusco por virtud de la intensidad que puedan adquirir en algún momento los movimientos migratorios que suelen afectar marcadamente a las poblaciones en algunas épocas de su desenvolvimiento histórico. Este hecho debe advertirnos sobre el peligro de depositar demasiada fe en el método de tasas vitales para el cálculo de población de regiones o sectores de un país de no mediar alguna circunstancia que pueda aprovecharse satisfactoriamente para resolver el problema planteado por dichos movimientos cuando llegan a adquirir cierto grado de intensidad. La circunstancia existe y a ella nos referiremos inmediatamente.

Es un hecho bien conocido que las edades en que la natalidad alcanza su máxima expresión numérica por unidad de población dentro del grupo correspondiente, o sea, las llamadas edades reproductivas, resultan ser precisamente aquellas en que la mortalidad es relativamente baja. Por el contrario, en aquellos dos grupos extremos en la escala de edad entre cuyos límites internos quedan encerradas las edades reproductivas, la mortalidad es relativamente alta alcanzando sus más elevadas expresiones numéricas tanto en el extremo que marca el comienzo de la vida a la edad cero o del recién nacido como en el que comprende aquellas edades cuyo límite superior resulta imposible de precisar salvo en términos de las probabilidades de supervivencia de aquellos pocos individuos que logran alcanzarlas.

Este cuadro de relación entre la natalidad y la mortalidad por grupos de edad rige universalmente, no importa el grado de desarrollo de la comunidad en que se estudie. Los que suelen ser afectados por el grado de desarrollo de la comunidad son los niveles de magnitud de ambos fenómenos en los diferentes grupos de edad, pero esta influencia no se refleja necesariamente en una alteración marcada del patrón de relación entre natalidad y mortalidad que acabamos de describir. Como es de esperarse, dichos niveles resultan mucho más elevados en las comunidades menos desarrolladas que en las más desarrolladas. Pero en todas, la natalidad alcanza su máxima expresión en edades en que la mortalidad anda muy cerca de su mínimo. A todo lo largo de la etapa reproductiva la mortalidad de las poblaciones en las edades comprendidas por dicha etapa se caracteriza por su poca variación de un grupo a otro y por su tendencia a mantenerse dentro de niveles de magnitud que podemos considerar como relativamente bajos, cosa que demuestra elocuentemente el gráfico 4. Aunque este gráfico se refiere a la experiencia femenina, la experiencia masculina revelaría un cuadro similar.

Podemos, por lo tanto, aprovechar esta circunstancia que acabamos de discutir para el cálculo a fechas corrientes de la población de una región o sector perteneciente a un país cuya población, natalidad y mortalidad a la fecha a que se desea el estimado nos sean conocidas con razonable grado de confiabilidad. Ello se haría utilizando la experiencia combinada de la natalidad y la mortalidad de manera que así, la influencia de una posible corriente migratoria en uno de los dos fenómenos se viese compensada por la ejercida en el otro.

El procedimiento para los cálculos seguiría entonces el curso que a continuación se detalla:

1) Se escoge un período adecuado a base de cuya experiencia se pueda estudiar satisfactoriamente la relación entre los fenómenos de natalidad y mortalidad según se hayan manifestado en el sector o en los sectores cuya población se desea calcular y en el área mayor del Estado o país a que éstos pertenezcan. Para esta operación se prefiere utilizar una experiencia de más de un año. Generalmente, y si esto es posible, se utiliza la experiencia de tres años consecutivos, escogiendo el año central de manera que corresponda al de levantamiento del censo más reciente en relación con la fecha a que se desea hacer el estimado.

2) De los informes de los registros demográficos o civiles correspondientes se obtiene la información sobre el número de nacimientos y defunciones ocurridas entre los residentes de los sectores objeto del estimado y entre los residentes del área total del Estado o país a que éstos pertenezcan.

3) Se corrigen estas cifras para posibles deficiencias de inscripción según éstas hayan sido determinadas a través de estudios, tanto para los sectores objeto de los estimados como para el país en general, ya que la magnitud de esas diferencias puede variar, a veces considerablemente, de un área a otra.

4) Si los datos correspondientes al censo levantado en el año central del período escogido se refieren a una fecha próxima al 1º de julio de dicho año, que marcaría el punto central del período, dichos datos podrían ser utilizados directamente en los cómputos. Sin embargo, si el censo se hubiese levantado a principio o a fines de dicho año conviene entonces hacer un pequeño ajuste de las cifras correspondientes para obtener estimados razonables de la población al 1º de julio de ese mismo año. Esto se podría hacer utilizando cualesquiera de los métodos descritos en este trabajo que se ajuste al propósito perseguido. Por regla general, para un cálculo a tan breve plazo de un censo conviene escoger alguno de los procedimientos más sencillos aquí explicados.

5) Con los datos recogidos a través de los procedimientos descritos en los pasos anteriores se calculan, sobre una base anual para el trienio, las tasas brutas de natalidad y de mortalidad correspondientes al sector, o los sectores, objeto del cálculo y al estado o país a que pertenezcan. Esta operación se haría sencillamente dividiendo

los nacimientos y las defunciones acumuladas, separadamente, en cada uno de los sectores y en el estado o país a que éstos pertenecen, durante el trienio entre tres, que es el número de años en el período cubierto. Esta operación nos da el promedio anual de nacimientos o defunciones durante ese trienio en cada uno de esos lugares. Entonces las cifras obtenidas mediante esta operación se dividen por la población correspondiente estimada en el paso anterior. Generalmente, el resultado de esta división se multiplica por 1,000 para así expresar la tasa en términos de cada 1,000 habitantes.

6) Se determina la razón entre la tasa bruta de mortalidad de cada región, cuya población se desea estimar, y la del estado o país a que pertenece.

7) Se repite la operación anterior con las tasas brutas de natalidad.

8) Si es posible, se estudia cronológicamente el comportamiento de estas tasas brutas y razones a través de una serie de censos o de otras experiencias que lo permitan. Si se observa alguna tendencia a cambios en la relación entre las tasas brutas de natalidad y mortalidad de una región respecto a las del estado o país a que pertenece, se debe tomar en consideración este hecho para el cómputo de algún factor de corección que se aplicará a las razones correspondientes obtenidas a base de la experiencia más reciente, antes de proceder a usarlas para el cómputo del estimado que se desea.

9) A base de las estadísticas vitales pertinentes se calculan las tasas brutas de mortalidad y de natalidad del estado o país que pertenece al sector o región, cuya población se va a estimar. Esta operación se hace para el año a que pertenece la fecha del cálculo.

10) Estas tasas brutas se multiplican entonces por la razón apropiada computada respecto al área o sector objeto del estimado, para así obtener un cálculo de sus tasas brutas de natalidad y mortalidad en el año de la estimación.

11) Se divide la tasa bruta estimada de esta manera para el sector objeto del cálculo por el número de defunciones inscritas en él, y si posible, y como ya se ha iniciado, corrigiendo primero sus deficiencias de inscripción.

12) Se repite el procedimiento respecto a los nacimientos. Estos dos últimos procedimientos producen dos estimaciones independientes de la población del área:

a) una basada en los nacimientos, y

b) otra basada en las defunciones.

13) Se obtiene un solo cálculo calculando entonces el promedio aritmético de ambos.

14) Si de esta misma manera se ha calculado la población para las demás regiones que componen el estado o país, los resultados se ajustan por prorrateo para que su suma sea igual a la población total del estado o país, que se presume conocida.

El método que se acaba de describir tiene gran flexibilidad y pueden introducirse en él diferentes modificaciones como resultado de la experiencia o de los conocimientos que se puedan tener respecto a una serie de factores pertinentes relativos a las áreas o regiones objeto de los cálculos y al estado o país a que éstas pertenezcan.

Para calcular la población, por grupos de edad y sexo, mediante este procedimiento, se trabajaría exactamente sobre el mismo principio que acabamos de describir, solamente que en lugar de usar las tasas brutas de mortalidad y natalidad habría que usar las tasas correspondientes a estos fenómenos por edad y sexo. Sin embargo, es conveniente llamar la atención hacia el hecho de que cuando hacemos este refinamiento nos podemos encontrar con que la magnitud de los números envueltos en el cálculo, relativos a algunos de los grupos, puede ser tan pequeña que afecte desfavorablemente la confiabilidad de los resultados. En estos casos suele uno ayudarse con otras experiencias en la comunidad, como: la matrícula escolar, abonados a determinados servicios, etc., que pueden ayudar a uno grandemente a superar estas dificultades.

7. *Método de prorrateo*

El método de prorrateo se usa generalmente cuando se tiene un cálculo de la población total de una comunidad a determinada fecha, pero, sin embargo, se desconoce su distribución por ciertos atributos importantes que necesitan ser tomados en consideración para los propósitos de estudios especiales, planificación, etc.

El método en estos casos proporciona un medio sencillo para hacer el rompimiento necesario de la población total de acuerdo a estos atributos. Para su uso se aprovecha uno de la experiencia aportada por los censos levantados en la comunidad hasta el momento, dándole, desde luego, preferencia al más reciente.

El primer paso en la aplicación del método consiste en estudiar, con referencia a la población total, la magnitud relativa de los grupos que la componen según éstos clasifican dentro de cada categoría del atributo o de los atributos en estudio. Sobre esta experiencia se puede proceder entonces al rompimiento del cálculo correspondiente y preferiblemente tomando en consideración las tendencias acusadas respecto al tamaño relativo de cada grupo a través de los censos estudiados. Sin embargo, si la estimación objeto del rompimiento corresponde a una fecha bastante próxima a la de un censo, el rompimiento se puede hacer satisfactoriamente a base de la experiencia contribuida por ese censo únicamente, ignorando la aportada por los demás.

