

Nº 14
2 EJ.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

**IMPACTO DE LOS FACTORES DEMOGRAFICOS SOBRE LA
EVOLUCION DE LA POBLACION ECONOMICAMENTE
ACTIVA EN EL AREA METROPOLITANA DE
LA CIUDAD DE MEXICO**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
A C T U A R I O
P R E S E N T A
RAUL CASTILLO WUDATT

MEXICO, D. F.

1992

FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE

INTRODUCCION	v
CAPITULO I	1
EVALUACION Y CORRECCION DE LA INFORMACION	
CAPITULO II	14
METODOS GENERALES DE PROYECCION DE POBLACION	
CAPITULO III	17
PROYECCION DE LA POBLACION TOTAL CON BASE EN EL METODO DE LOS COMPONENTES	
CAPITULO IV	69
METODOS GENERALES DE PROYECCION DE POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA	
CAPITULO V	74
PROYECCION DE LA POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA	
CAPITULO VI	81
CONCLUSIONES	
ANEXO	86
BIBLIOGRAFIA	89

INDICE DE CUADROS

1	COMPONENTES DEL AREA METROPOLITANA DE LA CIUDAD MEXICO	2
2	INDICE DE ATRACCION Y RECHAZO 1980	8
3	DISTRITO FEDERAL POBLACION MEDIA E INDICE DE MASCULINIDAD 1980	11
4	ESTADO DE MEXICO POBLACION MEDIA E INDICE DE MASCULINIDAD 1980	12
5	ESTADOS UNIDOS MEXICANOS TASA BRUTA DE MORTALIDAD Y ESPERANZA DE VIDA AL NACIMIENTO 1900-1980	33
6	ESPERANZA DE VIDA AL NACIMIENTO SEXO 1940-1980	34
7	AJUSTE DE UNA FUNCION LOGISTICA PARA LA ESPERANZA DE VIDA AL NACIMIENTO	37
8	NIVEL Y PATRON DE LA MORTALIDAD 1940-1980	38
9	PATRONES ESTANDARES DE MORTALIDAD	39
10	ESTIMACION DEL NIVEL Y PATRON DE LA MORTALIDAD	40
11	AJUSTE DE UNA FUNCION LOGISTICA PARA EL NIVEL DE LA MORTALIDAD	40
12	DISTRITO FEDERAL FUNCION DE SUPERVIVENCIA	43
13	ESTADO DE MEXICO FUNCION DE SUPERVIVENCIA	44
14	FACTORES DE SOBREVIVENCIA PARA LOS NACIMIENTOS OCURRIDOS EN CADA PERIODO	46
15	TASA BRUTA DE NATALIDAD 1900-1980	53
16	TASAS ESPECIFICAS DE FECUNDIDAD 1950-1980	55
17	TASA BRUTA DE REPRODUCCION 1950-1980	58
18	AJUSTE DE UNA FUNCION LOGISTICA A LA EVOLUCION DE LA TASA BRUTA DE REPRODUCCION	59
19	ESTIMACION DEL NIVEL Y DISPERSION DE LA FECUNDIDAD 1980-2020	61
20	DISTRITO FEDERAL NACIMIENTOS POR EDAD DE LA MADRE 1985-2020	63
21	ESTADO DE MEXICO NACIMIENTOS POR EDAD DE LA MADRE 1985-2020	64

INDICE DE CUADROS

22	POBLACION FEMENINA DEL AREA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MEXICO	65
23	POBLACION MASCULINA DEL AREA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MEXICO	66
24	POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA FEMENINA DEL AREA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MEXICO	67
25	POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA MASCULINA DEL AREA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MEXICO	68
26	AREA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MEXICO TASAS ESPECIFICAS DE PARTICIPACION 1980 Y 2020	77

INDICE DE GRAFICAS

1	PIRAMIDES DE POBLACION 1980	5
2	INDICE DE MASCULINIDAD 1980	13
3	TASA BRUTA DE MORTALIDAD 1900-1980	33
4	DISTRITO FEDERAL EVOLUCION DE LA ESPERANZA DE VIDA AL NACIMIENTO	35
5	ESTADO DE MEXICO EVOLUCION DE LA ESPERANZA DE VIDA AL NACIMIENTO	36
6	DISTRITO FEDERAL EVOLUCION DEL NIVEL DE LA MORTALIDAD PARA HOMBRES	41
7	DISTRITO FEDERAL EVOLUCION DEL PATRON DE LA MORTALIDAD PARA HOMBRES	41
8	DISTRITO FEDERAL EVOLUCION DEL NIVEL DE LA MORTALIDAD PARA MUJERES	41
9	DISTRITO FEDERAL EVOLUCION DEL PATRON DE LA MORTALIDAD PARA MUJERES	41
10	ESTADO DE MEXICO EVOLUCION DEL NIVEL DE LA MORTALIDAD PARA HOMBRES	42
11	ESTADO DE MEXICO EVOLUCION DEL PATRON DE LA MORTALIDAD PARA HOMBRES	42
12	ESTADO DE MEXICO EVOLUCION DEL NIVEL DE LA MORTALIDAD PARA MUJERES	42

INDICE DE GRAFICAS

13	ESTADO DE MEXICO EVOLUCION DEL PATRON DE LA MORTALIDAD PARA MUJERES	42
14	TASA BRUTA DE NATALIDAD 1900-1980	54
15	TASAS ESPECIFICAS DE FECUNDIDAD 1950-1980	57
16	DISTRITO FEDERAL EVOLUCION DE LA TASA BRUTA DE REPRODUCCION	59
17	ESTADO DE MEXICO EVOLUCION DE LA TASA BRUTA DE REPRODUCCION	60
18	DISTRITO FEDERAL EVOLUCION DEL NIVEL DE LA FECUNDIDAD	62
19	DISTRITO FEDERAL EVOLUCION DE LA DISPERSION DE LA FECUNDIDAD	62
20	ESTADO DE MEXICO EVOLUCION DEL NIVEL DE LA FECUNDIDAD	62
21	ESTADO DE MEXICO EVOLUCION DE LA DISPERSION DE LA FECUNDIDAD	62
22	TASAS ESPECIFICAS DE PARTICIPACION DE HOMBRES	78
23	TASAS ESPECIFICAS DE PARTICIPACION DE MUJERES	79
24	PIRAMIDES DE POBLACION TOTAL Y ECONOMICAMENTE ACTIVA 1980 Y 2020	84

INTRODUCCION

El progreso económico y social de cualquier país, estado o región involucra de alguna manera a la población, por lo que es esencial estudiar el comportamiento de los fenómenos demográficos. Las proyecciones de población juegan un papel importante dentro de la planificación en general, aunque se pueda encontrar alguna oposición por su carácter incierto de los resultados. Una de las posibles razones del escepticismo que se pueda generar alrededor de las proyecciones es que comunmente se les confunde con predicciones.

Una proyección en general, no hace mas que mostrar los efectos que origina la intervención de ciertas condiciones en los factores que afectan un fenómeno en estudio; en particular, las proyecciones demográficas muestran el efecto que producen en la población ciertas hipótesis (condiciones) sobre la fecundidad, mortalidad y migración.

De esta manera, pueden resumirse en tres los objetivos del presente trabajo:

- i) Elaborar una proyección de población basada en un análisis del comportamiento que han tenido los factores demográficos.

- ii) Elaborar una proyección de población económicamente activa, tomando en cuenta el proceso de urbanización del Area Metropolitana de la Ciudad de México y la posible incorporación de México al grupo de países desarrollados.

- iii) Mostrar el comportamiento de la población económicamente activa cuando se consideran distintas hipótesis sobre el comportamiento futuro de las tasas de participación.

En el presente trabajo se ha dedicado especial interés en proporcionar la metodología para poder aplicar un método de proyección, aunque en algunos casos no se profundiza mucho en el tema. El primer capítulo esta enfocado a la evaluación y corrección de la información que servirá como base para las proyecciones, el segundo capítulo muestra distintos métodos para realizar proyecciones de población total, para posteriormente aplicar el método de los componentes en el tercer capítulo y así calcular los absolutos de población en cada uno de los periodos de la proyección. Los capítulos cuarto y quinto son los análogos para la proyección de la población económicamente activa de los dos capítulos anteriores, finalmente se presenta un capítulo de conclusiones. (A continuación, un anexo en donde se explica un método para ajustar curvas logísticas a un conjunto de datos).

DICIEMBRE DE 1991

CAPITULO I

EVALUACION Y CORRECCION DE LA INFORMACION

La delimitación geográfica del área metropolitana abarca criterios de diversa índole, esto es, los municipios que se consideran incorporados a la zona deben poseer ciertas características como la contigüidad territorial con la ciudad central o a algún municipio incorporado anteriormente, la densidad de población, la población económicamente activa dedicada principalmente a actividades no agrícolas, etc.

Luis Unikel¹ define una zona metropolitana como "la extensión territorial que incluye a la unidad político-administrativa que contiene a la ciudad central, y a las unidades político-administrativas contiguas a ésta que tienen características urbanas, tales como sitios de trabajo o lugares de residencia a trabajadores dedicados a actividades no agrícolas y que mantienen una interrelación socioeconómica directa, constante e intensa con la ciudad central y viceversa". Los municipios integrantes del área metropolitana de la Ciudad de México se muestran en el cuadro 1.

Un punto fundamental en la preparación de las proyecciones de población por sexo y grupos de edad por el método de los componentes es la determinación de la población base de la proyección. Dicha población debe quedar determinada, tomándose preferentemente, el 30 de Junio del

1 Unikel Luis, Ruiz C., y Garza G. (1976). *El desarrollo urbano en México. Diagnóstico e implicaciones futuras*. El colegio de México.

año del levantamiento del Censo que proporcionará los absolutos de la población.

CUADRO 1

COMPONENTES DEL AREA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MEXICO

DELEGACIONES DEL DISTRITO FEDERAL

Alvaro Obregón
Azcapotzalco
Benito Juárez
Coyoacán
Cuauhtémoc
Gustavo A. Madero
Iztacalco
Ixtapalapa
Magdalena Contreras
Miguel Hidalgo
Mílipa Alta
Tláhuac
Tlalpan
Venustiano Carranza
Xochimilco

MUNICIPIOS DEL ESTADO DE MEXICO

Atenco*	Nicolás Romero
Atizapán de Zaragoza	Tecámac
Coacalco	Texcoco
Cuautitlán	Tlalneantla
Cuautitlán Izcalli	Tultitlán
Chalco*	
Chiautla*	
Chicoloapan	
Chiconcuac	
Chimalhuacán	
Ecatepec	
Huixquilucán	
Ixtapaluca	
La Paz	
Naucalpan	
Nezahualcóyotl	

* Municipios en proceso de transición.

FUENTE: CONAPO. "Proyecciones de la Población Total y de la Población Económicamente Activa: Zonas Metropolitanas de México, Guadalajara y Monterrey, 1980-2000." Perspectivas Demográficas y Socioeconómicas. Series de Estudios Prospectivos. México, D.F., 1988.

Otro punto importante es que los intervalos dentro del periodo de la proyección coincidan con la amplitud del grupo de edad, porque ésto facilita los cálculos de la proyección, debido a que al final del intervalo todos los sobrevivientes de cada grupo de edad habrán pasado al siguiente grupo. Por ejemplo, intervalos anuales si se va a realizar una proyección por edades individuales o quinquenales si la población se agrupa en grupos quinquenales de edad.

En la realización de éste trabajo se tomarán intervalos quinquenales porque la población se agrupará en grupos quinquenales de edad; 0-4, 5-9, 10-14, ..., 80-84 y 85 y+.

En el caso de México la información (población) es el resultado de los levantamientos censales (contabilización de las distribuciones por sexo y grupos de edad, etc., de las personas que habitan una región), esta información puede presentar algunas irregularidades y/o problemas de mala calidad debido principalmente a:

1.- Mala declaración de la edad.

a) Tendencia al rejuvenecimiento (declaración de una edad menor que la real), entre la población adulta, particularmente entre la femenina.

b) Tendencia a aumentarse la edad entre la población de edad avanzada, especialmente después de los 55 o 60 años.

2.- Omisión de población de grupos de edad.

3.- Errores de cobertura.

La evaluación de los resultados de un censo de población generalmente se realiza utilizando métodos indirectos. Los métodos indirectos "son en realidad, técnicas que buscan explicitar los errores de los datos mediante el estudio de la consistencia interna de la

información y su contraposición con otros datos de distinto origen, muchas veces recogidos en distintos momentos históricos. Son métodos que se apoyan en estimaciones demográficas, previamente realizadas, y en procedimientos estadísticos de compatibilización en el tiempo, y entre las diversas estimaciones de la población y las variables determinantes de su dinámica".²

Entre los procedimientos para evaluar la información se encuentran la construcción de pirámides de población por sexo y edades individuales; en este trabajo se considerará además la evaluación de la información utilizando el índice de Myers.

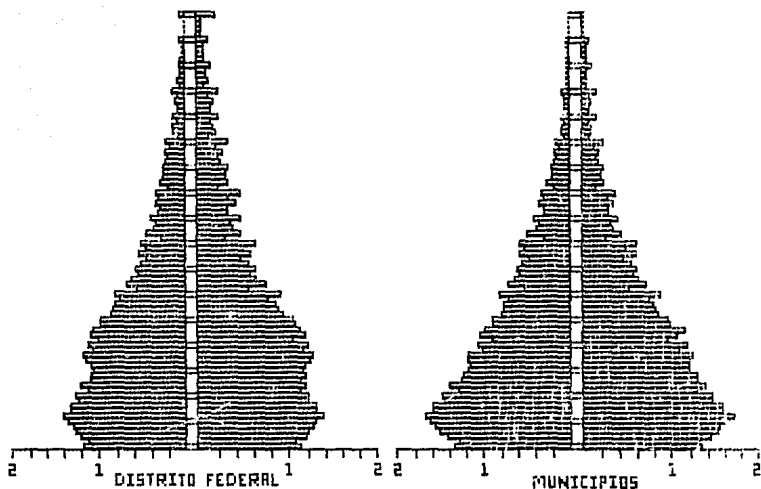
ANÁLISIS DE LAS PIRÁMIDES DE EDAD

Las pirámides de edad dan una idea a groso modo de la estructura por edades de la población y permiten detectar errores en la declaración de la edad o la ausencia de declaración así como una contabilización incompleta en ciertas edades, la magnitud de cada rectángulo representa el porcentaje de la población que declaró tener una cierta edad, esta magnitud depende de tres factores: 1) El total de nacimientos de la cohorte correspondiente (o grupo de cohortes en el caso de tener la población por grupos de edad); 2) El monto de la reducción por la mortalidad; 3) El monto de la migración. Es importante resaltar que las pirámides de edad son representaciones de la estructura de la población

2 CELADE. 1982. *Métodos para Proyecciones Demográficas*. Santiago de Chile. Pág. 16.

GRAFICA 1

PIRAMIDES DE POBLACION POR SEXO Y EDADES INDIVIDUALES, 1980



en forma de histogramas; por lo que la longitud de cada rectángulo se debe calcular de tal forma que su área sea proporcional a la magnitud que se requiere representar.