No obstante, conviene advertir aquí que el método de prorrateo, por razones que a nuestro juicio no necesitan mayor explicación, debe usarse con cautela, ya que en algunos casos su aplicación puede llevar a uno a ignorar cambios sustanciales en la distribución de la población, de acuerdo a los atributos en estudio que en muchas cosas hubiese podido por lo menos sospecharse, a través del estudio u observación, de acontecimientos en la comunidad completamente ajenos a los empadronamientos censales utilizados de base para hacer el rompimiento. Podemos señalar, como un ejemplo adecuado para sustanciar esta advertencia, el caso actual de la comunidad puertorriqueña. Sería arriesgado hacer los cálculos de la distribución por grupos de edad y sexo de la población puertorriqueña actual por medio de un prorrateo basado en aplicar la experiencia del último censo (1º de abril de 1950) al cálculo que de la población total del país se pueda haber hecho para una fecha corriente. Esto se debe a que durante el transcurso de los últimos años el movimiento migratorio entre Puerto Rico y el exterior ha sido diferente en muchas de sus características y considerablemente mayor que lo que fuera en cualquier época anterior del presnte siglo. Como consecuencia de este movimiento, la Isla ha estado perdiendo anualmente una cantidad sustancial de habitantes, cuya mayor concentración corresponde a varones de ciertas edades, entre los que, como es lógico suponer, están incluidos los más capacitados tanto para la producción como para la reproducción. Esto quiere decir que, si hacemos los cálculos de población actual por edad y sexo, aplicando a un cálculo de población total la razón correspondiente a cada grupo obtenida de las cifras del censo de 1950, estaríamos utilizando una experiencia que ha dejado de ajustarse a la realidad. Sin embargo, cuando no hay evidencia de acontecimientos o de cambios marcados en el ritmo de ciertas actividades en la población a los que pueda atribuírseles una influencia apreciable en aquellas características demográficas relacionadas con los atributos de nuestro interés, el método de prorrateo puede resultar extremadamente útil por su sencillez y para esta clase de cálculos. Tal era la situación puertorriqueña con anterioridad al año 1950.

8. *Método de componentes*

Se entiende por método de componentes en el cálculo de la población aquel que toma en consideración la contribución individual de cada uno de los factores de cuya influencia directa vienen a ser consecuencia, en última instancia, tanto el número de habitantes de una comunidad como su distribución por grupos de edad y sexo. Estos factores no son otros que la natalidad, la mortalidad y los movimientos migratorios.

Cuando se usa este método para el cálculo de la población a fechas corrientes, las operaciones requeridas difieren considerablemente de las aplicadas cuando los cálculos de población se hacen a fechas futuras (proyecciones). Por esta razón explicaremos primero el manejo del método en los cálculos de población a fechas corrientes para luego explicar su aplicación a los cálculos a fechas futuras.

a) Cálculo de la población a fechas corrientes

Para explicar su uso en los cálculos de población a fechas corrientes, la discusión del método de componentes podría abordarse desde diferentes ángulos. Sin embargo,

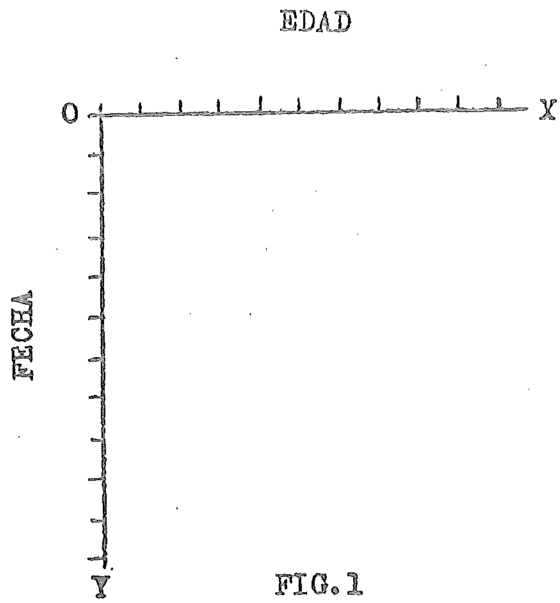


FIG. 1

hemos escogido el método gráfico que a continuación pasamos a explicar por considerarlo el más fácil.

Empezaremos por escoger dos ejes rectangulares o coordenadas que llamaremos OX y OY y cuyo origen es el punto de intersección O. OX será el eje horizontal o abscisa y OY el vertical o la ordenada. Ambos ejes se dividen en escalas iguales medidas en términos de una misma unidad de tiempo. En el eje OX se indicará la edad de los individuos y en OY el tiempo cronológico (véase figura 1). Utilizando estas

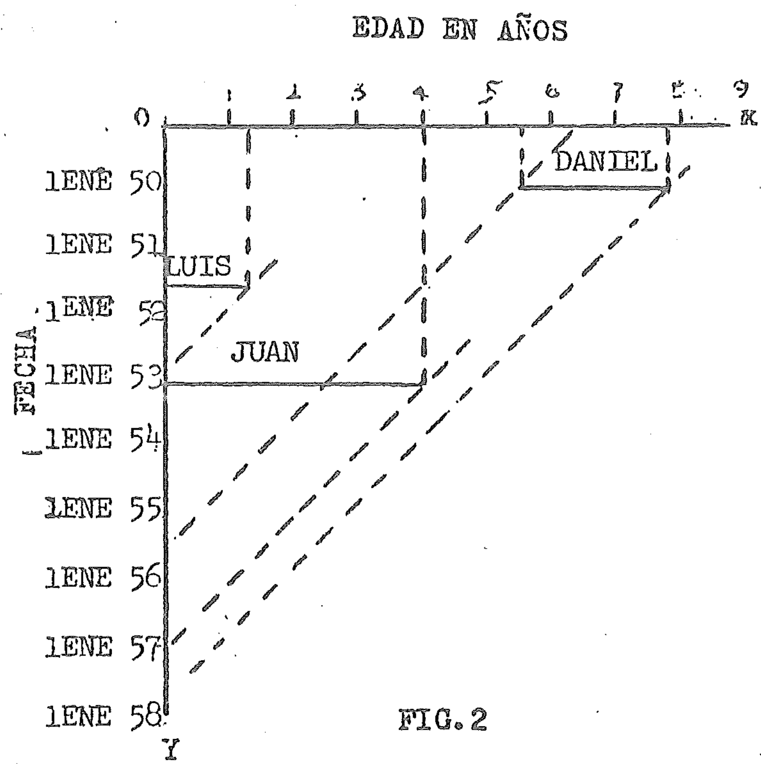


FIG. 2

coordenadas como líneas de referencia podemos visualizar la vida de un individuo como una línea paralela a OX y cuyo desplazamiento respecto a ésta, medido en la escala de tiempo cronológico, indicará la fecha de entrada del individuo en la población bajo estudio. Si la línea de vida tiene su comienzo u origen en el eje OY y la escala de edad tiene por origen la edad O, ello quiere decir que el individuo representado por dicha línea entró en la comunidad a la edad cero y, por lo tanto, nació en ella. Si por el contrario, la línea de vida se inicia u origina en algún punto hacia la derecha de dicho eje, pero no en él, quiere decir que el individuo ingresó en la población bajo estudio por inmigración a la edad y en la fecha indicada por la posición respecto a las coordenadas, del punto que marque el origen de su línea de vida.

De igual manera, el punto que marca el fin o la terminación de cada línea de vida, indica la edad a que el individuo representado abandonó la población bajo estudio, bien por emigración o por fallecimiento. La fecha en que esto último ocurre puede leerse de la diagonal trazada a través de dicho punto para unir en las dos coordenadas puntos equidistantes del origen en términos de la unidad de tiempo que se haya utilizado para expresar ambas escalas. Así, por ejemplo, en la figura 2 que se presenta como ilustración de lo que acabamos de decir hay varias líneas de vida. Tenemos a Juan, que nace el 1º de enero de 1953 y muere o emigra el 1º de enero de 1957, exactamente a los 4 años de edad. Luego tenemos a Luis, que nace el 1º de julio de 1951 y muere o emigra el 1º de octubre de 1952 a la edad exacta de un año 3 meses. Y, por último, a Daniel, que nació en otro lugar y llega a la comunidad, cuya población se estudia, el 1º de julio de 1955 a la edad exacta de $5^1/_2$ años, para morir o emigrar el 1º de octubre de 1957, fecha en que contaba 7 años 9 meses

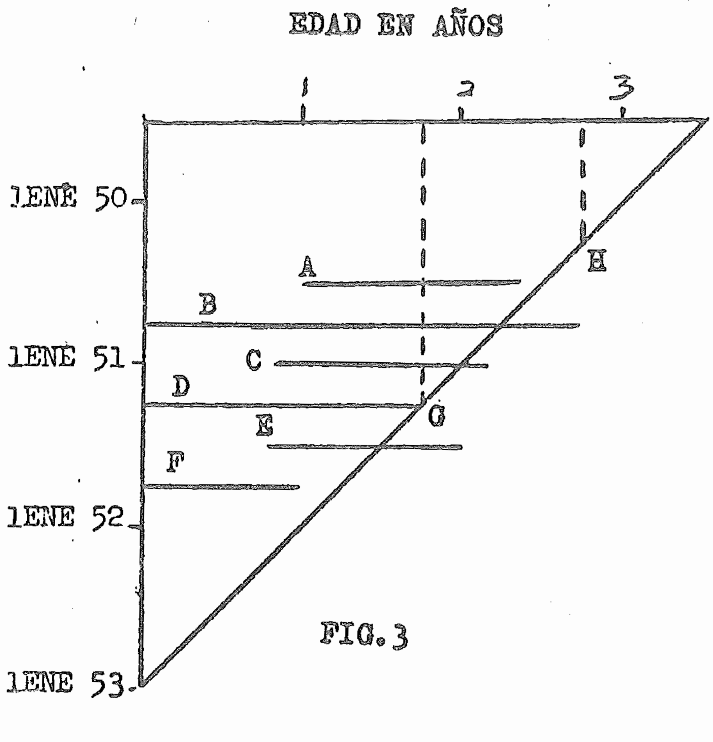


FIG. 3

Por consiguiente podemos concebir a cada individuo como un punto cuyo movimiento, prospectivo y paralelo a la escala de edad, genera una línea de vida. De esta manera si deseáramos saber cuál es la población de N años de edad a una fecha dada, bastaría con determinar cuántos de esos puntos en movimiento, generadores de líneas de vida, alcanzan a tocar en dicha fecha precisa, el segmento que en la diagonal correspondiente indicaría a los individuos de esa edad. Así, en la figura 3 las líneas que al 1º de enero de 1953 hubiesen alcanzado a tocar el segmento de la diagonal (líneas B, C y D) que representa a esa fecha, indicarían a los individuos que en la población bajo estudio tendrían en ese momento cualquier edad entre 1 año 9 meses