En las pirámides de edad mostradas en la gráfica 1 se puede observar la mala declaración de la edad al tener éstas salientes y huecos muy pronunciados; a edades avanzadas las pirámides no son muy simétricas debido a la sobremortalidad masculina y, sobre todo, se puede

observar la preferencia en la declaración por las edades terminadas en los dígitos cero y cinco, y el rechazo por la edad terminada en el dígito uno.

CALCULO DEL INDICE DE MYERS

El índice de Myers (I_{Myers}) evalúa la calidad de la información, además de detectar la concentración de la población en cuanto a la preferencia (o rechazo) en la declaración de la edad por aquellas terminadas en algún dígito.

Cuando se calcula el índice de Myers se supone que existe una tendencia lineal del número real de individuos con edad cumplida terminada en el dígito j ($j = 0,1,2,\dots,9$) dentro de la población de 10 y 20 años de edad y más cumplidos; es decir, en cada uno de los diez dígitos se debe encontrar registrado un diez por ciento de la población.

"Si se cumplieran las hipótesis, entonces $I_{Myers} = 0$, de concentrarse en un sólo dígito la declaración de edad, entonces $I_{Myers} = 180$. Entre 0 y 180 se definieron los siguientes rangos para clasificar a la concentración de la población en cuanto a la preferencia de dígitos."³

El cálculo del índice de Myers se realiza de la siguiente manera:

$$I_{Myers} = 100 \sum_{j=0}^9 |M_j|$$

3 Mina Valdés, Alejandro. (1987). *Elaboración y utilidad de la tabla abreviada de mortalidad*. Vínculos Matemáticos No. 63. Facultad de Ciencias, UNAM.

Rango del Myers	Clasificación	Calidad de la información
0 a 4.99	Baja concentración en algún dígito	Muy buena
5 a 14.99	Mediana concentración en algún dígito	Buena
15 a 29.99	Alta concentración en algún dígito	Regular
30 a más	Muy alta concentración en algún dígito	Mala

Con: $M_j = Z_j - 0.10$

$$Z_j = (a_j P_j + a'_j P'_j) / \sum_{j=0}^9 (a_j P_j + a'_j P'_j)$$

$$P_j = \sum_{l=1}^6 P_{10l+j} \quad j = \overline{1,9}; \quad P_0 = \sum_{l=1}^7 P_{10l}$$

$$P'_j = \sum_{l=2}^6 P_{10l+j} \quad j = \overline{1,9}; \quad P'_0 = \sum_{l=2}^7 P_{10l}$$

a_j y a'_j son valores proporcionados por Myers.

J	a_j	a'_j
0	1	9
1	2	8
2	3	7
3	4	6
4	5	5
5	6	4
6	7	3
7	8	2
8	9	1
9	10	0

El índice de Myers se define a partir de la suma de los valores absolutos de los índices individuales, M_j , para cada dígito, que estiman la atracción o rechazo de cada uno de los dígitos en la declaración de la edad, teniéndose que el dígito j ($j = 0,1,2,\dots,9$) es de atracción si $M_j > 0$ y de rechazo si $M_j < 0$.

En el cuadro 2 se muestra el resultado de los índices M_j para el D.F. y los municipios del Estado de México integrantes del Área Metropolitana de la Ciudad de México. En este cuadro se puede observar que los dígitos de atracción son el 0, 2, 5 y 8, y los de rechazo son los dígitos 1, 3, 4, 6, 7 y 9; siendo el 0 el dígito que mayor atracción tuvo y el 1 el de mayor rechazo. El índice de Myers resultante tiene un valor de 7.27 para el Distrito Federal y 7.67 para los municipios del Estado de México integrantes del Área Metropolitana de la Ciudad de México, como ambos se encuentran dentro del rango comprendido por 5 y 14.99 se tiene que la información con la que se trabajará es de buena calidad con una mediana concentración en algún dígito (en este caso es el dígito 0 porque es el mayor en valor absoluto).

CUADRO 2
INDICES DE ATRACCION Y RECHAZO, 1980

J	DISTRITO FEDERAL	MUNICIPIOS DEL ESTADO DE MEXICO
0	0.01915	0.01919
1	-0.02030	-0.02263
2	0.00425	0.00544
3	-0.00197	-0.00037
4	-0.00465	-0.00303
5	0.00498	0.00583
6	-0.00407	-0.00358
7	-0.00378	-0.00459
8	0.00795	0.00789
9	-0.00158	-0.00417
IMYERS	7.27	7.67

CORRECCION Y PROYECCION AL 30 DE JUNIO DE LA POBLACION CENSAL

Una vez evaluada la información, se procede a corregirla, para ésto se utilizó el método de ajuste conocido con el nombre de *Formula de graduacion de un dieciséisavo*⁴. El procedimiento seguido para proyectar la población corregida al 30 de junio de 1980 (año del levantamiento del X Censo genreal de población y vivienda de donde se obtuvieron los absolutos de la población) es el siguiente:

- 1.- La población perteneciente al grupo considerado bajo el concepto de edad no especificada, se distribuyó proporcionalmente a los efectivos de población de cada grupo de edad y sexo utilizando la siguiente fórmula:

$$P_{x,x+4}^{NE} = P_{x,x+4} \left(1 + \frac{NE}{PT-NE} \right)$$

donde:

NE indica el total de población bajo el concepto de edad no especificada.

PT indica la población total registrada.

$P_{x,x+4}^{NE}$ indica la población del grupo de edad x,x+4 incluyendo no especificados.

- 2.- Se corrigió la población por grupos de edad utilizando el método de un dieciséisavo.

$$\hat{P}_u = (-P_{u-2}^{NE} + 4P_{u-1}^{NE} + 10P_u^{NE} + 4P_{u+1}^{NE} - P_{u+2}^{NE}) / 16$$

para u = 10-14, 15-19, ..., 75-79; los grupos 0-4, 5-9, 80-84 y 85 y+ pasan con los valores que tienen las poblaciones incluyendo no especificados porque no se les puede aplicar el método.

4 Corona V. Rodolfo y Minujín Z. Alberto. (1900). *Manual de técnicas de evaluación y ajuste de información estadística.*

- 3.- La población total se proyectó al 30 de junio de 1980 utilizando la tasa de crecimiento intercensal $r = (\hat{P}_{80}/\hat{P}_{70})^{1/t} - 1$

Con: \hat{P}_m = Población total corregida del año m, $m \in \{1970, 1980\}$

t = Tiempo transcurrido entre las fechas del levantamiento de los censos ($t = 10.35$).

$$PT^{30.06.80} = \hat{P}_{80} (1+r)^n$$

donde:

$PT^{30.06.80}$ es la población total al 30 de junio de 1980.

n es el tiempo faltante para el 30 de junio de 1980 a partir de la fecha del levantamiento del censo ($n = 0.07$).

- 4.- Se obtuvo la población media por grupos de edad y sexo.

$$\bar{P}_{x,x+4} = PT^{30.06.80} \cdot \bar{P}_{x,x+4}^x$$

donde:

$\bar{P}_{x,x+4}^x$ es la estructura porcentual de la población por grupos de edad y sexo.

- 5.- Se calculó el índice de masculinidad (IM) con la población media.

$$IM = \frac{\bar{P}^M}{\bar{P}^F} \quad \text{para cada grupo de edad.}$$

donde \bar{P}^M y \bar{P}^F representan la población media masculina y femenina respectivamente.

En los cuadros 3 y 4 se muestra la población media (población proyectada al 30 de junio del año censal) y el índice de masculinidad para el Distrito Federal y los municipios del Estado de México integrantes del Area Metropolitana de la Ciudad de México. La gráfica 2 muestra el comportamiento del índice de masculinidad en donde se observa una posible omisión de población masculina, o al contrario una sobre-

declaración en la femenina, entre los 5 y los 35 años; a edades

CUADRO 3

DISTRITO FEDERAL: Población media al 30 de junio de 1980 por sexo y grupos de edad e índice de masculinidad.

EDAD	TOTAL	POBLACION MEDIA HOMBRES	MUJERES	INDICE DE MASCULINIDAD
Total	8'852,064	4'244,889	4'607,175	0.9213648
0-4	1'067,368	538,739	528,629	1.0191249
5-9	1'167,298	585,748	581,550	1.0072186
10-14	1'070,403	526,522	543,881	0.9680830
15-19	1'027,764	491,915	535,849	0.9180104
20-24	964,770	460,065	504,705	0.9115522
25-29	791,447	380,662	410,785	0.9266696
30-34	604,276	290,671	313,605	0.9268697
35-39	470,398	224,151	246,247	0.9102689
40-44	378,438	177,313	201,125	0.8816059
45-49	318,497	145,395	173,102	0.8399383
50-54	271,551	121,900	149,651	0.8145618
55-59	215,783	96,712	119,071	0.8122212
60-64	160,487	70,075	90,412	0.7750630
65-69	124,090	51,886	72,204	0.7186028
70-74	95,377	38,858	56,519	0.6875210
75-79	63,695	24,746	38,949	0.6353436
80-84	35,359	12,229	23,130	0.5287073
85ty+	25,063	7,302	17,761	0.4111254

avanzadas el descenso de la curva es originado por la sobremortalidad masculina (efecto de edad), otro efecto que interviene en el comportamiento del índice de masculinidad es el efecto de cohorte que esta influenciado por la sobremortalidad masculina y por la migración.

Así en la gráfica 2 se observa que para los municipios del Estado de México integrantes del Area Metropolitana de la Ciudad de México, el índice de masculinidad crece entre los 35 y 40 años hasta alcanzar un

máximo hacia los 45 años; entre los 35 y 55 años el índice de

CUADRO 4

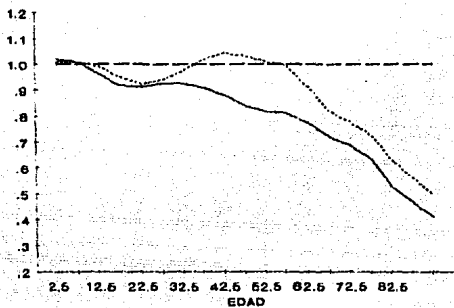
MUNICIPIOS DEL ESTADO DE MEXICO INTEGRANTES DEL AREA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MEXICO: Población media al 30 de Junio de 1980 por sexo y grupos de edad e índice de masculinidad.

EDAD	TOTAL	POBLACION MEDIA HOMBRES	MUJERES	INDICE DE MASCULINIDAD
Total	4'981,456	2'463,283	2'518,173	0.9782024
0-4	724,784	363,956	360,828	1.0086689
5-9	802,987	403,015	399,972	1.0076080
10-14	688,730	343,300	345,430	0.9938337
15-19	574,151	280,006	294,145	0.9519318
20-24	485,851	233,349	252,502	0.9241471
25-29	396,916	191,909	205,007	0.9361094
30-34	325,238	160,567	164,671	0.9750775
35-39	266,316	134,226	132,090	1.0161707
40-44	206,208	105,263	100,945	1.0427757
45-49	154,629	78,545	76,084	1.0323458
50-54	114,284	57,459	56,825	1.0111570
55-59	81,087	40,469	40,618	0.9963316
60-64	55,290	26,423	28,867	0.9153358
65-69	39,481	17,766	21,715	0.8181441
70-74	29,035	12,686	16,349	0.7759495
75-79	18,792	7,920	10,872	0.7284768
80-84	10,144	3,925	6,219	0.6311304
85ty+	7,533	2,499	5,034	0.4964243

masculinidad es mayor a la unidad debido a que a esas edades, existe una gran inmigración, en su mayoría de hombres, los cuales se establecen en la periferia del Area Metropolitana de la Ciudad de México para luego trasladarse a sus empleos (como es el caso de Nezahualcóyotl), o bien para trabajar en los lugares establecidos.

GRAFICA 2

INDICE DE MASCULINIDAD, 1980



— DISTRITO FEDERAL

— MUNICIPIOS INTEGRANTES DEL AREA METROPOLITANA

FUENTE: Cuadros 3 y 4.

CAPITULO II

METODOS GENERALES DE PROYECCION DE POBLACION

Existen diversos procedimientos que pueden utilizarse para estimar la población futura de una región; aunque ninguno de ellos proporciona de manera exacta el monto futuro de la población, tienen como objeto estimar con la mayor exactitud posible, tomando en cuenta la información disponible, la magnitud y composición de la población que se puede esperar existirá en una fecha futura. Entre los principales métodos, según la clasificación de las Naciones Unidas,⁵ se pueden distinguir entre los Métodos Matemáticos, Económicos y el de Componentes Demográficos.

METODOS MATEMATICOS

Estos métodos se llaman así porque están basados en ecuaciones que relacionan el total de la población como función del tiempo. Estas funciones se establecen basándose en los datos observados y en las hipótesis establecidas sobre el crecimiento de la población en el futuro; entre las más usuales están las exponenciales, logarítmicas y logísticas.

Otro tipo de función utilizada es la originada del supuesto de que la población crece geoméricamente, teniéndose la relación:

⁵ Naciones Unidas, (1956), *Métodos para preparar proyecciones de población por sexo y edad, Manual III*, Nueva York, págs. 2-3.

$$P(t) = P(0)(1+r)^t \quad (1)$$

donde $P(t)$ es la población en el tiempo t , $P(0)$ es la población en el tiempo 0 y r es la tasa de crecimiento.⁶ Generalmente esta función es utilizada para realizar proyecciones en periodos cortos.

La característica de los métodos matemáticos estriba en que los cálculos se aplican al total de la población y no a los componentes que la conforman (mortalidad, fecundidad y migración) que pueden afectar el comportamiento de la población. Para poder aplicar estos métodos, se debe suponer que la población sigue un ritmo regular de crecimiento.