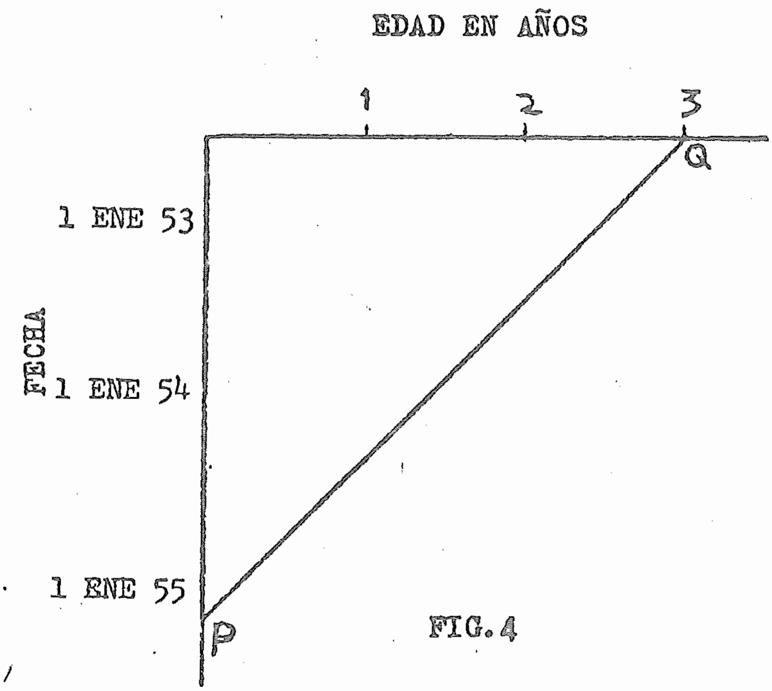


FIG. 4

y 2 años 9 meses exactos. Como se puede ver en la figura 3, la diagonal completa, de la cual GH es un segmento, nos indica no tan sólo la población de 3½ años exactos, sino también la de menores de esa edad. En términos generales, podemos decir, por lo tanto, que estas diagonales que unen puntos equidistantes del origen en los dos ejes o escalas, nos indicarán la población a la fecha que intercepten en la escala cronológica de todas las personas cuya edad esté entre la edad usada como origen y la interceptada por dicha diagonal en el eje de edad. Así, en la figura 4 la diagonal PQ nos indicaría la población de 3 años exactos, o menos, de edad al 1º de enero de 1955.

Para designar un intervalo de tiempo en este sistema de coordenadas, bastaría con trazar dos diagonales paralelas, una de las cuales tendría por origen el punto en la escala cronológica que marque el comienzo del intervalo, y la otra, el punto que marque su terminación.

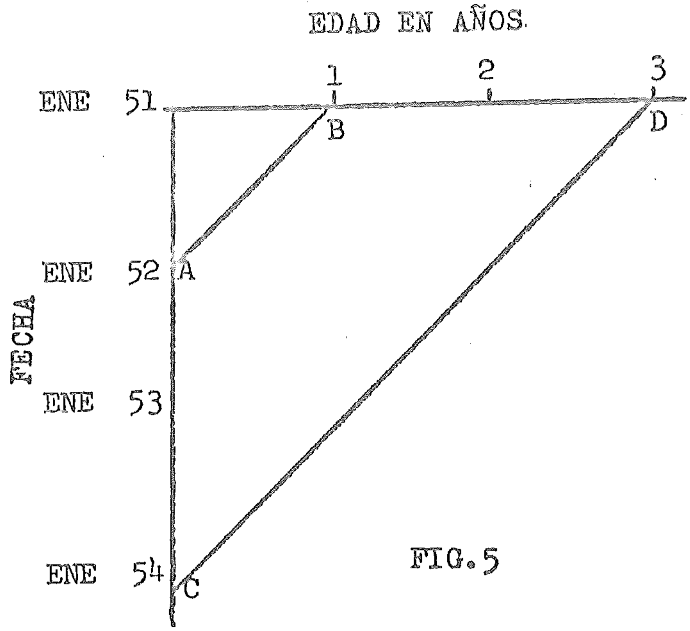


FIG. 5

Los puntos interceptados por estas diagonales en la escala de edad guardarían igual distancia, expresada en términos de la unidad de tiempo usada y respecto al origen de las coordenadas, que las fechas respectivas escogidas como puntos de partida para su trazado.

Así, por ejemplo, el intervalo entre el 1º de enero de 1952 y el 1º de enero de 1954 estaría representado en la figura 5 por el espacio entre las diagonales AB y CD.

Para demarcar en un intervalo de tiempo las entradas y salidas de migrantes y las defunciones que puedan haber afectado a determinado grupo de edad, bastaría considerar el paralelogramo construido a base de las dos diagonales que demarcan los límites del intervalo y que se trazan en la forma ya indicada, y las dos líneas verticales que demarcan los límites de dicho grupo de edad. Así, en la figura 6 el para-

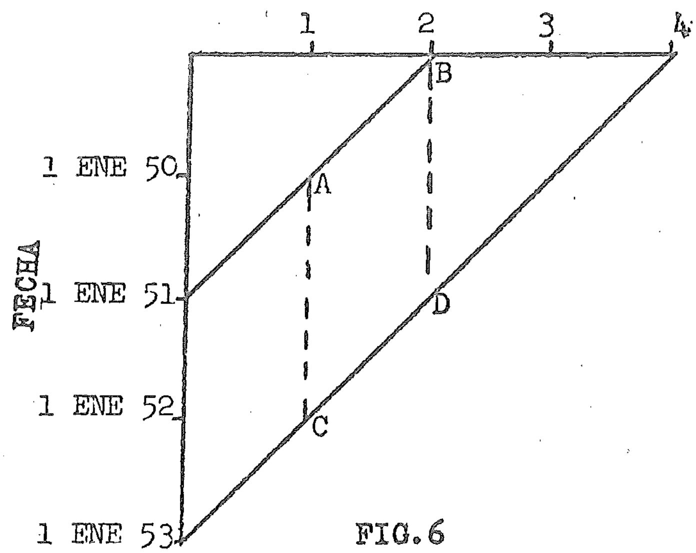


FIG. 6

lelogramo ABCD abarcaría la experiencia respecto a mortalidad o movimientos migratorios, según sea el caso, entre los individuos de un año de edad (de un año exacto o más pero menores de dos) durante el período del 1º de enero de 1951 al 1º de enero de 1953.

Los tipos de líneas y figuras que más nos interesarían en un gráfico de esta índole con el propósito de hacer cálculos de población a fechas corrientes por el método de componentes, se pueden apreciar mejor de un estudio cuidadoso de la figura 7. Estas líneas y figuras son las que a continuación se discuten:

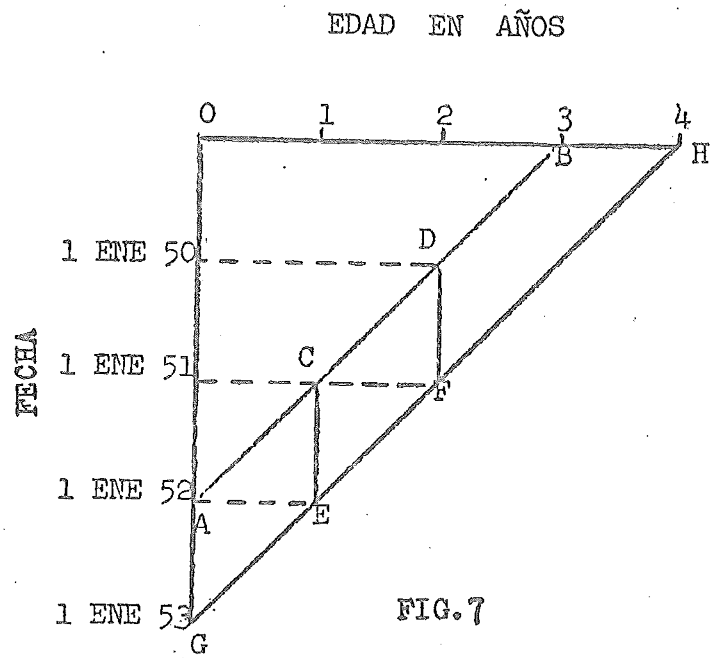


FIG. 7

1) La línea AB denota la población de niños de 3 años exactos de edad, o menos, al 1º de enero de 1952.

2) La línea GH denota la población de niños de 4 años exactos o menos de edad al 1º de enero de 1953.

3) El segmento CD de la línea AB denota la población al 1º de enero de 1952, de un año de edad, esto es, desde la edad exacta de 1 año hasta la edad exacta de 2 años pero sin incluir a esta última.

4) El segmento EF de la línea GH, de la misma manera, denota la población de un año de edad al 1º de enero de 1953.

5) El paralelogramo CDEF demarca las personas de un año de edad que murieron o que emigraron o inmigraron, según sea el caso, durante el año 1952.

Si observamos cuidadosamente el paralelogramo CDEF, nos daremos cuenta de un dato muy curioso y de suma importancia para la discusión que sigue. El dato curioso consiste en el hecho de que el paralelogramo de referencia incluye tanto a personas nacidas durante el año 1951, como nacidas durante 1950. Si rompemos dicho paralelogramo en los dos triángulos iguales indicados en la figura 7, CEF y CDF, notaremos que las personas de un año de edad que fallecieron, emigraron o inmigraron durante el año 1952, cuyas correspondientes líneas de vida llegaron a su término, o se iniciaron, dentro de los límites del triángulo CEF, nacieron todas en 1951. Sin embargo, las que corresponden al otro triángulo de igual área o tamaño que con el anterior forma el paralelogramo CDEF, o sea, el triángulo CDF, nacieron en 1950. Este hecho que acabamos de observar debe ser claramente entendido por ser de fundamental importancia en la aplicación de los procedimientos que a continuación se explican.

Cómo estimar la población

Teniendo en mente lo anteriormente discutido, puede fácilmente comprenderse que para estimar por este procedimiento la población de edad X a una fecha determinada, lo que hay que hacer es sencillamente ver cuántas líneas de vida interceptan el segmento de la diagonal que indica dicha edad a esa fecha.