METODOS ECONOMICOS

Estos métodos son empleados principalmente cuando algunos factores económicos, como el establecimiento de una nueva industria cuya importancia sea predominante en el desarrollo de la economía de la región (esta situación favorece a la inmigración mientras que la ausencia de dichas industrias a la emigración) o la construcción de unidades habitacionales, serán los determinantes fundamentales del comportamiento demográfico de una región. Estos procedimientos consisten en evaluar el impacto que tendrán dichos factores sobre el total de la población.

6 Esta función se utiliza cuando se proyecta la población a una fecha determinada.

METODO DE LOS COMPONENTES DEMOGRAFICOS

Whelpton⁷ presentó lo que él llamó el método de los componentes de proyección de población, en el cual una distribución por edad en grupos de edad se encuentra "sobreviviendo" a lo largo de líneas de cohortes, y los nacimientos menos las muertes de la primera infancia están sumados a cada ciclo de proyección. Más tarde, esta misma proyección fue formalizada por Leslie⁸, haciendo ésta con tal detalle, que el proceso ha venido a ser llamado con su nombre.

El objetivo de este procedimiento, a diferencia de los dos anteriores que sólo estiman el volumen total de la población, es calcular el número esperado de personas por grupos de edad y sexo; probablemente este procedimiento es el más utilizado para proyectar por separado el número de hombres y mujeres de una región.

La ventaja de este método sobre los anteriores es que éste considera los fenómenos demográficos que influyen directamente en el comportamiento de la población (mortalidad, fecundidad y migración).

El método de los componentes sólo es aplicable cuando la región en estudio cuenta con estadísticas o datos suficientes de la experiencia en el pasado.

7 Whelpton, Pascal K., 1936. *An empirical method of calculating future population.* Journal of the American Statistical Association 31. Págs. 457-473.

8 Leslie, P.H., 1945. On the use of matrices in certain population mathematics. En *Biometrika* (London) 33. Págs. 183-212.

CAPITULO III

PROYECCION DE LA POBLACION TOTAL CON BASE AL METODO DE LOS COMPONENTES

Para estimar la población por sexo y grupos quinquenales de edad es necesario trabajar con las cohortes que integran cada grupo de edad y con los efectos que tienen en esas cohortes los fenómenos demográficos.

Debido a que actualmente, el gobierno estableció una política de descentralización, no es posible considerar dentro de la proyección los movimientos migratorios que pudieran surgir dentro del periodo establecido para la misma, porque no se pueden predecir las tendencias de los movimientos migratorios ocasionados por dicha política. Por ello se estudiará el método de los componentes⁹ para una población cerrada.

Todas las proyecciones de población requieren el cálculo de los sobrevivientes. En algunos casos, sin embargo, la proyección total se reduce a éste cálculo, porque las cohortes de interés están con vida en el momento base. Un ejemplo puede ser la proyección de la población económicamente activa en un período no mayor de 15 años.

Para poder determinar los sobrevivientes de las generaciones ya existentes en el momento base se deben efectuar dos pasos:

- 1) Determinar los niveles y tendencias que tendrá la mortalidad en los

⁹ Wheiplton, Pascal K. 1936. *An empirical method of calculating future population.* Journal of the American Statistical Association 31. Págs. 457-473.

años futuros dentro del período de la proyección.

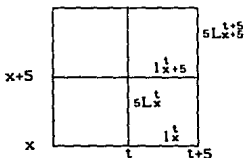
- 2) Escoger un método para realizar los cálculos.

La manera más usual para resolver el primer punto es tratar de continuar el comportamiento pasado de los índices de mortalidad de la población en estudio. Si por algún motivo no es fácil obtener el comportamiento pasado de los índices de mortalidad, se puede utilizar la experiencia (comportamiento) observada en algún país que tenga aproximadamente las mismas características de la región en estudio.

Respecto al segundo punto, para proyectar la población con edad entre los x y $x+4$ años exactos es necesario conocer la probabilidad de que éstos sobrevivan 5 años; es decir, la probabilidad de que se encuentren con vida entre los $x+5$ y $x+9$ años del año $t+5$. Para encontrar dicha probabilidad un diagrama de Lexis ayudará:

Sea l_x^t el número de personas con vida a edad exacta x en el año t .

${}_5L_x^t$ el número promedio de personas (de una tabla de mortalidad) con vida entre la edades exactas x y $x+5$ en el año t .



Bajo el supuesto de uniformidad en las defunciones:

$$\begin{aligned} {}_5L_x &= 5 \cdot lx - \frac{5}{2} \cdot dx_{x+4} = 5 \cdot lx - \frac{5}{2}(lx - lx+5) \\ &= \frac{5}{2}(lx + lx+5) \end{aligned}$$

La probabilidad buscada esta dada por:

$${}_5S_x^t = \frac{{}_5L_{x+5}^{t+5}}{{}_5L_x^t} \quad (1)$$

porque en el numerador se encuentran las personas que en el año $t+5$ tendrán entre $x+5$ y $x+9$ años de edad y en el denominador las personas que tienen en el año t x y $x+4$ años de edad, lo cual coincide con la definición de probabilidad clásica.

Como las tablas de mortalidad se construyen para un momento determinado, se puede suponer que la mortalidad se mantiene constante durante todo el período, teniéndose así ${}_5L_{x+5}^{t+5} = {}_5L_{x+5}^t$ y con esto:

$${}_5S_x^t = \frac{{}_5L_{x+5}^{t+5}}{{}_5L_x^t} \quad (2)$$

El producto de ésta probabilidad por la población inicial del grupo considerado $(x, x+4)$, da como resultado la población sobreviviente de edades entre $x+5$ y $x+9$ años exactos en el año $t+5$. Así se tiene:

$${}_5P_{x+5}^{t+5} = {}_5P_x^t \cdot {}_5S_x^t \quad \forall x = 0, 5, \dots, 80 \quad (3)$$

donde

${}_5P_{x+5}^{t+5}$ Representa la población del grupo $x+5, x+9$ en el año $t+5$.

${}_5P_x^t$ Representa la población del grupo $x, x+4$ en el año t .

Bajo el supuesto de que no existen movimientos migratorios, la expresión (3) representa la población que se tendrá en el año $t+5$ con edades entre $x+5$ y $x+9$ años. Para poder calcular la serie ${}_5S_x^t$, se

necesitan conocer los valores de la serie $5L_x$, estos valores se encuentran en las tablas de mortalidad, por lo que, primero se debe proyectar el nivel de la mortalidad para poder construir las tablas de los años considerados para la proyección.

Con los cálculos anteriores se ha proyectado la población que se encontraba con vida al momento inicial de la proyección, pero falta el cálculo de los nacimientos de cada período, que darán lugar a la población de 0 a 4 años de edad, sobrevivientes al final de cada período proyectado.

Existen varias formas de proyectar los nacimientos, los cuales son necesarios para poder aplicar el método de los componentes, Shryock y Siegel¹⁰ mencionan tres tipos de procedimientos, el de las tasas de fecundidad por edades del período, el de fecundidad por cohortes y un tercero que toma en cuenta la nupcialidad, la paridez y el intervalo intergenésico. De éstos el más utilizado es el procedimiento de las tasas de fecundidad por edades y se basa en supuestos del comportamiento futuro de las tasas de fecundidad por edades para el período de la proyección. Como se está realizando la proyección por intervalos quinquenales, es necesario conocer las tasas de fecundidad que representen la fecundidad de cada intervalo para poder aplicarlas a la población media femenina y así poder obtener el número promedio de nacimientos.

10 Shryock, H. y Siegel, J. 1976. *The Methods and Materials of Demography*. Academic Press. Nueva York. Pág. 445.

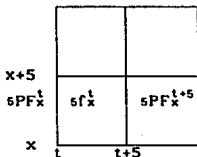
Al igual que la mortalidad, la fecundidad generalmente se proyecta en dos etapas. Primero se proyecta el nivel general de ésta, expresado en términos de la Tasa Global de Fecundidad (TGF) o de la Tasa Bruta de Reproducción (TBR), y luego la estructura porcentual de las tasas de fecundidad por edades. Para proyectar la fecundidad general, usualmente se trata de continuar el comportamiento observado en el pasado referente a la población en estudio; alternativamente si no se cuenta con buenos indicadores de la fecundidad, puede utilizarse la experiencia observada en algún país con aproximadamente las mismas características de la región en estudio.

El número medio de nacimientos del período $t, t+5$ se encuentra sumando el número medio de nacimientos de las madres con edad entre los x y $x+4$ años cumplidos para $x = 15, 20, 25, \dots, 45$. Para facilitar el análisis observese el siguiente diagrama de Lexis:

Sea sf_x^t Las tasas específicas de fecundidad supuestas para el período $t, t+5$.

sPF_x^t La población femenina entre los x y $x+4$ años cumplidos correspondientes al año t .

sN_x^t El número medio de nacimientos de las mujeres entre los x y $x+4$ años de edad cumplidos en el año t .



En el intervalo comprendido entre los años t y $t+5$ la fecundidad está representada por $5f_x^t$, que es el factor por el cual se debe multiplicar la población media femenina del intervalo para obtener los nacimientos, una forma de encontrar la población media femenina, que es quizá la más sencilla, es obtener el promedio de la población femenina en los años t y $t+5$ obteniéndose con esto:

$$5N_x^t = 5 \cdot 5f_x^t \frac{5PF_x^t + 5PF_x^{t+5}}{2} \quad (4)$$

en la expresión (4) se multiplica por 5 porque se están considerando intervalos quinquenales; si no se multiplica por 5, sólo se estarían considerando los nacimientos de un sólo año y no de todo el intervalo. Posteriormente se suman para todas las edades dentro del período reproductivo de la mujer, los nacimientos medios por grupos de edad para obtener los nacimientos del intervalo.

$$N^t = 5 \cdot \sum_{x=15}^{45} 5f_x^t \frac{5PF_x^t + 5PF_x^{t+5}}{2} \quad (5)$$

En este momento se tiene resuelto el problema de estimar el número medio de nacimientos de cada intervalo del período de la proyección, pero ¿Se obtuvieron los nacimientos totales, femeninos o masculinos? La respuesta a esta pregunta la da la forma en que se calcularon las tasas específicas de fecundidad; si son las tasas totales, entonces se obtendrán los nacimientos totales y para encontrar los nacimientos femeninos y masculinos, sólo se debe suponer un índice de masculinidad al nacimiento y multiplicarlo por los nacimientos totales. La experiencia ha mostrado que el índice de masculinidad no varía mucho de 1.05, el cual genera una proporción de niñas al nacimiento de 0.4878 que es el factor por el que se multiplicarán los nacimientos totales para

obtener los nacimientos femeninos; los nacimientos masculinos se obtienen por complemento. Pero si las tasas específicas de fecundidad son las tasas femeninas, entonces la ecuación (5) dará como resultado el número medio de nacimientos femeninos; suponiendo nuevamente un índice de masculinidad al nacimiento se obtienen los nacimientos masculinos, si el índice es 1.05, los nacimientos femeninos se multiplican por $(1 - 0.4878) / 0.4878$ para obtener los nacimientos masculinos.

Finalmente estos nacimientos se utilizan para estimar la población del grupo de edad 0-4 años que estará con vida en el año $t+5$ (final del intervalo) aplicándoles un factor de sobrevivencia. Suponiendo que los nacimientos se distribuyen uniformemente en los 5 años, la proporción de sobrevivientes de los nacimientos ocurridos en el intervalo esta dada por:¹¹

$$b^* = \frac{5L_0}{5 \cdot I_0} \quad (6)$$

Así la población sobreviviente entre los 0 y los 4 años de edad en el año $t+5$ esta dado por:

$$5P_0^{t+5} = b^* \cdot N^t = \frac{5L_0}{5 \cdot I_0} \left(5 \cdot \sum_{x=15}^{45} 5f_x^t \frac{5PF_x^t + 5PF_x^{t+5}}{2} \right) \quad (7)$$

11 Camposortega, Sergio. *Métodos de proyección de población*. CONAPO. Pág. 15.

PROYECCION DE LA MORTALIDAD

El estudio de la mortalidad, en especial las tasas de mortalidad (nmx), en periodos prolongados ha mostrado que éstas presentan rasgos característicos que se observan en todas las poblaciones. La búsqueda de métodos sencillos para describir las relaciones de la mortalidad entre distintos países o entre distintos periodos en un mismo país fueron propiciados por la semejanza de los patrones de mortalidad.

Los países en vía de desarrollo generalmente carecen de un sistema que proporcione información confiable y actualizada del registro de la mortalidad, lo que hace que al tratar de aplicar las medidas convencionales de este fenómeno (tasa bruta de mortalidad, tasas específicas de mortalidad, tasa de mortalidad infantil, tasa de mortalidad tipificada y esperanza de vida al nacimiento), el resultado sea una imagen diferente de la realidad. Así mismo se imposibilita la construcción de tablas de mortalidad, y con esto, todo estudio demográfico basado en éstas. Otro problema característico es que en caso de disponer de información acerca de la mortalidad, ésta se encuentra incompleta o adolece del problema de mala declaración.

Para hacer estudios acerca del nivel y el comportamiento de la mortalidad en estos países, se han ideado patrones modelo de mortalidad (mejor conocidos como tablas modelo de mortalidad), diseñados para proporcionar un comportamiento completo y adecuado del fenómeno con la menor información posible.

Los modelos no pretenden proporcionar con exactitud el nivel y comportamiento por edad de la mortalidad, sino poner al alcance estimaciones confiables. Los objetivos de las tablas modelo son:

- 1) Servir como estándar, es decir, como referencia para comparar con la experiencia de mortalidad que se esta manejando.
- 2) Usarlas para completar el conocimiento incompleto que ha veces se tiene de la situación de mortalidad de una población.

La aplicación más notable de las tablas modelo de mortalidad ha sido en el suavizamiento, ajuste y aplicación de los datos limitados y defectuosos provenientes de los países en desarrollo.

Entre los principales patrones modelo de mortalidad se encuentran:

- a) Las tablas de las Naciones Unidas (1955), construidas a partir de regresiones parabólicas.
- b) Gabriel y Rohen (1958), vieron un error en el ajuste hecho por las Naciones Unidas, por lo cual establecieron un nuevo modelo utilizando regresión lineal simple.
- c) Coale y Demeny (1966), descubrieron que existe más de un patrón típico del fenómeno, en base a esto decidieron construir cuatro series de tablas (modelo Norte, Sur, Este y Oeste).

Todos estos modelos estan basados en regresión en base a un sólo parámetro (nqx). La obra teórica de Lederman y Breas (1959) proporcionó una valiosa orientación sobre el número de parámetros requeridos para que un sistema modelo de mortalidad diera una representación cercana de las mediciones conocidas. Los estudios de Lederman sugieren que las mortalidades por edad en diferentes poblaciones podrian estar aproxí-

madamente relacionadas entre sí mediante una función que contenga no más de dos parámetros desconocidos.

Existe otro grupo de tablas modelo que está basado en un patrón de la función de la mortalidad para todas las edades, un modelo de este tipo de tablas fue creado por William Brass a través de lo que él llamó *SISTEMA LOGITO*¹². Este sistema consiste básicamente en una transformación de una función de probabilidad a un sistema lineal. Así, el sistema propuesto por Brass permite trabajar con cualquier función de la tabla de vida que represente una probabilidad, con la condición de que la raíz de dicha función sea la unidad.

Brass se basó en el método propuesto por Kermack, McKendrick y McKinlay¹³ para crear el Sistema Logito; que es una ampliación de la relación de Kermack, McKendrick y McKinlay. El método de Kermack, McKendrick y McKinlay parte de las tasas específicas de mortalidad por sexo y edad de generaciones sucesivas (subpoblaciones de personas nacidas en un mismo período) y está basado en la siguiente observación:

Al examinar las tendencias de la mortalidad de una población, en la mayor parte del rango de los cambios proporcionales en las tasas específicas de mortalidad a lo largo de un período limitado no difieren mucho con la edad. La relación de Kermack, McKendrick y McKinlay en términos de las tasas específicas de mortalidad queda como sigue:

$$\frac{1}{m_x} = c \cdot m_x^2 \quad (4)$$

12 Brass W., 1978, *Sobre la escala de la mortalidad*, CELADE. Santiago de Chile.

13 Kermack, W.O., McKendrick, A. G. y McKinlay, P. L., 1934, *Death Rates in Great Britain and Sweden*, en *Lancet*.

en donde los superíndices 1 y 2 se refieren a dos tablas de mortalidad en distintos períodos y c es una constante.

Brass sustituyó en la ecuación (4) las tasas específicas de mortalidad por las tasas instantáneas de mortalidad, por ser más sencillo el trabajo analítico con estas últimas, por lo que la relación anterior toma la siguiente forma:

$$\mu_x^1 = c \cdot \mu_x^2 \quad (5)$$

Brass pensó que si se mantenía una relación entre las tablas de mortalidad de una población a lo largo de un período prolongado, es razonable que también describa los patrones de mortalidad de poblaciones en distintas etapas de desarrollo.

Tomando la ecuación (5) se tiene:

$$\frac{1}{\mu_x^1} = c \cdot \frac{1}{\mu_x^2} \Leftrightarrow \frac{1}{\mu_x^1} \cdot \frac{d}{dx} \mu_x^1 = c \cdot \frac{1}{\mu_x^2} \cdot \frac{d}{dx} \mu_x^2 \Leftrightarrow \frac{d}{dx} \ln(\mu_x^1) = c \frac{d}{dx} \ln(\mu_x^2)$$

como consecuencia de esto, Brass propuso una ecuación en términos de $\ln \frac{1-l_x}{1-x}$; derivando para obtener la tasa instantánea de mortalidad se tiene que la relación supuesta entre dos tablas de mortalidad queda¹⁴:

$$\frac{\frac{1}{\mu_x^1}}{1-l_x^1} = c \cdot \frac{\frac{1}{\mu_x^2}}{1-l_x^2} \quad (6)$$

"En las edades tardías cuando las l_x son pequeñas y $1-l_x$ se acerca a uno, la ecuación (6) es aproximadamente como antes. Cuando l_x se acerca a uno en las edades tempranas, los factores $\frac{1}{1-l_x^1}$ y $\frac{1}{1-l_x^2}$ tenderán

$$\begin{aligned} 14 \quad \frac{d}{dx} \ln \frac{1-l_x}{1-x} &= \frac{1}{\frac{1-l_x}{1-x}} \cdot \frac{1x(-l'_x) - (1-l_x)l'_x}{(1-x)^2} = \frac{l_x}{1-l_x} \cdot \frac{-l'_x}{(1-x)^2} \\ &= -\frac{l'_x}{1-x(1-l_x)} = -\frac{\mu_x}{1-l_x} \end{aligned}$$

a anular la diferencia entre μ_1^1 y μ_2^2 . En las edades medias, cuando las lx no están cerca de uno o de cero el efecto será menor."¹⁵

Resolviendo la ecuación diferencial (6) se tiene:

$$\text{Ln} \frac{1-lx}{lx} = c \cdot \text{Ln} \frac{1-lx^2}{lx^2} + k \quad (7)$$

si se multiplica la función $\text{Ln} \frac{1-lx}{lx}$ por $\frac{1}{2}$ se obtiene la función denominada logito de $1-lx$, que generalmente se denota por $Y(x)$

- $Y(x) = \frac{1}{2} \text{Ln} \frac{1-lx}{lx}$ -, por lo tanto la ecuación (7) queda:

$$Y^1(x) = \alpha + \beta \cdot Y^2(x) \quad (8)$$

donde $\alpha = \frac{1}{2}k$ y $\beta = c$.

Como $\text{logito}(lx) = -\text{logito}(1-lx)$, resulta el mismo sistema ya sea que se piense en términos de las proporciones de los que mueren antes o después de la edad x .

$$\left(\text{logito}(lx) = \frac{1}{2} \text{Ln} \frac{lx}{1-lx} = \frac{1}{2} \text{Ln} \left(\frac{1-lx}{lx} \right)^{-1} = -\frac{1}{2} \text{Ln} \frac{1-lx}{lx} = -\text{logito}(1-lx) \right)$$

Para comparar las mortalidades de diferentes poblaciones se debe elegir una tabla de mortalidad que sirva de patrón estándar; la elección de dicha tabla depende de los objetivos y la información disponible para realizar el estudio. Brass propone que para un estudio de los cambios de la mortalidad a través del tiempo en una población, la mejor base sería una de las tablas de mortalidad en estudio. Cuando se quieren reconstruir las medidas de la mortalidad de una región en desarrollo, el estándar debe ser algún tipo de promedio.

¹⁵ Brass, W., 1971, ... op. cit., pág. 5.

INTERPRETACION DE LOS PARAMETROS DEL SISTEMA LOGITO

Si los logitos estándares están simbolizados por $Y^*(x)$, en donde x es la edad, la ecuación (8) que relaciona otras secuencias de mortalidad con esta función es:

$$Y(x) = \alpha + \beta \cdot Y^*(x) \quad (9)$$

con α y β constantes.

Dado que $Y^*(x) = \frac{1}{2} \text{Ln} \frac{1-l_x^*}{l_x^*} \Rightarrow Y^*(x) = 0 \Leftrightarrow \frac{1}{2} \text{Ln} \frac{1-l_x^*}{l_x^*} = 0 \Leftrightarrow \frac{1-l_x^*}{l_x^*} = 1 \Leftrightarrow l_x^* = \frac{1}{2}$. Esto ocurre a la edad x^* hasta la cual sobreviven la mitad de los nacimientos y por lo tanto se tiene que $Y(x) = \alpha$, por lo que el parámetro α se puede considerar como el "nivel" de la mortalidad.

Si $\alpha = 0$, entonces el nivel de la mortalidad es el mismo en la población en estudio y en la estándar teniéndose que $Y(x) = \beta \cdot Y^*(x)$, por lo que β puede ser llamada "pendiente" de la mortalidad y está asociado con un patrón de la mortalidad por edades como se verá más adelante.

La ecuación (9) puede ser escrita de la siguiente manera:

$$Y(x) - Y^*(x) = \alpha + (\beta-1)Y^*(x) \quad (10)$$

de esta ecuación se observa que si $\alpha = 0$ y $\beta = 1$, entonces la mortalidad en la población observada es la misma que en la estándar.

El análisis se vuelve más sencillo si se fija un parámetro y se varía el otro, teniéndose los siguientes casos:

a) $\beta = 1$

Como $\beta = 1$ de la ecuación (10) se tiene $Y(x) - Y^s(x) = \alpha$, por lo que l_x y l_x^s tienen siempre la misma diferencia de principio a fin.

i) Si $\alpha < 0 \Rightarrow Y(x) < Y^s(x) \Leftrightarrow \frac{1}{2} \ln \frac{1-l_x}{l_x} < \frac{1}{2} \ln \frac{1-l_x^s}{l_x^s} \Leftrightarrow \frac{1-l_x}{l_x} < \frac{1-l_x^s}{l_x^s} \Leftrightarrow l_x^s < l_x$, teniéndose que en la población en estudio la mortalidad es menor que en la estándar.

ii) Si $\alpha > 0 \Rightarrow Y(x) > Y^s(x) \Leftrightarrow \frac{1}{2} \ln \frac{1-l_x}{l_x} > \frac{1}{2} \ln \frac{1-l_x^s}{l_x^s} \Leftrightarrow \frac{1-l_x}{l_x} > \frac{1-l_x^s}{l_x^s} \Leftrightarrow l_x^s > l_x$, teniéndose que en la población en estudio la mortalidad es mayor que en la estándar.

b) $\beta < 1$

i) $Y^s(x) < 0 \Leftrightarrow l_x^s < \frac{1}{2}$
 $\Rightarrow \beta \cdot Y^s(x) > Y^s(x) \Rightarrow Y(x) = \alpha + \beta \cdot Y^s(x) > \alpha + Y^s(x)$
 $\Rightarrow Y(x) - Y^s(x) > \alpha$

ii) $Y^s(x) > 0 \Leftrightarrow l_x^s > \frac{1}{2}$
 $\Rightarrow \beta \cdot Y^s(x) < Y^s(x) \Rightarrow Y(x) = \alpha + \beta \cdot Y^s(x) < \alpha + Y^s(x)$
 $\Rightarrow Y(x) - Y^s(x) < \alpha$

Por lo tanto por debajo de la edad hasta la cual sobreviven la mitad de los nacimientos (z tal que $l_z^s = \frac{1}{2}$) la mortalidad en la población en estudio es menor que en la estándar y a partir de esta edad la mortalidad es mayor que en la estándar.

c) $\beta > 1$

i) $Y^s(x) < 0 \Leftrightarrow l_x^s < \frac{1}{2}$
 $\Rightarrow \beta \cdot Y^s(x) < Y^s(x) \Rightarrow Y(x) = \alpha + \beta \cdot Y^s(x) < \alpha + Y^s(x)$
 $\Rightarrow Y(x) - Y^s(x) < \alpha$

ii) $Y^s(x) > 0 \Leftrightarrow l_x^s > \frac{1}{2}$

$$\Rightarrow \beta \cdot Y^s(x) > Y^s(x) \Rightarrow Y(x) = \alpha + \beta \cdot Y^s(x) > \alpha + Y^s(x)$$

$$\Rightarrow Y(x) - Y^s(x) > \alpha$$

Por lo tanto por debajo de la edad hasta la cual sobreviven la mitad de los nacimientos (z tal que $l_z^0 = \frac{1}{2}$) la mortalidad en la población en estudio es mayor que en la estándar y a partir de esta edad la mortalidad es menor que en la estándar.

EVOLUCION DEL NIVEL DE LA MORTALIDAD EN MEXICO, 1900-1980

Un fenómeno característico de nuestro tiempo a nivel mundial es la baja sostenida en los niveles de la mortalidad. En los países denominados desarrollados este fenómeno se ha producido como producto de su propio desarrollo económico y social, en los países subdesarrollados el fenómeno se ha producido por el afán de los gobiernos de los mismos de mejorar las condiciones sanitarias de su población importando y adoptando los métodos que han usado los países adelantados para curar y prevenir las enfermedades y con ello la mortalidad.

Siendo la mortalidad uno de los componentes básicos del crecimiento de la población, es importante para la adopción de hipótesis acerca de su futuro comportamiento, analizar cómo ha evolucionado hasta el momento. Dos medidas de la mortalidad, la Tasa Bruta de Mortalidad (TBM) y la Esperanza de vida al nacimiento (e_0), permiten estudiar el comportamiento del fenómeno.

Un índice que nunca falta en los estudios sobre mortalidad es la tasa bruta de mortalidad que sirve para determinar el nivel de la misma.

Se define como el cociente del total de defunciones ocurridas durante un determinado período; entre la población total a la mitad de dicho período. Generalmente este período es de un año calendario y se consideran como defunciones ocurridas las que se registran durante el mismo.

La tasa bruta de mortalidad, a pesar de estar influenciada por la estructura por edad de la población, es un indicador aproximado de la evolución general de la mortalidad aunque no el más apropiado.

Un indicador de las condiciones de la mortalidad que no está afectado por la estructura por edades de la población y que si se considera por sexo también se libera de esa influencia, es la esperanza de vida al nacimiento, que indica el número de años que en promedio vivirá cada uno de los integrantes de una generación de nacidos vivos si estuvieran sujetos a las condiciones de mortalidad imperantes en un momento determinado.

La tasa bruta de mortalidad muestra una disminución muy importante del nivel de la mortalidad en este siglo pasando de 33.6 defunciones por cada mil habitantes en 1900 a 6.3 defunciones por cada mil habitantes en 1980 teniendo una disminución del 81.25% en dicho período (ver cuadro 5 y gráfica 3).

Los períodos en los que el descenso ha sido más rápido también se muestran en el cuadro 5, teniéndose que de 1940 a 1950 se obtiene una ganancia de 8.2 años y de 1950 a 1960 de 9.2 años.