El primer paso consiste en la construcción de un gráfico similar a los ya descritos. Pero antes de hacer esto hay que determinar qué fecha y edad se han de tomar como origen de las coordenadas. En el caso de las edades desde cero (o sea desde el nacimiento) hasta aquella que represente numéricamente un año menos que el número de años contenido en la diferencia entre la fecha del estimado a hacerse y la del cálculo o censo escogido como base, el origen deberá fijarse, por lo menos, a una fecha anterior en tantos años a la del estimado a hacerse como los indicados por dicha diferencia. Ilustremos lo que se acaba de decir a base de tres ejemplos:

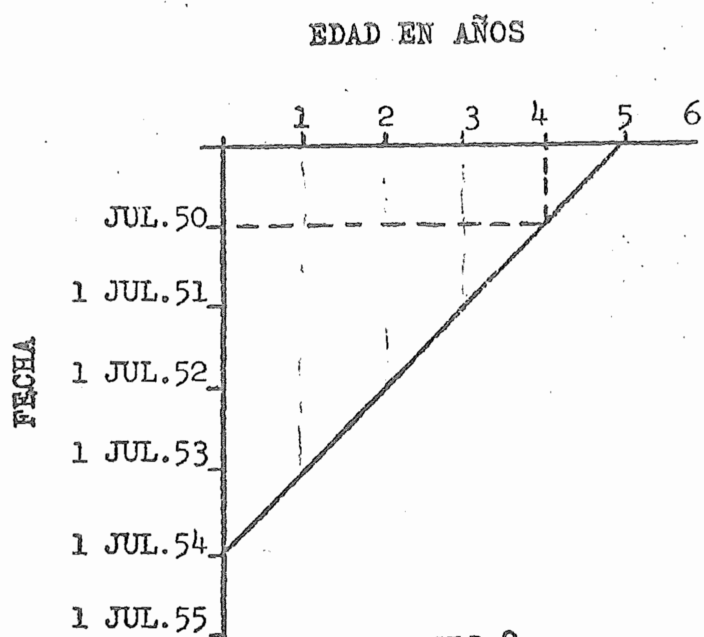


FIG.8

Primer ejemplo: Se desea estimar la población del 1º de julio de 1954. El cálculo o censo que se ha de utilizar como base para estos fines corresponde al 1º de abril de 1950. La diferencia entre la fecha del cálculo a hacerse y la del cálculo o censo utilizado como base, es, por lo tanto, de 4 años 3 meses. Siguiendo las instrucciones podría escogerse como origen el 1º de julio de 1950 para estimar la población hasta cualquier edad menor de 4 años exactos. Pero para estimar la población hasta los 5 años exactos de edad sería necesario trasladar el origen por lo menos hasta el 1º de julio de 1949 (véase figura 8).

Segundo ejemplo: Se desea estimar la población del 1º de enero de 1956, utilizando como base la población correspondiente al 1º de abril de 1950, como en el ejemplo anterior. La diferencia entre ambas fechas es ahora de 5 años 9 meses. El origen en este caso, para el cálculo de la población hasta 4 años de edad (o sea, de menores de 5 años de edad), deberá situarse al 1º de enero de 1951, o a una fecha

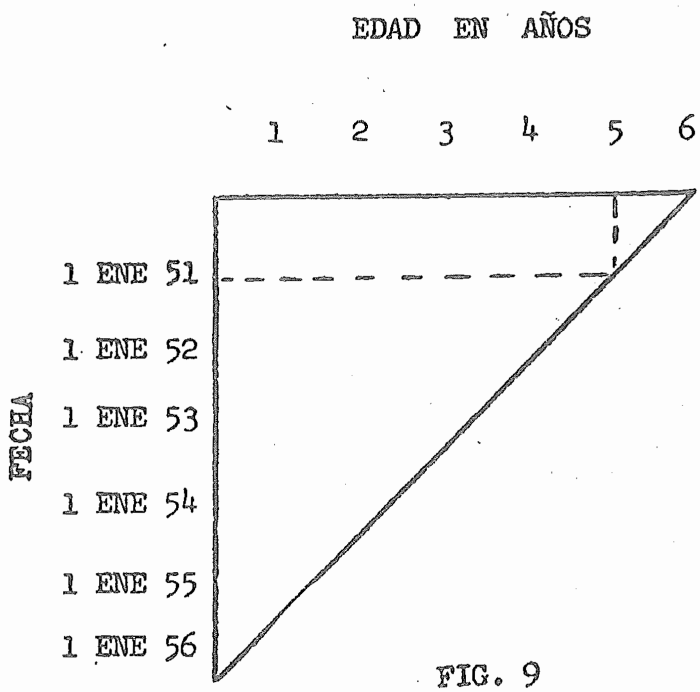


FIG. 9

anterior (véase figura 9). De esa edad en adelante la única precaución que hay que tener es que la diagonal que se use para denotar el estimado base o último censo cubra las edades que al envejecer tantos años como haya en el intervalo entre la fecha de dicho cálculo base o censo, y la del cálculo a hacerse, produzcan esas edades más viejas y que la diagonal correspondiente a la fecha a la que se va a hacer el cálculo cubra, por lo menos, la edad más vieja a estimarse. De manera que si el cálculo base utilizado es del 1º de julio de 1955 y el cálculo a hacerse es al 1º de abril de 1956, para estimar, digamos, la población de 27 a 28 años de edad, la diago-

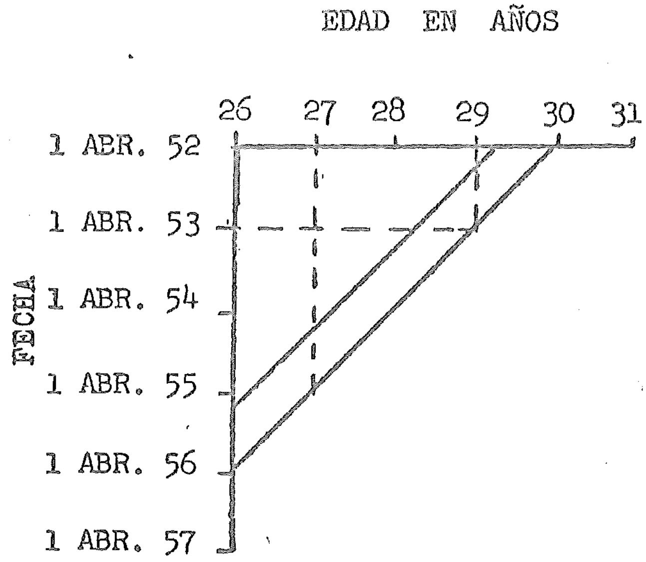


FIG. 10

nal del año base debe cubrir desde la edad de 26 años, y la diagonal del año a estimarse debe cubrir, por lo menos, hasta la edad de 28 años, o sea, hasta los 29 años exactos (véase figura 10).

Tercer ejemplo: Si el cálculo base corresponde al 1º de julio de 1952 y el cálculo a hacerse al 1º de enero de 1955, para estimar la población de 53 años de edad, es evidente que la diagonal que representa el año base, o último censo, tiene que cubrir desde la edad de 50 años, y la del cálculo a hacerse, por lo menos, hasta la edad de 54 años exactos (véase figura 11).

Ahora bien, para visualizar mejor la aplicación del método de componentes al cálculo de población a fechas corrientes, trabajemos un ejemplo específico completo a base del siguiente problema:

Problema

Se desea estimar la población de Puerto Rico, por edad y sexo al 1º de julio de 1958, tomando como base el cálculo correspondiente al 1º de julio de 1957. El gráfico para el cómputo de la población menor de un año de edad (véase figura 12) se construye tomando como origen el 1º de julio de 1952, debido a que el movimiento migratorio que pueda haber afectado a los menores de 1 año de edad se incluye en los informes oficiales disponibles para estos fines, dentro del grupo de 0-4 años de edad. En dicho gráfico el segmento AB nos indica los nacimientos ocurridos en la comunidad durante el período entre el 1º de julio de 1957 y el 1º de julio de 1958. El triángulo ABC representa las defunciones ocurridas y la migración neta durante

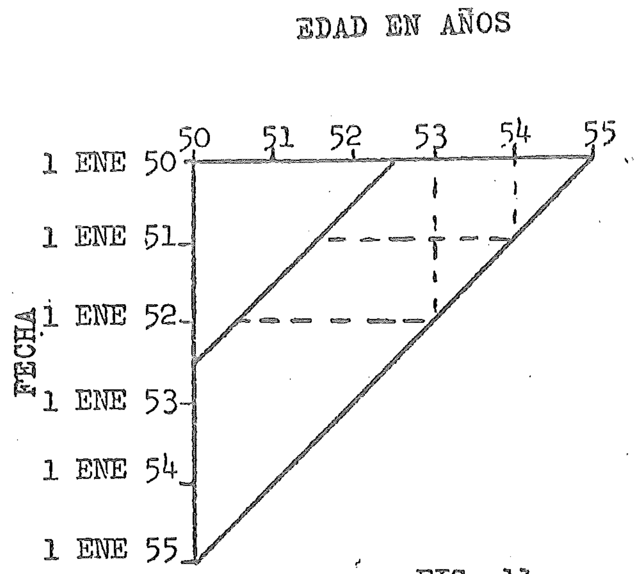


FIG. 11

ese período entre los nacidos durante el intervalo entre las fechas antes indicadas. Si de los nacimientos ocurridos durante ese período, debidamente corregidos por las fallas de inscripción, restáramos las defunciones ocurridas entre las personas de ese grupo, cuyo año de nacimiento corresponde al período que se extiende desde el 1º de julio de 1957 hasta el 1º de julio de 1958 (triángulo ABC del paralelogramo ABCD) y le sumáramos algebraicamente el balance neto del movimiento migratorio entre

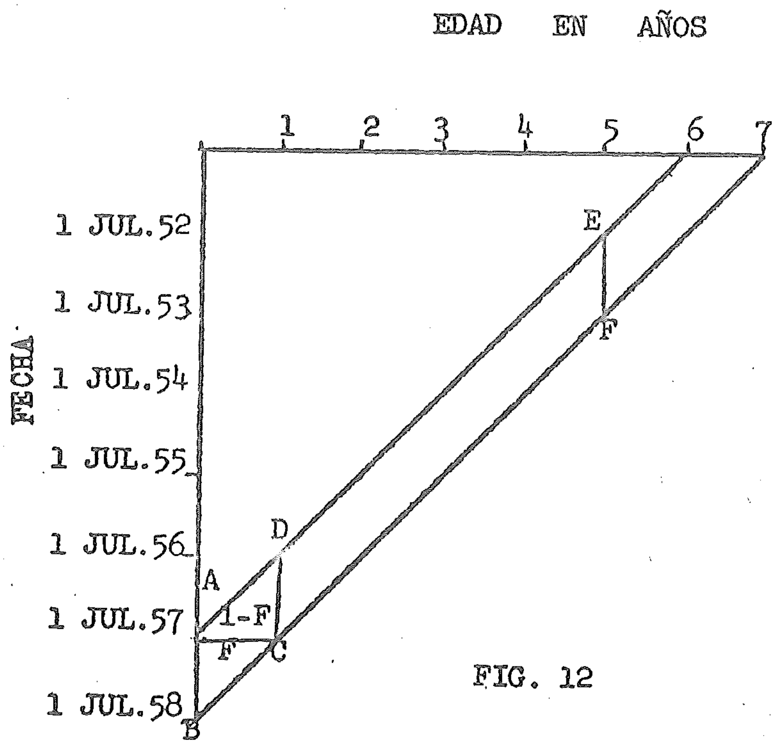


FIG. 12

individuos de idéntica fecha de nacimiento (triángulo ABC del paralelogramo ABEF), obtendríamos la población deseada de menores de un año de edad al 1º de julio de 1958.