CUADRO 5

ESTADOS UNIDOS MEXICANOS: TASA BRUTA DE MORTALIDAD Y ESPERANZA DE VIDA
AL NACIMIENTO, 1900-1980

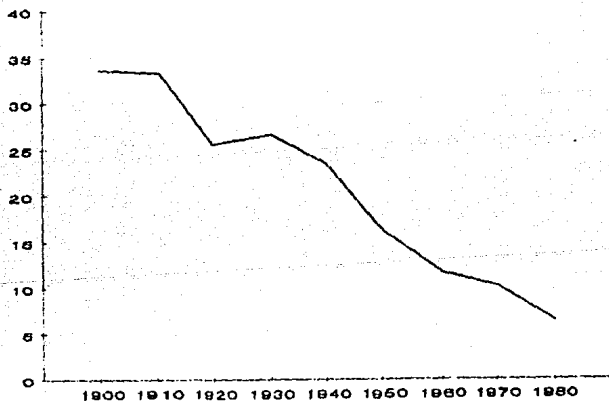
AÑO	TBM*	°eo	GANANCIA MEDIA ANUAL
1900	33.6	-	-
1910	33.3	-	-
1921	25.5	-	-
1930	26.6	36.9	-
1940	23.4	41.5	0.46
1950	16.1	49.7	0.82
1960	11.5	58.9	0.92
1970	16.1	61.9	0.30
1980	6.3	66.1	0.42

* Tasa por mil.

FUENTE: Secretaría de Programación y Presupuesto. *Datos básicos sobre la población de México 1980-2000*. México D.F. 1981 Pág. 7.

GRAFICA 3

ESTADOS UNIDOS MEXICANOS: TASA BRUTA DE MORTALIDAD 1900-1980



FUENTE: Cuadro 5.

Este mismo comportamiento se observa para el Distrito Federal y el Estado de México; en donde se tiene una ganancia de 5.6 y 9.5 años para hombres, de 6.6 y 11.1 para mujeres en los mismos periodos en el Estado de México. Para el Distrito Federal se observa una ganancia de 10.9 y 7.47 para hombres durante 1940-1950 y 1950-1960 respectivamente, las mujeres obtuvieron 11.8 y 6.5 años de ganancia (ver cuadro 6). La ganancia total en años fue de 23.5 para hombres y de 23.7 para mujeres en el Distrito Federal, para el Estado de México se obtuvo un incremento de 22.8 años para hombres y de 28.8 años para mujeres.

CUADRO 6

ESPERANZA DE VIDA AL NACIMIENTO POR SEXO PARA EL DISTRITO FEDERAL Y EL ESTADO DE MEXICO, 1940-1980

DISTRITO FEDERAL				
AÑO	HOMBRES	GANACIA MEDIA	MUJERES	GANANCIA MEDIA
1940	41.14	—	46.70	—
1950	52.05	1.09	58.54	1.18
1960	59.52	0.75	65.02	0.65
1970	60.69	0.01	65.79	0.01
1980	64.65	0.04	70.42	0.05
ESTADO DE MEXICO				
AÑO	HOMBRES	GANACIA MEDIA	MUJERES	GANANCIA MEDIA
1940	39.84	—	41.55	—
1950	45.47	0.06	48.13	0.07
1960	54.97	0.10	59.19	0.11
1970	60.37	0.05	66.43	0.07
1980	62.62	0.02	70.35	0.04

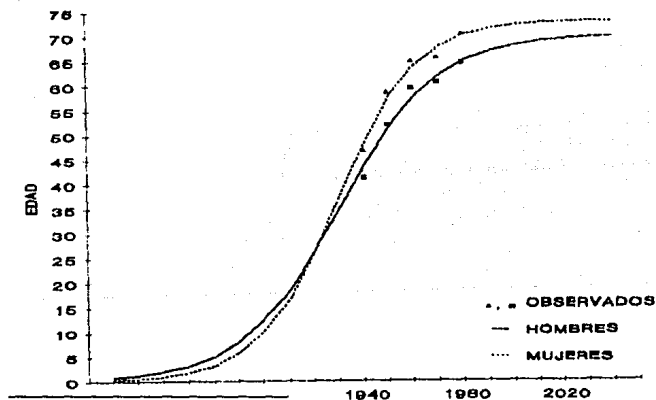
FUENTE: Corona Rodolfo, Jiménez René, Minujín Alberto. *Tablas abreviadas de mortalidad para las entidades federativas y el total de la República, 1940, 1950, 1960, 1970 y 1980.*

En el Distrito Federal la esperanza de vida al nacimiento tuvo un incremento medio de 23.6 años, 2.2 años menos que en el Estado de México donde aumentó 25.8 años. Este considerable aumento puede ser explicado

por el crecimiento económico que tuvo el país, sobre todo en el período 1940-1960, el acceso cada vez mayor a los servicios médicos de todos los sectores de la población, campañas sistemáticas llevadas a cabo en contra de determinadas enfermedades y además los avances en la medicina preventiva y curativa¹⁶. Este aumento muestra un comportamiento de tipo logístico en donde primero la curva crece rápidamente (1940-1960) y después disminuye la intensidad de crecimiento (1960-1980), por lo que se puede esperar que en el futuro la esperanza de vida continúe aumentando con un ritmo cada vez menor (ver gráficas 4 y 5).

GRAFICA 4

EVOLUCION DE LA ESPERANZA DE VIDA AL NACIMIENTO EN EL DISTRITO FEDERAL



16 El Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), que es el organismo de salud pública encargado de atender a la población asalariada, fue creado en 1942, para 1965 daba servicios a el 16% de la población del país, aumentando a 33.2% en 1980. Existen además otras instituciones de asistencia públicas (ISSSTE, SSA, etc.) y privadas.

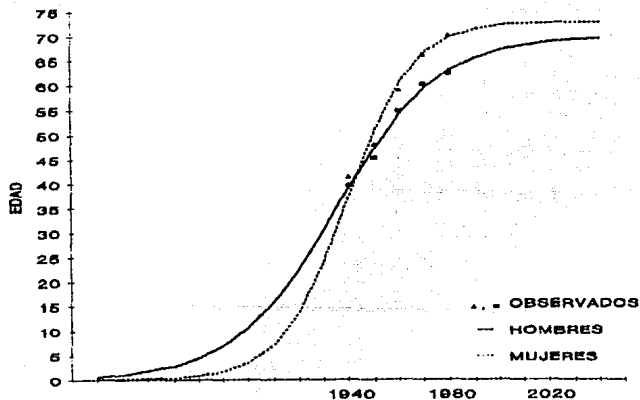
La función logística empleada para proyectar la esperanza de vida al nacimiento tiene la siguiente forma:

$${}^0e_{co}(t) = \frac{P_{max}}{1 + e^{a+bt}} \quad (11)$$

en donde Pmax es el valor máximo que puede tomar la esperanza de vida (asíntota superior) y a y b son los parámetros que la definen y que pueden ser estimados utilizando regresión lineal simple, en el cuadro 7 se muestran los valores estimados de los parámetros.

GRAFICA 5

EVOLUCION DE LA ESPERANZA DE VIDA AL NACIMIENTO EN EL ESTADO DE MEXICO



En 1984 los países desarrollados contaban con una esperanza de vida al nacimiento de 73 años¹⁷, entendiéndose por países desarrollados a Estados Unidos, Canadá, Europa, U.R.S.S., Japón, Australia y Nueva Zelandia. Como se espera que México se convierta en un país desarrollado, es de esperar que alcance una esperanza de vida similar a la que tienen dichos países, la evidencia muestra que la esperanza de vida al nacimiento es mayor para las mujeres que para los hombres (ver cuadro 6) hecho por el cual se considera que en el año 2020 la esperanza de vida al nacimiento sea de 70 años para los hombres y de 73 años para las mujeres.

CUADRO 7

AJUSTE DE UNA FUNCION LOGISTICA $F(t) = P_{MAX} / (1 + \exp(a+bt))$
 PARA LA ESPERANZA DE VIDA AL NACIMIENTO

DISTRITO FEDERAL					
	Pmax	a	b	r	r ²
HOMBRES	70	-0.48755	-0.50848	0.981866	0.964062
MUJERES	73	-0.66204	-0.62777	0.977727	0.955951
ESTADO DE MEXICO					
	Pmax	a	b	r	r ²
HOMBRES	70	-0.24556	-0.49383	0.992167	0.984397
MUJERES	73	-0.06648	-0.76542	0.989937	0.979976

* r representa el coeficiente de correlación; su valor, cercano a la unidad, muestra que la función ajustada refleja en gran medida la evolución de la esperanza de vida al nacimiento.

El aumento de la esperanza de vida es la consecuencia de la disminución de la mortalidad, el comportamiento logístico de la

17 Departamento de Estudios Sociales. 1987. México Social 1987. BANAMEX. Pág. 30.

esperanza de vida es a su vez heredado de la evolución de la mortalidad, por lo que se tiene que el nivel de la mortalidad debe seguir este mismo comportamiento, procurando que ésta se distribuya uniformemente en todas las edades. El cuadro 8 muestra el nivel de la mortalidad y el patrón de la mortalidad por edades que se observaron.

CUADRO 8

NIVEL Y PATRON POR EDADES DE LA MORTALIDAD EN EL DISTRITO FEDERAL Y EN EL ESTADO DE MEXICO, 1940-1980

DISTRITO FEDERAL				
AÑO	NIVEL DE LA MORTALIDAD		PATRON POR EDADES	
	NOMBRES	MUJERES	HOMBRES	MUJERES
1940	1.04	0.66	1.59	1.29
1950	0.54	0.18	1.42	1.14
1960	0.23	-0.05	1.35	1.19
1970	0.14	-0.12	1.25	1.10
1980	-0.04	-0.36	1.20	1.01

ESTADO DE MEXICO				
AÑO	NIVEL DE LA MORTALIDAD		PATRON POR EDADES	
	NOMBRES	MUJERES	HOMBRES	MUJERES
1940	0.79	0.69	1.18	1.10
1950	0.63	0.49	1.18	1.08
1960	0.29	0.10	1.12	1.01
1970	0.11	-0.16	1.15	0.99
1980	0.04	-0.31	1.18	1.01

NOTA: Se utilizaron las tablas de la pauta latinoamericana y del estándar mexicano femenino.

Del estudio anterior puede concluirse que la evolución futura de la mortalidad continuará el descenso que se ha venido observando, pero, con incrementos cada vez menores hasta llegar a un límite que tendrá que fijarse. Como ya se observó, esta evolución está fuertemente determinada por un comportamineto del tipo logístico; considerando los valores obtenidos en el cuadro 8 y disminuyendo en el mismo porcentaje que

CUADRO 9

PATRONES ESTANDARES PARA APLICAR EL SISTEMA LOGITO

x	PAUTA LATINOAMERICANA	ESTANDAR FEMENINO
1	-1.30511	-1.38084
5	-1.07893	-1.21374
10	-1.03358	-1.17265
15	-1.00793	-1.14893
20	-0.97575	-1.11504
25	-0.92945	-1.06724
30	-0.87383	-1.01557
35	-0.81172	-0.96198
40	-0.74310	-0.89942
45	-0.66803	-0.82525
50	-0.58496	-0.73395
55	-0.48992	-0.62228
60	-0.37414	-0.48324
65	-0.23827	-0.31698
70	-0.07118	-0.11443
75	0.145697	0.127567
80	0.450146	0.418445
85	0.950859	0.788291

FUENTE: Virgilio Partida. 1980. Patrones modelo de mortalidad para México. Tesis de Maestro en Demografía. C.E.E.D. El Colegio de México, Pág. 84.

aumentó la esperanza de vida al nacimiento, se obtiene para el año 2020 un nivel de mortalidad de -0.05 y -0.39 para hombres y mujeres respectivamente en el Distrito Federal, mientras que para el Estado de México este nivel alcanzó 0.03 para hombres y -0.33 para mujeres. Como se desea que la mortalidad se distribuya uniformemente en todas las edades, entonces el patrón de la mortalidad debe permanecer cercano a la unidad.

Para proyectar el nivel de la mortalidad se ajustó una curva logística de la forma:

$$f(t) = \frac{P_{\max}}{1 + e^{a+bt}} \quad (12)$$

CUADRO 9

PATRONES ESTANDARES PARA APLICAR EL SISTEMA LOGITO

x	PAUTA LATINOAMERICANA	ESTANDAR FEMENINO
1	-1.30511	-1.38084
5	-1.07893	-1.21374
10	-1.03358	-1.17265
15	-1.00793	-1.14893
20	-0.97575	-1.11504
25	-0.92945	-1.06724
30	-0.87383	-1.01557
35	-0.81172	-0.96198
40	-0.74310	-0.89942
45	-0.66803	-0.82525
50	-0.58496	-0.73395
55	-0.48992	-0.62228
60	-0.37414	-0.48324
65	-0.23827	-0.31698
70	-0.07118	-0.11443
75	0.145697	0.127567
80	0.450146	0.418445
85	0.950859	0.788291

FUENTE: Virgilio Partida. 1980. Patrones modelo de mortalidad para México. Tesis de Maestro en Demografía. C.E.E.D. El Colegio de México, Pág. 84.

aumentó la esperanza de vida al nacimiento, se obtiene para el año 2020 un nivel de mortalidad de -0.05 y -0.39 para hombres y mujeres respectivamente en el Distrito Federal, mientras que para el Estado de México este nivel alcanzó 0.03 para hombres y -0.33 para mujeres. Como se desea que la mortalidad se distribuya uniformemente en todas las edades, entonces el patrón de la mortalidad debe permanecer cercano a la unidad.

Para proyectar el nivel de la mortalidad se ajustó una curva logística de la forma:

$$f(t) = \frac{P_{\max}}{1 + e^{a+bt}} \quad (12)$$

en el cuadro 10 y en las gráficas 6-13 se puede ver el comportamiento seguido por el nivel y patrón de la mortalidad.