Sin embargo, en este caso particular de menores de un año hay que advertir sobre una situación que nos obliga a un tratamiento especial del grupo que no es necesario utilizar respecto a los demás.

Es un fenómeno natural bien conocido que los riesgos de mortalidad durante el primer año de vida varían rápida y considerablemente a través del período y según se aleja uno de la fecha del nacimiento. Esto es, los riesgos de mortalidad de los recién nacidos disminuyen rápidamente según el fluir del tiempo los va aproximando a su primer cumpleaños. Es por esta razón, que en este caso particular el paralelogramo ABCD que demarca las defunciones de menores de un año de edad en un período determinado de tiempo (del 1º de julio de 1957 al 1º de julio de 1958) no se puede dividir en dos triángulos de igual área que contengan una igual proporción de defunciones (véase figura 12). Para resolver esta dificultad hay que computar, como se ha hecho para Puerto Rico en el ejemplo que estamos discutiendo, una serie de factores de separación, por subdivisiones del primer año de vida, de la cual derivamos entonces la proporción de las defunciones de menores de un año de edad que realmente corresponde a cada uno de los dos triángulos en que se divide el paralelogramo que comprende las defunciones de niños menores de un año de edad ocurridas durante determinado intervalo. Este es precisamente el factor de separación que necesitamos y que designaremos *f*.

Cálculo del factor de separación

El procedimiento por el cual se computa este factor se ilustra a continuación:

Se desea calcular el factor de separación *f* para las defunciones de menores de un año de edad ocurridas durante un período de un año.

El primer paso consiste en subdividir el paralelogramo correspondiente, ilustrado en la figura 13, de acuerdo con las subdivisiones del primer año de vida a base de las cuales se ha hecho la recopilación de la data de mortalidad de niños menores de un año en la comunidad. Se calcula entonces que parte de los paralelogramos pequeños que resultan contiene las defunciones ocurridas entre los niños nacidos dentro del intervalo estudiado (en la figura 13 estas porciones están indicadas por líneas negras continuas) y qué partes pertenecen a niños nacidos antes de dicho intervalo. En la figura 13 esto equivaldría a determinar qué proporción del área de los distintos paralelogramos está representada por las porciones trazadas en líneas negras continuas. En otras palabras, equivale a determinar qué proporción representa la figura HJIG del paralelogramo (FF) (GG) JH, y así sucesivamente.

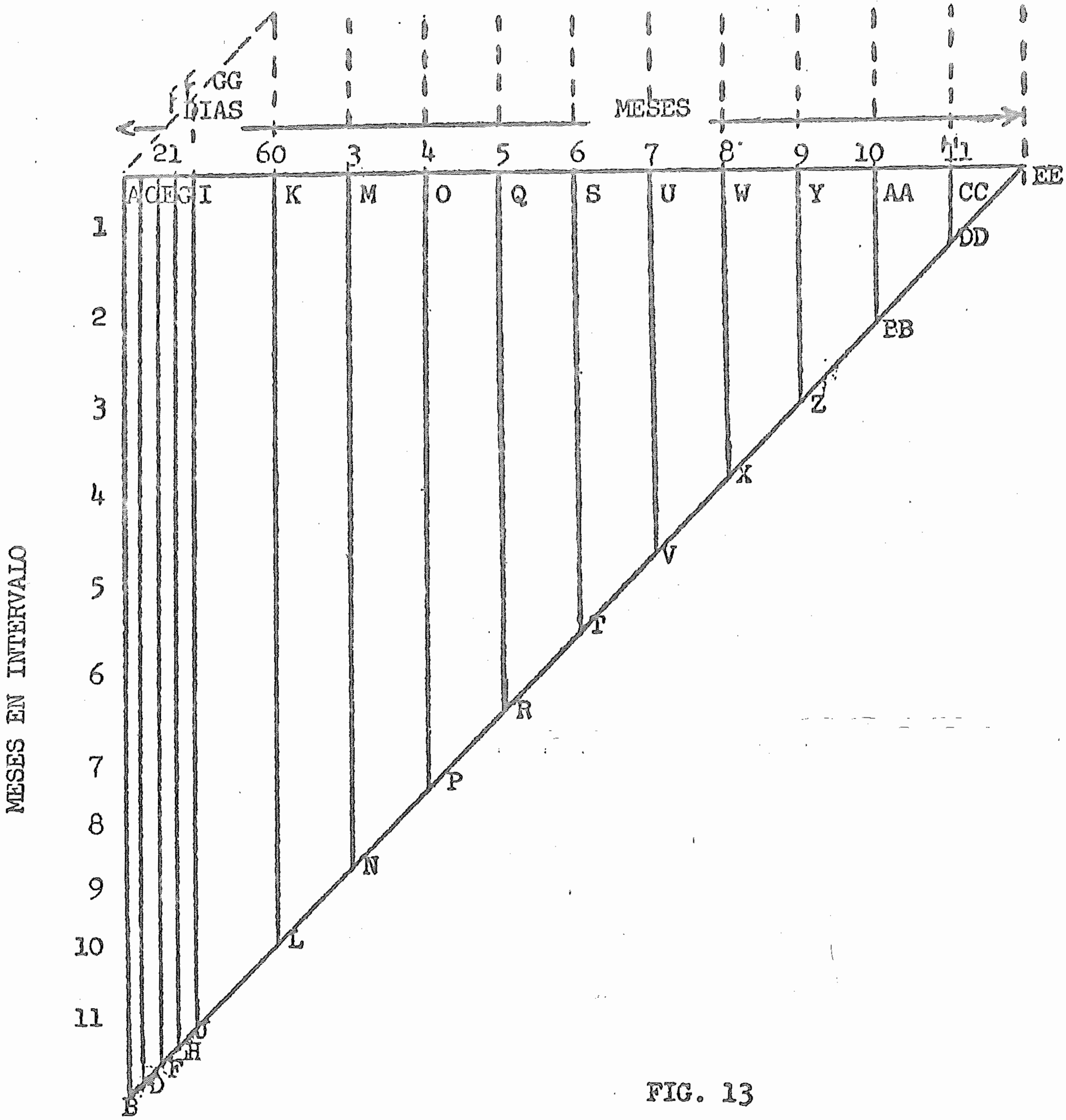


FIG. 13

Para la subdivisión del primer año de vida que se usa en Puerto Rico, estas proporciones han sido determinadas y aparecen indicadas en la columna 4 de la tabla 1. Conocidas ya estas proporciones, el paso siguiente consiste en multiplicar las defunciones ocurridas durante un año dentro de cada subdivisión del primer año de vida por la proporción correspondiente. Utilizando la tabla 1 como ejemplo de lo que acabamos de decir, vemos que las entradas en las columnas 2 y 3 se multiplican individualmente por las entradas correspondientes en la columna 4. Los resultados de esta operación se leen entonces de las entradas correspondientes en las columnas 5 y 6 de la misma tabla. La suma de las defunciones en la columna 5, dividida por

TABLA 1

Cómputo del factor de separación (f) para los niños menores de un año de edad fallecidos en Puerto Rico durante los años 1951 y 1953

Edad al morir (1)	*Fallecidos en* 1951 (2)	1953 (3)	*Proporción de fallecidos nacidos en el año de su fallecimiento* (f) (4)	*Número de los fallecidos nacidos en el mismo año de su fallecimiento* 1951 (5)	1953 (6)
1 día	591	604	0.99861	590	603
1 día	189	207	0.99583	188	206
2 días	213	174	0.99306	212	173
3 días	173	157	0.99028	171	155
4 días	107	113	0.98750	106	112
5 días	88	88	0.98472	87	87
6 días	65	75	0.98194	64	74
7 - 13 días	347	274	0.97083	337	266
14 - 20 días	239	227	0.95139	227	216
21 - 27 días	145	146	0.93194	135	136
28 - 59 días	553	504	0.87778	485	442
2 meses	501	387	0.79167	397	306
3 meses	408	326	0.70833	289	231
4 meses	354	299	0.62500	221	187
5 meses	321	241	0.54167	174	131
6 meses	283	244	0.45833	130	112
7 meses	255	225	0.37500	96	84
8 meses	259	183	0.29167	76	53
9 meses	192	162	0.20833	40	34
10 meses	192	135	0.12500	24	17
11 meses	160	127	0.04167	7	5
T O T A L	5635	4898		4056	3630

Factor de separación para menores de 1 año *(f)* en 1951 $= \frac{\text{Total Col. 5} = 4056}{\text{Total Col. 2} = 5635} = 0.720$

Factor de separación para menores de 1 año *(f)* en 1953 $= \frac{\text{Total Col. 6} = 3630}{\text{Total Col. 3} = 4898} = 0.741$

el total de defunciones de menores de un año, que se obtiene de la columna 2, nos resulta en el factor de separación para las defunciones de menores de 1 año de edad ocurridas en Puerto Rico durante el año 1951. De la misma manera, repitiéndose esta operación que acabamos de describir con respecto a las columnas 6 y 3, obtenemos el factor de separación para defunciones de menores de un año ocurridas durante el transcurso del año 1953. En ambos casos los factores de separación han sido calculados para un intervalo de tiempo de justamente un año de duración.

Sin embargo, a veces hay que hacer estimados de población mensuales, trimestrales, etc., y entonces se necesita calcular dichos factores de separación para intervalos menores de 1 año. Para ello se utiliza exactamente el mismo procedimiento que acabamos de explicar, haciendo las modificaciones necesarias en el análisis gráfico que anteriormente se hiciera respecto a las defunciones de menores de 1 año y a tono con lo ya discutido hasta aquí.