CUADRO 10

ESTIMACION DEL NIVEL Y PATRON DE LA MORTALIDAD PARA EL DISTRITO FEDERAL Y EL ESTADO DE MEXICO, 1980-2020

DISTRITO FEDERAL				
AÑO	NIVEL DE LA MORTALIDAD		PATRON POR EDADES	
	NOMBRES	MUJERES	HOMBRES	MUJERES
1980	-0.0418	-0.3350	1.1975	1.0743
1990	-0.0442	-0.3689	1.1448	1.0519
2000	-0.0483	-0.3820	1.0920	1.0296
2010	-0.0495	-0.3870	1.0392	1.0072
2020	-0.0499	-0.3889	0.9865	0.9849

ESTADO DE MEXICO				
AÑO	NIVEL DE LA MORTALIDAD		PATRON POR EDADES	
	NOMBRES	MUJERES	HOMBRES	MUJERES
1980	0.0470	-0.2940	1.0940	1.0024
1990	0.0349	-0.3188	1.0710	1.0020
2000	0.0314	-0.3265	1.0480	1.0016
2010	0.0304	-0.3289	1.0250	1.0012
2020	0.0301	-0.3297	1.0020	1.0008

CUADRO 11

AJUSTE DE UNA FUNCION LOGISTICA $F(t) = P_{max} / (1 + \exp(a+bt))$
PARA EL NIVEL DE LA MORTALIDAD

DISTRITO FEDERAL					
	Pmax	a	b	r	r ²
HOMBRES	-0.05	0.38111	-1.25667	0.993819	0.880197
MUJERES	-0.39	0.50705	-0.97757	0.957444	0.916699

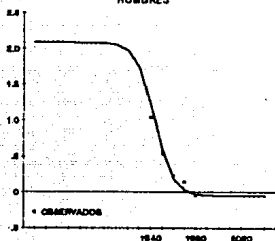
ESTADO DE MEXICO					
	Pmax	a	b	r	r ²
HOMBRES	0.03	0.48001	-1.24479	0.971108	0.943050
MUJERES	-0.33	0.87094	-1.17771	0.965712	0.932599

DISTRITO FEDERAL
EVOLUCION DEL NIVEL Y PATRON DE LA MORTALIDAD

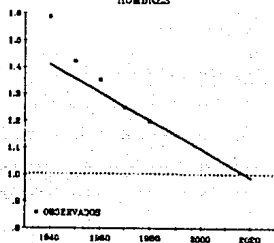
NIVEL DE LA MORTALIDAD

PATRON DE LA MORTALIDAD

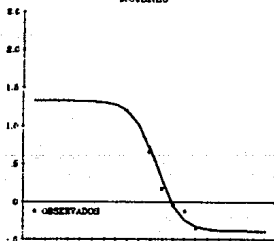
GRAFICA 6
HOMBRES



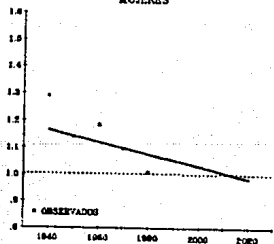
GRAFICA 7
HOMBRES



GRAFICA 8
MUJERES



GRAFICA 9
MUJERES

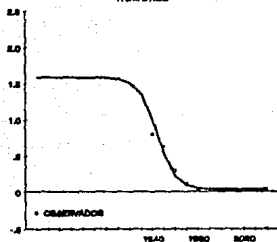


ESTADO DE MEXICO
EVOLUCION DEL NIVEL Y PATRON DE LA MORTALIDAD

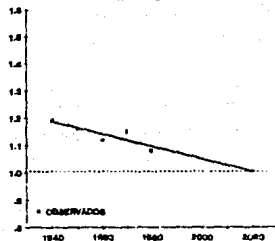
NIVEL DE LA MORTALIDAD

PATRON DE LA MORTALIDAD

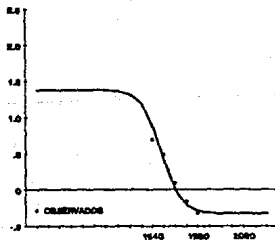
GRAFICA 10
HOMBRES



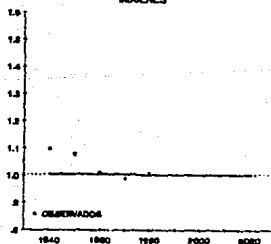
GRAFICA 11
HOMBRES



GRAFICA 12
MUJERES



GRAFICA 13
MUJERES



CUADRO 12

DISTRITO FEDERAL: FUNCION DE SUPERVIVENCIA 1985-2020

x	1 9 8 5		1 9 9 0		1 9 9 5	
	HOMBRES	MUJERES	HOMBRES	MUJERES	HOMBRES	MUJERES
0	0.983847	0.983733	0.983218	0.983864	0.982487	0.983844
5	0.995833	0.996176	0.995722	0.996227	0.995591	0.996242
10	0.995981	0.996635	0.995883	0.996682	0.995766	0.996698
15	0.993840	0.995095	0.993702	0.995168	0.993537	0.995195
20	0.991766	0.993050	0.991603	0.993159	0.991404	0.993203
25	0.990281	0.991066	0.990116	0.991215	0.989911	0.991282
30	0.987894	0.988803	0.987728	0.989002	0.987514	0.989101
35	0.983714	0.985956	0.983550	0.986223	0.983324	0.986365
40	0.976941	0.982160	0.976808	0.982523	0.976591	0.982729
45	0.966020	0.976494	0.965994	0.977003	0.965852	0.977310
50	0.947932	0.966790	0.948196	0.967556	0.948294	0.968043
55	0.919361	0.951755	0.920274	0.952929	0.920948	0.953715
60	0.873962	0.927467	0.876155	0.929305	0.878015	0.930599
65	0.805247	0.882967	0.809534	0.885950	0.813395	0.888164
70	0.711829	0.797032	0.718722	0.801835	0.725182	0.805608
75	0.592087	0.627517	0.601211	0.634125	0.610051	0.639679
80	0.335546	0.326171	0.340280	0.329923	0.344879	0.333155

x	2 0 0 0		2 0 0 5		2 0 1 0	
	HOMBRES	MUJERES	HOMBRES	MUJERES	HOMBRES	MUJERES
0	0.981686	0.983725	0.980834	0.983546	0.979936	0.983329
5	0.995449	0.996235	0.995300	0.996215	0.995147	0.996187
10	0.995639	0.996695	0.995506	0.996680	0.995369	0.996658
15	0.993356	0.995194	0.993168	0.995177	0.992976	0.995149
20	0.991185	0.993209	0.990958	0.993191	0.990727	0.993159
25	0.989684	0.991300	0.989450	0.991288	0.989211	0.991258
30	0.987276	0.989137	0.987029	0.989138	0.986780	0.989116
35	0.983068	0.986432	0.982804	0.986453	0.982537	0.986447
40	0.976336	0.982841	0.976072	0.982896	0.975808	0.982917
45	0.965659	0.977495	0.965456	0.977608	0.965256	0.977677
50	0.948320	0.968363	0.948333	0.968585	0.948351	0.968746
55	0.921517	0.954271	0.922065	0.954689	0.922616	0.955023
60	0.879719	0.931573	0.881381	0.932353	0.883034	0.933013
65	0.817043	0.889924	0.820616	0.891406	0.824156	0.892716
70	0.731415	0.808779	0.737562	0.811571	0.743666	0.814125
75	0.618758	0.644637	0.627450	0.649210	0.636159	0.653546
80	0.349392	0.336094	0.353862	0.338836	0.358299	0.341452

CUADRO 12

(CONCLUSION)

x	2 0 1 5		2 0 2 0	
	HOMBRES	MUJERES	HOMBRES	MUJERES
0	0.978997	0.983083	0.978028	0.982828
5	0.994991	0.996153	0.994836	0.996117
10	0.995231	0.996632	0.995094	0.996604
15	0.992782	0.995114	0.992590	0.995078
20	0.990494	0.993118	0.990266	0.993074
25	0.988973	0.991217	0.988741	0.991172
30	0.986533	0.989080	0.986294	0.989040
35	0.982276	0.986423	0.982028	0.986394
40	0.975554	0.982916	0.975320	0.982909
45	0.965071	0.977717	0.964917	0.977750
50	0.948393	0.968869	0.948477	0.968980
55	0.923196	0.955303	0.923826	0.955565
60	0.884710	0.933598	0.886434	0.934152
65	0.827701	0.893913	0.831275	0.895060
70	0.749767	0.816522	0.755878	0.818840
75	0.644916	0.657728	0.653721	0.661827
80	0.362713	0.343982	0.367098	0.346454

CUADRO 13

ESTADO DE MEXICO: FUNCION DE SUPERVIVENCIA 1985-2020

x	1 9 8 5		1 9 9 0		1 9 9 5	
	HOMBRES	MUJERES	HOMBRES	MUJERES	HOMBRES	MUJERES
0	0.978010	0.980528	0.977741	0.980854	0.977382	0.967179
5	0.994582	0.995569	0.994547	0.995642	0.994491	0.992630
10	0.994818	0.996122	0.994789	0.996186	0.994741	0.993573
15	0.992121	0.994377	0.992085	0.994469	0.992019	0.990720
20	0.989571	0.992083	0.989534	0.992211	0.989458	0.987000
25	0.987830	0.989902	0.987801	0.990064	0.987728	0.983526
30	0.985042	0.987457	0.985026	0.987656	0.984957	0.979702
35	0.980181	0.984424	0.980189	0.984668	0.980128	0.975040
40	0.972459	0.980433	0.972518	0.980735	0.972484	0.969023
45	0.960339	0.974539	0.960501	0.974922	0.960537	0.960310
50	0.940947	0.964555	0.941321	0.965070	0.941518	0.945901
55	0.911581	0.949367	0.912344	0.950067	0.912865	0.924805
60	0.867033	0.925370	0.868459	0.926322	0.869567	0.893323
65	0.802314	0.882250	0.804707	0.883567	0.806720	0.840481
70	0.716916	0.800437	0.720415	0.802189	0.723527	0.749246
75	0.607497	0.639268	0.611903	0.641167	0.615999	0.588984
80	0.345624	0.334963	0.347801	0.335865	0.349856	0.311986

CUADRO 13

(CONCLUSION)

x	2 0 0 0		2 0 0 5		2 0 1 0	
	HOMBRES	MUJERES	HOMBRES	MUJERES	HOMBRES	MUJERES
0	0.976979	0.981123	0.976541	0.981175	0.976087	0.981198
5	0.994427	0.995703	0.994355	0.995715	0.994282	0.995721
10	0.994684	0.996239	0.994621	0.996249	0.994557	0.996254
15	0.991940	0.994545	0.991853	0.994561	0.991762	0.994568
20	0.989366	0.992319	0.989262	0.992340	0.989154	0.992350
25	0.987636	0.990200	0.987531	0.990228	0.987422	0.990241
30	0.984866	0.987824	0.984759	0.987858	0.984649	0.987874
35	0.980040	0.984874	0.979931	0.984916	0.979818	0.984936
40	0.972414	0.980989	0.972315	0.981041	0.972212	0.981067
45	0.960522	0.975246	0.960469	0.975313	0.960409	0.975347
50	0.941643	0.965507	0.941716	0.965599	0.941780	0.965645
55	0.913287	0.950664	0.913638	0.950790	0.913975	0.950855
60	0.870546	0.927143	0.871429	0.927318	0.872292	0.927410
65	0.808576	0.884713	0.810314	0.884962	0.812024	0.885096
70	0.726479	0.803734	0.729309	0.804078	0.732109	0.804271
75	0.619970	0.642882	0.623850	0.643281	0.627715	0.643516
80	0.351859	0.336691	0.353819	0.336889	0.355767	0.337010

x	2 0 1 5		2 0 2 0	
	HOMBRES	MUJERES	HOMBRES	MUJERES
0	0.975617	0.981210	0.975136	0.981215
5	0.994207	0.995724	0.994130	0.995726
10	0.994490	0.996257	0.994423	0.996258
15	0.991669	0.994572	0.991575	0.994574
20	0.989044	0.992356	0.988932	0.992360
25	0.987311	0.990249	0.987198	0.990253
30	0.984535	0.987884	0.984420	0.987889
35	0.979701	0.984949	0.979583	0.984956
40	0.972104	0.981083	0.971996	0.981092
45	0.960344	0.975368	0.960279	0.975380
50	0.941836	0.965674	0.941892	0.965692
55	0.914300	0.950897	0.914624	0.950924
60	0.873136	0.927471	0.873976	0.927511
65	0.813708	0.885188	0.815383	0.885251
70	0.734881	0.804407	0.737643	0.804504
75	0.631566	0.643689	0.635418	0.643821
80	0.357703	0.337102	0.359631	0.337174

El cuadro 11 muestra que la evolución del patrón de la mortalidad esta bien explicado por el ajuste de una curva logística; el valor del coeficiente del correlación (r) que esta cercano a la unidad permite confirmar la observación.

Finalmente en los cuadros 12 y 13 se muestra la función de sobrevivencia por sexo y grupos de edad a ser aplicados a los absolutos de población para cada uno de los periodos de la proyección. El cuadro 14 contiene los coeficientes para multiplicar a los nacimientos ocurridos durante cada uno de los periodos de la proyección y así poder obtener la población sobreviviente de 0 a 4 años de edad.

CUADRO 14

DISTRITO FEDERAL Y ESTADO DE MEXICO FACTORES DE SOBREVIVENCIA PARA ESTIMAR LA POBLACION DEL GRUPO DE EDAD 0-4

AÑO	DISTRITO FEDERAL		ESTADO DE MEXICO	
	NOMBRES	MUJERES	HOMBRES	MUJERES
1985	0.95817	0.96638	0.95103	0.96256
1990	0.95943	0.96952	0.95535	0.96493
1995	0.95992	0.97221	0.95865	0.96643
2000	0.95979	0.97450	0.96116	0.96730
2005	0.95916	0.97644	0.96308	0.96771
2010	0.95811	0.97809	0.96454	0.96779
2015	0.95671	0.97948	0.96566	0.96763
2020	0.95499	0.98065	0.96650	0.96728

PROYECCION DE LA FECUNDIDAD

Varios autores afirman que la fecundidad es una de las variables más difíciles de predecir y que su comportamiento tiene un papel muy importante en la determinación del crecimiento y estructura de la población¹⁸. Durand¹⁹ al referirse a la tendencia de la fecundidad en los países en desarrollo dice: "En aquellos países en desarrollo donde hay evidencia de que una tendencia al descenso de la fecundidad tiene lugar, las proyecciones están generalmente basadas en la expectativa de que esta tendencia continuará en el futuro, de conformidad con la teoría de la transición demográfica y con la experiencia histórica. La pregunta más importante que considerar en estos casos es, ¿ A qué velocidad continuará el descenso durante el período de la proyección y hasta qué niveles caerá la fecundidad ?. El problema es más difícil donde aún no hay evidencia de descenso, la pregunta crucial en este caso es, ¿ Tendrá lugar un descenso durante el período de proyección ? y si así es, ¿ Cuándo comenzará ? Aún más difícil es el caso de países donde la fecundidad ya ha comenzado a descender lentamente; en este caso hay pocas guías teóricas o empíricas sobre expectativas acerca de las tendencias futuras."

-
- 18 Veanse Spiegelman M. (1972). *Introducción a la Demografía* Fondo de Cultura Económica. Pág. 273.
Pressat R. (1967). *El Análisis Demográfico*. Fondo de Cultura Económica. Pág. 379.
Naciones Unidas. (1979). *Prospects of population: Methodology and Assumptions*. ST/ESA/SER.A/67. Nueva York. Págs. 100 y 208.
- 19 Naciones Unidas. *Prospects of Population...* op. cit., pág. 208.