TABLA 2

Factores de separación para las defunciones de menores de un año de edad ocurridas en Puerto Rico durante los intervalos de tiempo indicados: Años 1950 - 1953

Intervalo entre fecha base y la del cálculo a hacerse	*1950*	*1951*	*1952*	*1953*
1 mes	.31	.30	.32	.33
2 meses	.38	.36	.39	.40
3 meses	.43	.42	.44	.45
4 meses	.47	.46	.49	.50
5 meses	.52	.51	.53	.54
6 meses	.55	.54	.56	.57
7 meses	.59	.58	.60	.61
8 meses	.62	.61	.63	.64
9 meses	.65	.64	.65	.67
10 meses	.68	.67	.68	.69
11 meses	.70	.69	.70	.72
12 meses	.72	.72	.73	.74
f - 1				
1 mes	.69	.70	.68	.67
2 meses	.62	.64	.61	.60
3 meses	.57	.58	.56	.55
4 meses	.53	.54	.51	.50
5 meses	.48	.49	.47	.46
6 meses	.45	.46	.44	.43
7 meses	.41	.42	.40	.39
8 meses	.38	.39	.37	.36
9 meses	.35	.36	.35	.33
10 meses	.32	.33	.32	.31
11 meses	.30	.31	.30	.28
12 meses	.28	.28	.27	.26

Precisamente, una serie de factores de separación para defunciones de menores de un año de edad para esos intervalos de tiempo menores de un año ha sido calculada para Puerto Rico. Estos factores se presentan en la tabla 2. De ella vemos que si la diferencia entre la fecha del cálculo base y la del cálculo a hacerse es de un mes, el factor de separación correspondiente f para el año 1953 es igual a 0.33. Si dicha diferencia es de 3 meses, el factor de separación f para 1952 es igual a 0.44, y así sucesivamente.

En resumen, esta tabla nos da para cualquier intervalo de tiempo entre un mes y 12 meses (un año) que pueda separar la fecha del cálculo base y la del estimado a hacerse, los factores de separación correspondientes calculados de acuerdo con la experiencia puertorriqueña de los años desde 1950 hasta 1953. Un dato interesante que debemos señalar respecto a estas tablas es que dichos factores no tienden a variar bruscamente de un año a otro, y, por lo tanto, una vez calculados para determinado período no se incurriría en riesgo mayor alguno si se continuara utilizándolos en los años subsiguientes. No obstante, es recomendable hacer revisiones periódicas de ellos especialmente si en cualquier momento hay razones para sospechar que las condiciones que afectan la mortalidad infantil han sufrido una marcada desviación de los patrones que hasta ese momento hubiesen prevalecido.

El fenómeno que acabamos de describir respecto a la mortalidad en la población menor de un año, sin embargo, no aplica respecto a los movimientos migratorios que puedan afectar a dicho grupo de edad. De manera que podemos razonablemente considerar a los migrantes, de cualquier edad o grupo de edad, como distribuidos uniformemente entre todas las subdivisiones que de dichas edades se hagan, no importa el período de tiempo escogido.

Tomando en cuenta lo hasta aquí explicado, pasamos entonces a ilustrar el cómputo de la población de menores de un año de edad al 1º de julio de 1958 con datos tomados de la experiencia puertorriqueña. Las tablas 3, 4 y 5, nos ofrecen los datos básicos necesarios para los cómputos. Pasando a la tabla 6 analicemos las columnas correspondientes a los varones. Las cifras que aparecen en dichas columnas, correspondientes al estimado de población de menores de un año se obtienen de la misma manera que se detalla a continuación.

Nacimientos durante
el período .... 38158 .... AB en la figura 12

Factor de corrección
para fallas en
inscripción 1.04
Nacimientos corregidos .... $(38158) \times (1.04) = 39684$

Defunciones menores
de 1 año de edad * .... 2278 .... paralelogramo ABCD

* Esta cifra no se corrige para fallas de inscripción porque en Puerto Rico la inscripción de defunciones se considera prácticamente completa.

TABLA 3

Defunciones

Puerto Rico: Año Fiscal 1957 - 1958

Grupo de edad (en años)	*Varones*	*Mujeres*	*Ambos sexos*
0	2 278	1 812	4 090
1 - 4	516	512	1 028
5 - 9	162	136	298
10 - 14	124	73	197
15 - 19	135	79	214
20 - 24	157	111	268
25 - 29	139	113	252
30 - 34	164	138	302
35 - 39	209	210	419
40 - 44	244	204	448
45 - 49	318	246	564
50 - 54	372	254	626
55 - 59	401	269	670
60 - 64	487	359	846
65 - 69	725	485	1 210
70 - 74	709	487	1 196
75 +	1 705	2 106	3 811
No especificada	11	1	12
Todas las edades	8 856	7 595	16 451

TABLA 4

Nacimientos registrados en Puerto Rico

Año Fiscal 1957 - 1958

Varones — 38 158
Mujeres — 36 411
Ambos sexos — 74 569

TABLA 5

Movimiento migratorio

Año Fiscal 1957 - 1958

Varones

Grupos de edad en años	Entradas	Salidas	Balance
0 - 4	13 942	11 695	2 247
5 - 9	8 233	8 772	— 539
10 - 14	6 182	7 907	— 1 725
15 - 19	12 627	27 038	— 14 411
20 - 24	35 928	47 217	— 11 289
25 - 29	33 298	35 950	— 2 652
30 - 34	30 002	31 704	— 1 702
35 - 39	27 590	29 301	— 1 711
40 - 44	24 671	23 759	912
45 - 49	21 033	19 772	1 261
50 - 54	15 716	16 000	— 284
55 - 59	9 473	8 704	769
60 - 64	6 052	5 892	160
65 - 69	3 973	3 604	369
70 - 74	1 813	1 409	404
75 +	884	696	188
Todas las edades	251 417	279 420	— 28 003

Mujeres

Grupos de edad en años	Entradas	Salidas	Balance
0 - 4	11 553	9 879	1 674
5 - 9	8 053	7 484	569
10 - 14	8 451	8 173	278
15 - 19	14 076	20 609	— 6 533
20 - 24	24 992	32 248	— 7 256
25 - 29	27 930	26 254	1 676
30 - 34	22 970	20 503	2 467
35 - 39	19 459	17 985	1 474
40 - 44	12 992	11 757	1 235
45 - 49	12 457	10 921	1 536
50 - 54	9 223	8 538	685
55 - 59	6 639	5 674	965
60 - 64	5 612	4 679	933
65 - 69	4 207	2 404	1 803
70 - 74	1 095	877	218
75 +	905	582	323
Todas las edades	190 614	188 567	2 047

TABLA 6

Estimado población civil 7-1-58 POBLACIÓN ESTIMADA

Componentes		*Grupo de edad*	*Varones* (a)	*Mujeres* (b)	*Factor* (c)	*Varones* (d) (a) x (c)	*Mujeres* (e) (b) x (c)
Nacimientos			38 158	36 411	1.04	39 684	37 867
Defunciones		0	— 2 278	— 1 812	(f)— .77	— 1 754	— 1 395
Migración		0 - 4	2 247	1 674	.10	225	167
POBLACIÓN	0	años				38 155	36 639
Población		0	38 767	37 218	1.00	38 767	37 218
Población		1 - 4	142 100	139 381	.75	106 575	104 536
Defunciones		0	— 2 278	— 1 812	(1-f) .23	— 524	— 417
Defunciones		1 - 4	— 516	— 512	.875	— 452	— 448
Migración		0 - 4	2 247	1 674	.80	1 798	1 339
POBLACIÓN	1 - 4	años				146 164	142 228
Población		1 - 4	142 100	139 381	.25	35 525	34 845
Población		5 - 9	160 323	156 599	.80	128 258	125 279
Defunciones		1 - 4	— 516	— 512	.125	— 64	— 64
Defunciones		5 - 9	— 162	— 136	.90	— 146	— 122
Migración		0 - 4	2 247	1 674	.10	225	167
Migración		5 - 9	— 539	569	.90	— 485	512
POBLACIÓN	5 - 9	años				163 313	160 617
Población		70 - 74	14 392	13 580	.20	2 878	2 716
Población		75 +	18 271	21 475	1.00	18 271	21 475
Defunciones		70 - 74	— 709	— 487	.10	— 71	— 49
Migración		70 - 74	404	218	.10	40	22
Defunciones		75 +	— 1 716	— 2 107	1.00	— 1 716	— 2 107
Migración		75 +	188	323	1.00	188	323
POBLACIÓN	75 +					19 590	22 380

Defunciones de menores de 1 año ocurridas entre los nacimientos representados por AB $(2278) \times (f) = (2278) \times (.77) = 1754$ triángulo ABC en la figura 12

Migración neta de 0-4 años de edad	+ 2247	Paralelogramo ABEF en la figura 12. El signo + indica un balance en favor de inmigración
Migración neta ocurrida entre los nacimientos indicados por AB	(1/10) × (2247) = + 225	triángulo ABC = 1/10 del paralelogramo ABEF en la figura 12

En resumen:

$$
\begin{array}{r}
+\ 39684 \\
-\ \ 1754 \\
+\ \ \ 225 \\
\hline
38155
\end{array}
$$

38155 = población de menores de un año de edad al 1º de julio de 1958.

Hagamos ahora el cálculo de la población de niños de 1-4 años de edad. En la figura 14, el segmento AB representa la población de 1-4 años de edad al 1º de julio de 1958. La procedencia de este grupo respecto a la población base progenitora puede establecerse fácilmente de la siguiente manera:

En términos del estimado base proceden de la población que a esa fecha tenía menos de un año de edad y de parte de los que tenían de 1-4 años de edad (segmentos CD y DF, respectivamente, en la figura 14). Ahora bien, tenemos que determinar qué parte de la población representada por el segmento DF es la que contribuye a la población de 1-4 años de edad del siguiente año. Evidentemente, que de la misma figura 14 podemos comprobar que son ¾ partes de DF las que contribuyen a formar el grupo cuyo número o tamaño interesamos determinar. Estas ¾ parte de DF están representadas por el segmento DE en la misma figura.