Ahora el problema de la formulación de hipótesis se puede considerar como la necesidad de responder las preguntas antes mencionadas. Un procedimiento utilizado para dar la respuesta, y con esto formular las hipótesis de la tendencia futura de la fecundidad, esta basado en la intuición demográfica, utilizando la experiencia observada, o bien estimada, de los niveles y tendencias de la fecundidad reciente y pasada.

La tasa global de fecundidad (TGF) es una medida resumen de la fecundidad, que representa el número promedio de hijos que cada mujer tendría dentro de su período reproductivo, usualmente considerado entre los 15 y los 49 años, si no muriera. Según las hipótesis establecidas, se proyecta la TGF e independientemente la estructura por edades (tasas específicas de fecundidad) tratando de que exista coherencia con el nivel de la TGF; una manera de proyectar la estructura por edades de la fecundidad es utilizar un procedimiento basado en la función de Gompertz linealizada mediante una transformación logarítmica conocido con el nombre de *SISTEMA BILOGITO*²⁰, ésta misma idea es la utilizada por William Brass para desarrollar su Sistema Logito.

EL MODELO DEL DOBLE LOGARITMO DE LA FUNCION DE GOMPERTZ (SISTEMA BILOGITO)

Muchos autores han planteado la posibilidad de representar la fecundidad actual acumulada ($F(x) = \sum_{15}^x f_x$) o la paridez media (número medio de hijos por mujer a una edad determinada) a través de la función

20 Chackiel, Juan. (1982). *Proyección de la fecundidad*. CELADE.

de Gompertz. Se han desarrollado, incluso, métodos de estimación de la tasa global de fecundidad basados en esta función²¹.

El modelo propuesto por Brass, es más fácil de manejar que los propuestos anteriormente, lo que se refleja en un mayor respeto por los datos observados y en la importancia del juicio crítico del demógrafo para estudiar la coherencia de los resultados, lo que constituye una constante en todas las técnicas desarrolladas por él.

La representación de la fecundidad acumulada mediante la función de Gompertz sería la siguiente:

$$F(x) = (TGF)A^{B^x} \quad (1)$$

donde :

- x -Es la variable edad.
- F(x) -Es la fecundidad acumulada hasta la edad x.
- TGF -Tasa Global de Fecundidad, que es el valor de F(x) para la edad límite superior del período reproductivo.
- A y B -Parámetros positivos y menores que uno.

La distribución relativa acumulada adopta, entonces, la siguiente forma:

$$\frac{F(x)}{TGF} = A^{B^x} \quad (2)$$

Aplicando logaritmo natural, se tiene:

$$\ln \left(\frac{F(x)}{TGF} \right) = B^x \ln(A)$$

Dado que los miembros de la igualdad son negativos, se multiplica por (-1) y se aplica nuevamente logaritmo natural:

21 Brass, W. Cuatro lecciones. CELADE, Serie D, No. 91, Sesión III.

$$\text{Ln} \left[-\text{Ln} \left(\frac{F(x)}{\text{TGF}} \right) \right] = x \text{Ln}(B) + \text{Ln} [-\text{Ln}(A)] \quad (3)$$

lo que constituye una recta de la forma:

$$V(x) = \alpha_0 + \beta_0 x \quad (4)$$

en donde:

$$V(x) = \text{Ln} \left[-\text{Ln} \left(\frac{F(x)}{\text{TGF}} \right) \right]$$

$$\alpha_0 = \text{Ln} [-\text{Ln}(A)]$$

$$\beta_0 = \text{Ln}(B)$$

Considérese ahora una distribución estándar (modelo) $\frac{F^*(x)}{\text{TGF}^*}$; en ese

caso:

$$V^*(x) = \alpha_s + \beta_s x \quad (5)$$

en donde

$$V^*(x) = \text{Ln} \left[-\text{Ln} \left(\frac{F^*(x)}{\text{TGF}^*} \right) \right]$$

Si $V(x)$ y $V^*(x)$ se comportan linealmente con respecto a la edad x , también habrá una relación lineal entre ellos, ya que de (5) se obtiene:

$$x = \frac{1}{\beta_s} V^*(x) - \frac{\alpha_s}{\beta_s}$$

que sustituyendo en (4), conduce a:

$$V(x) = \alpha_0 - \alpha_s \frac{\beta_0}{\beta_s} + \frac{\beta_0}{\beta_s} V^*(x)$$

y llamando:

$$\alpha = \alpha_0 - \alpha_s \frac{\beta_0}{\beta_s} \quad \text{y} \quad \beta = \frac{\beta_0}{\beta_s}$$

se tiene:

$$V(x) = \alpha + \beta V^*(x) \quad (6)$$

INTERPRETACION DE LOS PARAMETROS DEL SISTEMA BILOGITO

Dada la relación encontrada en la ecuación (6), la experiencia ha demostrado que el parámetro α está asociado con la edad media a la fecundidad y representa la diferencia entre la distribución estándar y la observada, mientras que β esta más ligado con la dispersión de las tasas de fecundidad por edades, indicando si se trata de una región de alta o baja fecundidad.

El análisis se vuelve más sencillo si se fija un parámetro y se varía el otro, teniéndose los siguientes casos:

a) $\beta = 1$

- i) Si $\alpha < 0 \rightarrow V(x) < V^*(x)$, lo que indica que la edad media a la fecundidad en la distribución observada es menor que en la distribución estándar
- ii) Si $\alpha > 0 \rightarrow V(x) > V^*(x)$, lo que indica que la edad media a la fecundidad en la distribución observada es mayor que en la distribución estándar

b) $\alpha = 0$

- i) Si $\beta < 1 \rightarrow$ se tiene una menor concentración de las tasas con respecto a la estándar.
- ii) Si $\beta > 1 \rightarrow$ se tiene una mayor concentración de las tasas con respecto a la estándar.

Por lo tanto se puede decir que:

- $\alpha < 0 \rightarrow$ edad media de la fecundidad menor que la estándar.
- $\alpha > 0 \rightarrow$ edad media de la fecundidad mayor que la estándar.
- $\beta < 1 \rightarrow$ menor concentración de las tasas de fecundidad por edades que en la estándar y se trata de una región de alta fecundidad.

$\beta > 1$ \rightarrow mayor concentración de las tasas de fecundidad por edades que en la estándar y se trata de una región de baja fecundidad.

y por consiguiente, si la fecundidad considerada es más baja que la estándar se espera tener $\alpha < 0$ y $\beta > 1$, si se trata de un nivel más elevado entonces se espera $\alpha > 0$ y $\beta < 1$.

EVOLUCION DEL NIVEL DE LA FECUNDIDAD EN MEXICO

Dado que la fecundidad es una de las variables más importantes en la dinámica del crecimiento de la población, a niveles bajos de mortalidad y de migración es la variable que determina el crecimiento, se utilizarán tres indicadores de la fecundidad, tasa bruta de natalidad (TBN), tasas específicas de fecundidad (sf_x) y tasa bruta de reproducción (R'), que permiten estudiar el comportamiento del fenómeno.

La forma más simple de medir la fecundidad es a través de la tasa bruta de natalidad que no es otra cosa que el cociente que resulta de dividir el total de nacimientos en un año dado entre la población media del mismo.

En el cuadro 15 y la gráfica 14 se muestra la evolución de la tasa bruta de natalidad, en donde se observa para 1900 un promedio a nivel nacional de 32.3 nacimientos por cada mil habitantes manteniéndose aproximadamente en ese nivel hasta 1921, después aumentó considerablemente hasta 49.4 en 1930 y de 1940 a 1970 la tasa permaneció "casi" constante a un nivel aproximado de 45 nacimientos por mil, para descender finalmente a 34.4 en 1980.

La tendencia general de la tasa bruta de natalidad es por lo tanto de la siguiente manera, a nivel nacional hay estabilidad de 1900 a 1921, un aumento a niveles elevados en 1930 para permanecer "estable" hasta 1960 y el inicio de un posible descenso a partir de ese año; mientras que en el Distrito Federal y en el Estado de México el comportamiento de la tasa es de manera decreciente a partir de 1960.

CUADRO 15
TASA BRUTA DE NATALIDAD, 1900-1980

AÑO	MEXICO	DISTRITO FEDERAL	ESTADO DE MEXICO
1900	32.3	—	—
1910	32.0	—	—
1921	31.6	—	—
1930	49.4	—	—
1940	44.5	—	—
1950	45.6	38.5	47.5
1960	46.1	43.6	47.9
1970	44.2	43.4	37.8
1980	34.4	33.0	26.7

* Tasa por mil.

FUENTE: Para México, Secretaría de programación y presupuesto. *Datos básicos sobre la población de México 1980-2000*. México D.F. 1981. Pág. 7.

Por último es conveniente señalar que para 1970 y 1980 las tasas del Estado de México son bastante inferiores en comparación con el promedio nacional lo cual puede ser producto de la estructura por edad de la población.

Las tasas específicas de fecundidad relacionan los nacimientos ocurridos en un periodo determinado, generalmente de un año, con las mujeres en edad de procrear, teniéndose así una mejor caracterización

del fenómeno ya que muestran el número promedio de hijos por mujer dentro de cada grupo de edad. Las tasas específicas de fecundidad se calculan a partir de la siguiente relación:

$$sf_x = \frac{\sum_{x=-1}^1 N_x^z}{3 \cdot sPF_x} \quad (7)$$

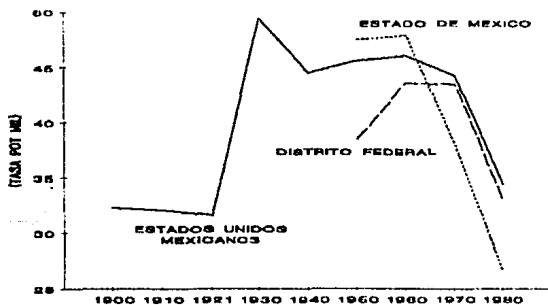
donde

N_x^z es el número de nacimientos ocurridos en el período, provenientes de mujeres con edades comprendidas entre los x y $x+4$ años.

sPF_x es la población femenina a mitad del período con edades comprendidas entre los x y $x+4$ años.

GRAFICA 14

ESTADOS UNIDOS MEXICANOS: TASA BRUTA DE NATALIDAD, 1900-1980



Fuente: Cuadro 15.

En la expresión (7) se consideran los nacimientos de los años adyacentes por ser eventos registrados y no ocurridos.

En el siguiente cuadro se puede observar el comportamiento de la estructura por edad de la fecundidad, se puede decir entonces que dicha estructura se ha modificado un poco teniéndose para el Distrito Federal que el grupo de edad de mayor fecundidad es el 25-29, siguiendo los grupos 20-34 y 30-34 con excepción del año 1970 en donde éstos dos grupos se intercambian; el Estado de México presenta un comportamiento distinto, hasta 1970 los grupos de edad de mayor fecundidad son el 25-29, 20-24 y 30-34 en ese orden, mientras que para 1980 el grupo de mayor

CUADRO 16

TASAS ESPECIFICAS DE FECUNDIDAD PARA EL DISTRITO FEDERAL Y EL ESTADO DE MEXICO, 1950-1980

DISTRITO FEDERAL				
EDAD	1950	1960	1970	1980
15-19	0.066767	0.061369	0.060207	0.065903
20-24	0.202843	0.248285	0.242763	0.181716
25-29	0.227963	0.280616	0.296659	0.185808
30-34	0.172960	0.245720	0.248569	0.139127
35-39	0.114344	0.162991	0.167470	0.093268
40-45	0.068861	0.020089	0.024765	0.016850
ESTADO DE MEXICO				
EDAD	1950	1960	1970	1980
15-19	0.127394	0.118601	0.083120	0.074479
20-24	0.297742	0.319967	0.242428	0.185344
25-29	0.323647	0.335144	0.261201	0.171817
30-34	0.255936	0.291846	0.219598	0.127392
35-39	0.201917	0.236036	0.177823	0.097013
40-45	0.083855	0.025216	0.039058	0.021986

fecundidad es reemplazado por el 20-24 lo cual indica que las mujeres tienen a sus hijos a edades tempranas. Este mismo comportamiento se observa en la gráfica 15.

La tasa bruta de reproducción representa la medida de cómo una generación de mujeres es reemplazada por la que le sigue, suponiendo que la fecundidad permanezca constante y que la mortalidad de las mujeres sea nula hasta el final del período fértil de una mujer, considerado entre los 15 y los 49 años. La tasa bruta de reproducción es calculada a partir de la siguiente relación:

$$R' = \frac{N^f}{N} \cdot 5 \sum_{x=15}^{45} sf_x \quad (8)$$

en donde N^f son los nacimientos femeninos y N los nacimientos del período en cuestión más los de los dos adyacentes.

Generalmente se considera que el cociente $\frac{N^f}{N}$ es igual a una cantidad que se aproxima a 0.4878, indicando que de cada 205 nacimientos, 100 son niñas; por lo que la ecuación (8) queda:

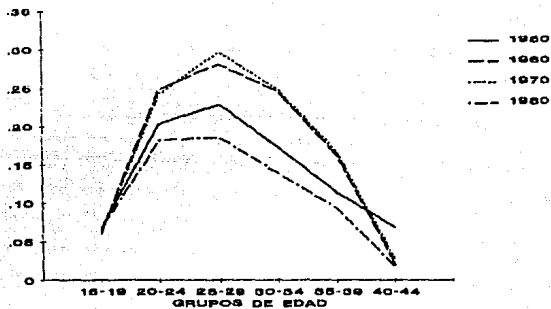
$$R' = (0.4878) \cdot 5 \sum_{x=15}^{45} sf_x = 0.4878 \cdot TGF \quad (9)$$

En el cuadro 17 se puede ver el comportamiento seguido por la tasa bruta de reproducción en el Distrito Federal y en el Estado de México, como ya se había mencionado antes el nivel de la fecundidad crece en un principio y se nota un posible descenso a partir de 1970, mismo comportamiento seguido por la tasa bruta de reproducción. El descenso en el nivel de la fecundidad es explicado por el desarrollo económico y social que existe actualmente en el Área Metropolitana.