En resumen, y valiéndose de los datos correspondientes obtenidos de la tabla 6:

$$
\begin{aligned}
CD &= 38767 \\
DF &= 142100 \\
\tfrac{3}{4}\, DF &= 106575
\end{aligned}
$$

Sin embargo, no hemos considerado aún el hecho de que la población representada por el segmento CE en la figura 14 fue indudablemente afectada por la mor-

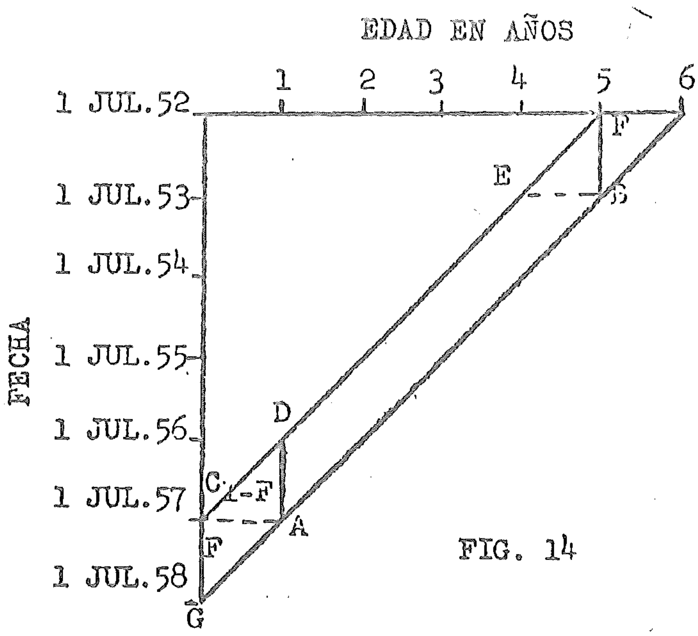


FIG. 14

talidad y la migración durante ese año. La mortalidad fue la causante de que durante el período, la población representada por el segmento CE disminuyera en una proporción igual a (1-f) de las defunciones de menores de un año de edad, o sea, (1-f) del paralelogramo ADCG y en una proporción de 7/8 de las defunciones dentro del grupo de 1-4 años de edad, o sea, 7/8 del paralelogramo DAFB en la figura 14.

Ahora bien, el efecto de la migración fue el siguiente:

De la migración neta habida entre los individuos de 0-4 años de edad (o sea, menores de 5 años) durante el período entre el 1º de julio de 1957 y el 1º de julio de 1958, 8/10 partes proceden del grupo progenitor de la población que se desea estimar representado en la figura 14 por el segmento CE.

Con estas explicaciones podemos proceder entonces al cálculo de la población de varones de 1-4 años de edad al 1º de julio de 1958 mediante el siguiente procedimiento:

Población 0	=	38767	CD en la figura 14
¾ partes de la población de 1-4 años de edad	=	106575	DE
(1-f) defunciones menores de 1 año	=	0.23 (2278) = 524	triángulo CDA

⅞ defunciones de 1-4 años	=	.875(516) = 452	DAEB en la figura 14
8/10 migración neta de 0-4 años	=	.8(2247) = 1798	ACEB en la figura 14

Resumiendo y sumando algebraicamente los resultados de las operaciones anteriores, tenemos:

$$
\begin{array}{lr}
+ & 38767 \\
+ & 106575 \\
- & 524 \\
- & 452 \\
+ & 1798 \\
\hline
 & 146164
\end{array}
$$

146164 = población de 1-4 años a la fecha del cálculo

Procedamos ahora a estimar la población de 5-9 años de edad. Haciendo referencia a la figura 15 el procedimiento sería el siguiente:

La población de 5-9 años de edad al 1º de julio de 1958 está representada en la figura 15 por el segmento de diagonal AB. Proyectando retrospectivamente esta población un año, vemos que la población progenitora corresponde al segmento de diagonal CD. Ahora bien, CD se compone del segmento CF que equivale a ¼ del segmento EF que representa la población de 1-4 años de edad al 1º de julio de 1957, y 4/5 del segmento FG que representa la población de 5-9 años de edad al 1º de julio de 1957. Refiriéndonos ahora a las cifras correspondientes que aparecen en la tabla 6 podemos decir que la población progenitora se compone de:

$$1/4\ EF = 1/4\ (142100) = 35525$$
$$4/5\ FG = 4/5\ (160323) = 128258$$

Veamos ahora las defunciones que afectaron durante el período a esa población progenitora. Del paralelogramo que demarca las defunciones de personas de 1-4 años de edad ocurridas durante el período, solamente ⅛ ocurrieron entre los individuos representados por el segmento CD. Estas defunciones están representadas por el triángulo ACF. De las defunciones de 5-9 años de edad ocurridas durante el período y representadas por el paralelogramo ABFG en la figura 15, 9/10 partes corresponden a individuos procedentes del segundo progenitor CD.

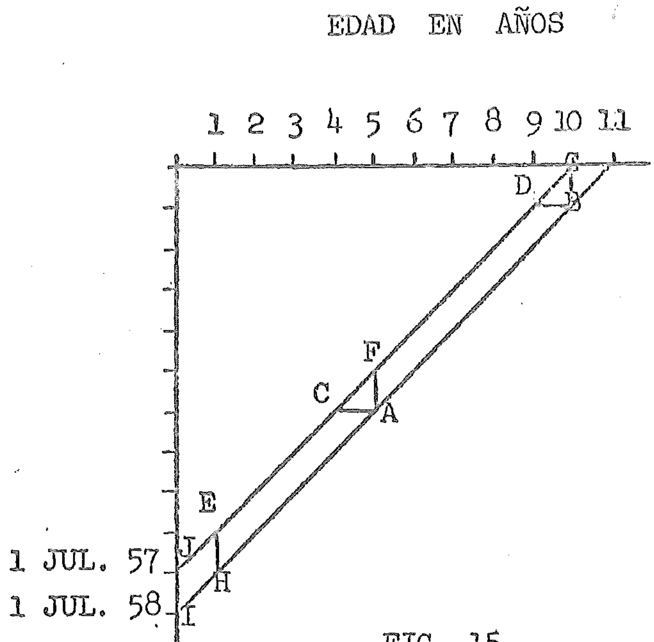


FIG. 15

En resumen, y utilizando las cifras correspondientes obtenidas de la tabla 6:

1/8 del paralelogramo EHFA = 1/8 (516) = 64
9/10 del paralelogramo ABFG = 9/10 (162) = 146

Trabajemos ahora con el componente de migración. Del paralelogramo AIJF, que representa la migración neta de individuos de 0-4 años de edad durante el período, observamos que 1/10 parte procede de los individuos representados por el segmento CD. De la migración neta durante el mismo período, de individuos de 5-9 años de edad, representada por el paralelogramo AFGB, 9/10 partes procede de la población progenitora representada por el segmento CD. Utilizando la información correspondiente de la tabla 6, podemos resumir entonces la contribución del componente migración en el crecimiento de este grupo de la siguiente manera:

1/10 del paralelogramo AIJF = 1/10 (2247) = +225
9/10 del paralelogramo ABFG = 9/10 (—539*) = —485

Obtenida de este modo toda la información necesaria, se procede entonces a sumar algebraicamente las cantidades contribuidas por los varios componentes a la formación del grupo poblacional de varones de 5-9 años de edad al 1º de julio de 1958. Esta última operación se detalla a continuación:

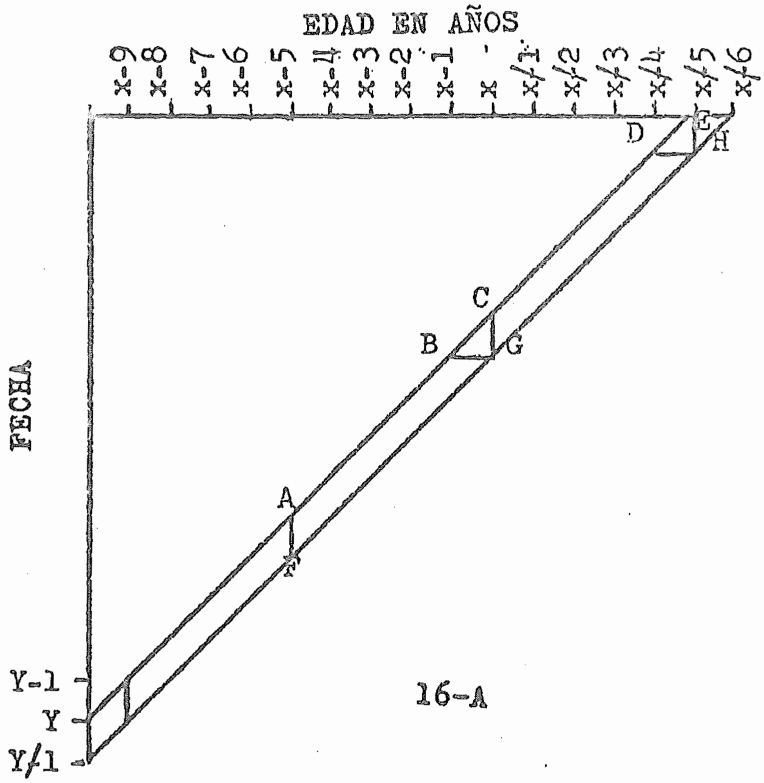
* El signo de menos indica que las cifras de migración neta expresan una pérdida, o sea, que el número de emigrantes en estas edades excedió al número de inmigrantes.

$$
\begin{array}{r}
+\ 35525 \\
+\ 128258 \\
-\ 64 \\
-\ 146 \\
+\ 225 \\
-\ 485 \\
\hline
\end{array}
$$

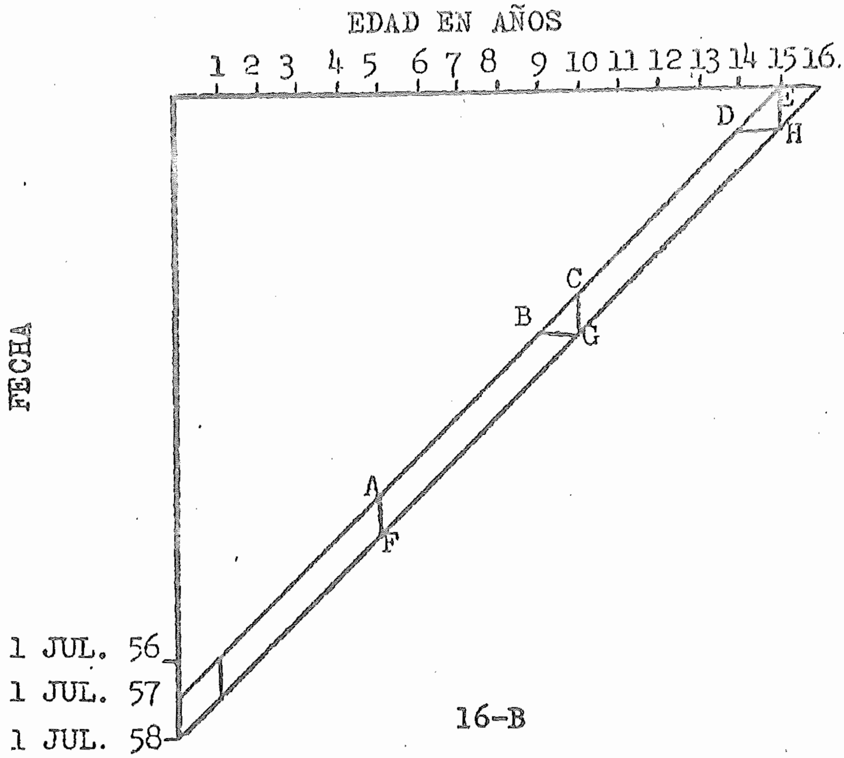
163313 = población de varones de 5-9 años de edad

Para el cálculo de la población en las edades subsiguientes el método utilizado es básicamente el mismo. El ejemplo que a continuación se explica paso por paso puede ser aplicado al cálculo de la población en cualquier grupo similar entre las edades de 10-74 años. Para generalizar su aplicación a todos los grupos comprendidos entre esas dos edades el ejemplo se desarrolla utilizando la letra X para designar la edad que marque el límite del grupo de edad cuya población se desea calcular, y la letra Y para designar la fecha exacta del cálculo o censo escogido como base (figura 16A).

En otras palabras, si la población a calcular fuese la de 10-14 años de edad al 1º de julio de 1958 y se utilizase como base de la población correspondiente al 1º de julio de 1957, X sería igual a 10 años, Y representaría el 1º de julio de 1957 y Y + 1 el 1º de julio de 1958 y la figura 16A se convertía en la figura 16B.



16-A



16-B

Continuando la discusión en los términos generales que la iniciáramos respecto a este caso, la población base requerida para el estimado se compondría de lo siguiente:

1/5 de la población de (x — 5) a (x) años
4/5 de la población de (x) a (x + 5) años
Esto se puede comprobar en la figura 16A.

Vemos en ella que 1/5 de AC está indicado por el segmento BC 4/5 de CE están indicados por el segmento CD.

Pasemos de aquí a derivar la contribución individual de cada uno de los componentes que habrían afectado la población progenitora BD durante el transcurso de un año.

1. *Defunciones*

1/10 de las defunciones de (x — 5) a (x) años de edad (triángudo BCG en la figura 16A, que constituye 1/10 parte del paralelogramo AFCG) y 9/10 partes de las defunciones en el grupo de edad (x) a (x + 5) años cuadrilátero CGDH que equivale a 9/10 partes del paralelogramo CGEH).

2. *Migración neta*

Utilizando la misma figura, vemos que la contribución de este componente sería la suma algebraica de 1/10 de la migración neta de (x) a (x — 5) años de edad (representada en la figura 16A por el triángulo BCG que es 1/10 parte del paralelogramo AFCG) y de 9/10 partes de la migración neta de individuos de (x) a (x + 5) años de edad (representada en la figura 16A por el cuadrilátero CGDH que es 9/10 partes del paralelogramo CGEH). Los signos de estos dos sumados son de gran importancia y dependerán, desde luego, de si el balance neto correspondiente resulta favorable a la emigración o a la inmigración.

La suma algebraica de los resultados de todas estas operaciones sería entonces la que nos daría la población de (x) a (x + 5) años de edad a la fecha del cálculo, que es la que se desea calcular.

Para ilustrar el procedimiento que se acaba de describir, con un ejemplo numérico, calculemos para Puerto Rico la población de 10-14 años de edad al 1º de julio de 1958 tomando como base el cálculo correspondiente al 1º de julio de 1957 y los demás datos necesarios que aparecen en la tabla 7.

+	.20	(población base de 5 - 9 años)	=	+	32,065
+	.80	(población base de 10 - 14 años)	=	+	116,033
—	.10	(defunciones base de 5 - 9 años)	=	—	16
—	.90	(defunciones base de 10 - 14 años)	=	—	112
+	.10	(migración neta de 5 - 9 años)	=	—	54
+	.90	(migración neta de 10 - 14 años)	=	—	1,552
		Número de varones de 10 - 14 años en Puerto Rico al 1º de julio de 1958	=		146,364

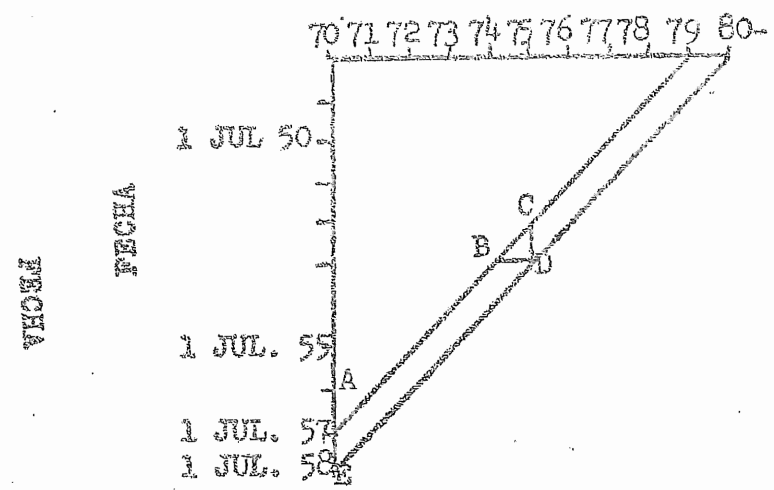


FIG. 17

Por último, describamos el método para estimar la población en el intervalo abierto de 75 años, o más, que aunque basado en los mismos principios, difiere un poco en su aplicación de los anteriormente discutidos. Para ello nos referiremos a la tabla 6 y a la figura 17.

La población base progenitora se compone de la totalidad de los individuos de 75 años, o más, de edad, más $^1/_5$ de la población de 70-74 años de edad, que en la figura 17 está representado por el segmento de diagonal BC.

Las defunciones a restar serían las siguientes:

a) $^1/_{10}$ de las defunciones de individuos de 70-74 años de edad (triángulo BCD, que es $^1/_{10}$ del paralelogramo AECD).

b) Total de defunciones entre los individuos de 75 años, o más, de edad.

Respecto a la migración:

a) Se suma o se resta $^1/_{10}$ de la migración neta de individuos de 70-74 años de edad (de nuevo, triángulo BCD, figura 17), según el balance neto de dicho movimiento resulte positivo (inmigración) o negativo (emigración).

b) Se suma o se resta, según resulte positivo o negativo, el balance neto de la migración total entre los individuos de 75 años, o más, de edad.

Con la ayuda de los datos correspondientes tomados de la tabla 6 pasemos ahora a ilustrar numéricamente el procedimiento estimando la población de varones de 75 años, o más, en Puerto Rico al 1º de julio de 1958 utilizando como base el estimado que al 1º de julio de 1957 se hizo de ese grupo poblacional que también aparece en dicha tabla:

+	.20	(población base de 70 - 74 años)	=	+	2878
+	1.00	(población base de 75 años, o más)	=	+	18271
—	.10	(defunciones de 70 - 74 años)	=	—	71
—	1.00	(defunciones de 75 años, o más)	=	—	1716
+	.10	(migración neta de 70 - 74 años)	=	+	40
+	1.00	(migración neta de 75 años, o más)	=	+	188
		Número de varones de 75 años, o más, en Puerto Rico al 1º de julio de 1958	=		19,590

Si la recopilación de los datos a usarse en los cálculos se hubiese hecho a base de intervalos de edad diferentes a los que aquí hemos usado, o si la diferencia entre la fecha del estimado a hacerse y la del cálculo o censo escogido como base hubiese diferido de la de los ejemplos presentados, el procedimiento a usar hubiese sido el mismo, salvo que las fracciones de los segmentos y figuras que hemos discutido habrían variado de acuerdo con esas diferencias.

Tabla 7

CALCULO DE POBLACION CIVIL: PUERTO RICO 7-1-58

(a) Grupo de edad (x a x + años)	(b) Población 7-1-57	(c) .20 población Edad x — 5 a x	(d) .80 población Edad x a x + 5	(e) Defunciones	(f) .10 Defunciones x — 5 a x	(g) .90 Defunciones x a x + 5	(h) Migración neta	(i) .10 Migración neta x — 5 a x	(j) .90 Migración neta x a x + 5	(k) Población 7-1-58 (c + d) + (f + g + i + j)
VARONES										
5-9	160323			— 162			— 539			
10-14	145041	32065	116033	— 124	— 16	— 112	— 1725	— 54	— 1552	146364
15-19	104323	29008	83458	— 135	— 12	— 122	— 14411	— 172	— 12970	99190
20-24	62759	20865	50207	— 157	— 14	— 141	— 11289	— 1441	— 10160	59316
25-29	54504	12552	43603	— 139	— 16	— 125	— 2652	— 1129	— 2387	52498
30-34	52211	10901	41769	— 164	— 14	— 148	— 1702	— 265	— 1532	50711
35-39	59100	10442	47280	— 209	— 16	— 188	— 1711	— 170	— 1540	55808
40-44	58639	11820	46911	— 244	— 21	— 220	912	— 171	821	59140
45-49	55699	11728	44559	— 318	— 24	— 286	1261	91	1135	57203
50-54	49597	11140	39678	— 372	— 32	— 335	— 284	126	— 256	50321
55-59	41788	9919	33430	— 401	— 37	— 361	769	— 28	692	43615
60-64	31398	8358	25118	— 487	— 40	— 438	160	77	144	33219
65-69	20794	6280	16635	— 725	— 49	— 652	369	16	332	22562
70-74	14392	4159	11514	— 709	— 72	— 638	404	37	364	15364
MUJERES										
5-9	156599			— 136			569			
10-14	139535	31320	111628	— 73	— 14	— 66	278	57	250	143175
15-19	110912	27907	88730	— 79	— 7	— 71	— 6533	28	— 5880	110707
20-24	88865	22182	71092	— 111	— 8	— 100	— 7256	— 653	— 6530	85983
25-29	83525	17773	66820	— 113	— 11	— 102	1676	— 726	1508	85262
30-34	78010	16705	62408	— 138	— 11	— 124	2467	168	2220	81366
35-39	71773	15602	57418	— 210	— 14	— 189	1474	247	1327	74391
40-44	60509	14355	48407	— 204	— 21	— 184	1235	147	1112	63816
45-49	50963	12102	40770	— 246	— 20	— 221	1536	124	1382	54137
50-54	39253	10193	31402	— 254	— 25	— 229	685	154	616	42111
55-59	29916	7851	23933	— 269	— 25	— 242	965	68	868	32453
60-64	22710	5983	18168	— 359	— 27	— 323	933	96	840	24737
65-69	17952	4542	14362	— 485	— 36	— 436	1803	93	1623	20148
70-74	13580	3590	10864	— 487	— 48	— 438	218	180	196	14344