GRAFICA 15

TASAS ESPECIFICAS DE FECUNDIDAD PARA EL DISTRITO FEDERAL
Y EL ESTADO DE MEXICO, 1950-1980

DISTRITO FEDERAL



ESTADO DE MEXICO



Fuente: Cuadro 13.

CUADRO 17

TASA BRUTA DE REPRODUCCION PARA EL DISTRITO FEDERAL Y EL ESTADO DE MEXICO, 1950-1980

	1950	1960	1970	1980
DISTRITO FEDERAL	2.08	2.49	2.54	1.67
ESTADO DE MEXICO	3.15	3.24	2.50	1.65

Para estudiar mejor el comportamiento del descenso de la fecundidad en el Area Metropolitana de la Ciudad de México, fue necesario obtener las tasas brutas de reproducción para cada uno de los años comprendidos entre 1970 y 1985, donde es más clara la evolución de la tasa. En 1970 se tenía una tasa de 2.54 para el Distrito Federal y de 2.50 para el Estado de México pasando en 1985 a 1.38 y 1.61 respectivamente; es importante notar que la tasa creció a partir de 1983 en el Estado de México, hecho originado por la inmigración hacia las orillas del Area Metropolitana.

Los niveles observados en 1960 son demasiado altos y considerando además que el proceso de urbanización llevado a cabo en las zonas rurales del Area Metropolitana trae consigo una disminución de la fecundidad, es posible plantear que para el año 2020 la tasa bruta de reproducción alcance un valor de 1.2 tanto para el Distrito Federal como para el Estado de México, no es acertado pensar que se pueda alcanzar un nivel inferior a éste porque sólo los países desarrollados presentan niveles inferiores (pero siempre mayores que la unidad) y se han mantenido así durante varios periodos.

Considerar un descenso lineal de la tasa bruta de reproducción no es lo más probable que pueda esperarse, este comportamiento está mejor determinado por una curva logística como puede observarse en el cuadro 18 y en las gráficas 16 y 17.

CUADRO 18

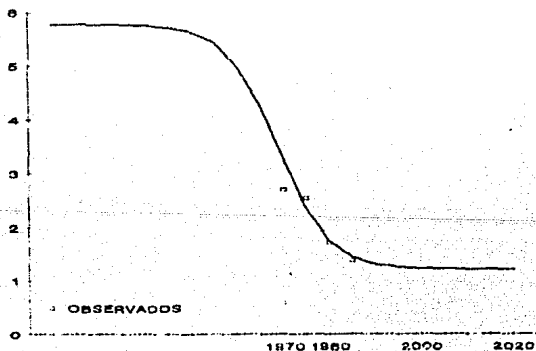
AJUSTE DE UNA FUNCION LOGISTICA $F(T) = P_{MAX} / (1 + \text{EXP}(a+bt))$
A LA EVOLUCION DE LA TASA BRUTA DE REPRODUCCION

	Pmax	a	b	r*	r ²
DISTRITO FEDERAL	1.2	-0.20687	-1.82635	0.969886	0.940872
ESTADO DE MEXICO	1.2	-0.20666	-1.98589	0.950023	0.902544

* r representa el coeficiente de correlación; su valor, cercano a la unidad, muestra que la función ajustada refleja en gran medida la evolución de la esperanza de vida al nacimiento.

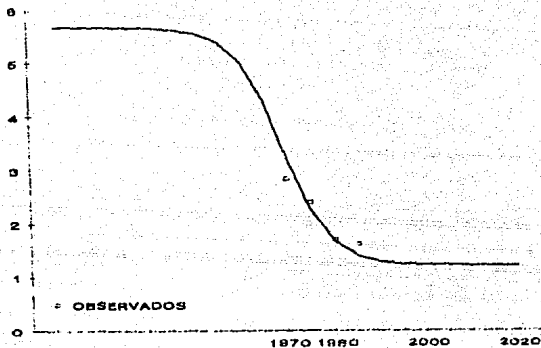
GRAFICA 16

EVOLUCION DE LA TASA BRUTA DE REPRODUCCION EN EL DISTRITO FEDERAL



GRAFICA 17

EVOLUCION DE LA TASA BRUTA DE REPRODUCCION EN EL ESTADO DE MEXICO



La disminución de la tasa bruta de reproducción es la consecuencia de la edad media a la fecundidad (promedio de años que deben transcurrir antes de que una mujer tenga su primer hijo nacido vivo), el comportamiento logístico es a su vez heredado de la evolución de la edad media a la fecundidad, por lo que el comportamiento de ésta debe ser similar al de la tasa bruta de reproducción, procurando que sea uniforme.

Por lo tanto se puede concluir que la evolución futura de la fecundidad continuará en descenso pero con incrementos cada vez menores, hasta llegar a un límite que habrá de fijarse, como ya se hizo notar, esta evolución está fuertemente determinada por un comportamiento de tipo logístico; considerando los valores que se alcanzan en 1985 y

disminuyendo en el mismo porcentaje que disminuyó la tasa bruta de reproducción se espera que para el año 2020 el nivel de la fecundidad sea de -0.20 para el Distrito Federal y de -0.35 para el Estado de México. Como se desea que la fecundidad se distribuya uniformemente en todas las edades del período reproductivo, entonces la dispersión debe permanecer cercana a la unidad. En el cuadro 19 y en las gráficas 18-25 se puede observar el comportamiento seguido por el nivel de la fecundidad y la dispersión.

CUADRO 19

ESTIMACION DEL NIVEL Y DISPERSION DE LA FECUNDIDAD PARA EL DISTRITO FEDERAL Y EL ESTADO DE MEXICO, 1980-2020

AÑO	NIVEL DE LA FECUNDIDAD		DISPERSION POR EDADES	
	DISTRITO FEDERAL	ESTADO DE MEXICO	DISTRITO FEDERAL	ESTADO DE MEXICO
1980	-0.1250	-0.2187	0.9917	1.0275
1990	-0.1948	-0.3419	0.9927	1.0313
2000	-0.2013	-0.3479	0.9938	1.0352
2010	-0.2019	-0.3482	0.9949	1.0390
2020	-0.2019	-0.3482	0.9959	1.0430

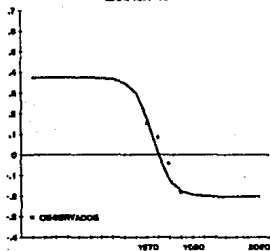
Finalmente se muestra en los cuadros 20 y 21 la proyección de los nacimientos por sexo, para cada período y en los cuadros 22, 23, 24 y 25 los resultados de la proyección (población total por sexo y grupos de edad y la población económicamente activa por sexo y grupos de edad).

EVOLUCION DEL NIVEL Y DISPERSION DE LA FECUNDIDAD

DISTRITO FEDERAL

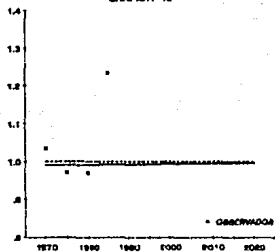
NIVEL DE LA FECUNDIDAD

GRAFICA 18



DISPERSION DE LA FECUNDIDAD

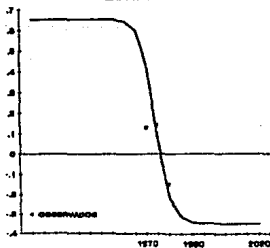
GRAFICA 19



ESTADO DE MEXICO

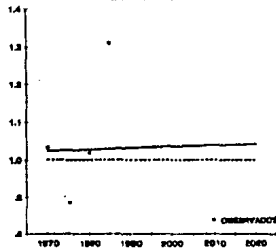
NIVEL DE LA FECUNDIDAD

GRAFICA 20



DISPERSION DE LA FECUNDIDAD

GRAFICA 21



CUADRO 20

DISTRITO FEDERAL: NACIMIENTOS POR EDAD DE LA MADRE 1985-2020

NACIMIENTOS FEMENINOS				
	1985	1990	1995	2000
TOTAL	608,880	618,305	633,690	643,170
15-19	95,225	92,790	87,560	85,735
20-24	194,770	183,790	183,070	175,735
25-29	159,930	163,025	161,020	164,150
30-34	89,735	100,865	108,730	110,220
35-39	45,490	52,045	62,170	68,875
40-44	17,405	19,170	23,365	28,705
45-49	6,325	6,620	7,775	9,750
	2005	2010	2015	2020
TOTAL	651,680	664,310	678,655	693,425
15-19	90,265	91,915	93,630	94,845
20-24	173,725	183,840	187,750	191,645
25-29	159,220	158,090	167,605	171,300
30-34	113,595	110,660	110,040	116,740
35-39	70,605	73,075	71,285	70,905
40-44	32,160	33,105	34,310	33,475
45-49	12,110	13,625	14,035	14,545

NACIMIENTOS MASCULINOS				
	1985	1990	1995	2000
TOTAL	639,336	649,232	665,388	675,342
15-19	99,988	97,431	91,490	90,024
20-24	204,512	192,983	192,227	184,525
25-29	167,930	171,180	169,074	172,361
30-34	94,224	105,910	114,169	115,733
35-39	47,765	54,648	65,280	72,320
40-44	18,276	20,129	24,534	30,141
45-49	6,641	6,951	8,164	10,238
	2005	2010	2015	2020
TOTAL	684,278	697,540	712,601	728,111
15-19	94,780	96,513	98,313	99,589
20-24	182,415	193,036	197,141	201,231
25-29	167,184	165,998	175,989	179,869
30-34	119,277	116,195	115,544	122,548
35-39	74,137	76,730	74,851	74,452
40-44	33,769	34,761	36,026	35,149
45-49	12,716	14,307	14,737	15,273

CUADRO 21

ESTADO DE MEXICO: NACIMIENTOS POR EDAD DE LA MADRE 1985-2020

NACIMIENTOS FEMENINOS				
	1985	1990	1995	2000
TOTAL	319,265	349,460	384,175	400,945
15-19	67,175	74,690	73,210	62,635
20-24	106,390	114,850	128,950	128,525
25-29	75,675	81,990	92,000	105,365
30-34	40,510	44,975	51,270	58,790
35-39	20,145	22,340	26,230	30,590
40-44	7,170	8,075	9,485	11,400
45-49	2,200	2,540	3,030	3,640
	2005	2010	2015	2020
TOTAL	398,500	395,020	401,870	414,725
15-19	59,615	65,355	70,230	71,310
20-24	111,410	106,825	117,795	127,235
25-29	106,120	92,275	88,595	97,745
30-34	68,035	68,660	59,705	57,280
35-39	35,460	41,095	41,450	36,000
40-44	13,440	15,595	18,060	18,185
45-49	4,420	5,125	6,035	6,970
NACIMIENTOS MASCULINOS				
	1985	1990	1995	2000
TOTAL	335,235	366,940	403,392	421,000
15-19	70,535	78,426	76,872	65,768
20-24	111,712	120,595	135,400	134,954
25-29	79,460	86,091	96,602	110,635
30-34	42,536	47,225	53,835	61,731
35-39	21,153	23,475	27,542	32,120
40-44	7,529	8,479	9,959	11,970
45-49	2,310	2,667	3,182	3,822
	2005	2010	2015	2020
TOTAL	418,433	414,779	421,971	435,470
15-19	62,597	68,624	73,743	74,877
20-24	116,983	112,168	123,187	133,599
25-29	111,428	96,891	93,027	102,634
30-34	71,438	72,094	62,691	60,145
35-39	37,234	43,151	43,523	37,801
40-44	14,112	16,375	18,963	19,095
45-49	4,641	5,476	6,337	7,319

CUADRO 22

AREA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MEXICO POBLACION FEMENINA POR SEXO Y GRUPOS DE EDAD 1980-2020

EDAD	1980	1985	1990	1995	2000
TOTAL	7,125,348	7,847,576	8,604,892	9,356,645	10,132,236
0-4	889,457	893,391	933,830	983,697	1,009,972
5-9	981,522	873,832	878,051	913,124	966,721
10-14	889,311	977,527	870,328	873,663	909,513
15-19	829,994	886,142	974,086	866,354	870,640
20-24	757,207	825,712	881,620	967,631	861,964
25-29	615,792	751,701	819,786	873,506	960,710
30-34	478,276	610,052	744,809	810,389	865,535
35-39	378,337	472,700	603,070	734,360	801,212
40-44	302,070	372,822	465,935	592,577	724,018
45-49	249,186	296,507	366,074	455,693	582,047
50-54	206,476	243,180	289,482	355,601	445,089
55-59	159,689	199,492	235,106	278,094	344,001
60-64	119,279	151,888	189,945	222,155	265,048
65-69	93,919	110,567	141,035	174,822	206,661
70-74	72,868	82,912	97,894	123,559	155,336
75-79	49,821	58,133	66,488	77,533	99,781
80-84	29,349	31,391	36,955	41,752	49,950
85 y+	22,795	9,627	10,398	12,135	14,038

EDAD	2005	2010	2015	2020
TOTAL	10,873,732	11,575,765	12,242,834	12,874,817
0-4	1,016,274	1,025,213	1,045,547	1,071,887
5-9	992,435	998,510	1,007,154	1,026,967
10-14	962,880	988,474	994,507	1,003,097
15-19	906,354	959,517	985,003	990,999
20-24	866,258	901,770	954,634	979,965
25-29	855,799	860,093	895,320	947,766
30-34	951,927	847,967	852,254	887,123
35-39	855,705	941,088	838,299	842,578
40-44	789,925	843,609	927,749	826,408
45-49	711,191	775,917	828,601	911,211
50-54	568,574	694,768	757,988	809,409
55-59	430,655	550,224	672,408	733,601
60-64	327,953	410,677	524,835	641,503
65-69	246,682	305,355	382,556	489,135
70-74	183,824	219,604	272,051	341,147
75-79	125,758	149,121	178,449	221,443
80-84	64,635	81,857	97,468	117,071
85 y+	16,903	22,001	28,011	33,507

CUADRO 23

AREA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MEXICO
POBLACION MASCULINA POR SEXO Y GRUPOS DE EDAD 1980-2020

EDAD	1980	1985	1990	1995	2000
TOTAL	6,708,172	7,469,466	8,253,720	9,058,735	9,853,099
0-4	902,695	926,849	970,799	1,024,576	1,053,764
5-9	988,763	885,990	909,549	952,008	1,003,992
10-14	869,822	984,140	881,782	905,197	947,326
15-19	771,921	865,927	979,650	877,686	900,953
20-24	693,414	766,685	859,922	972,714	871,357
25-29	572,571	687,193	759,673	851,871	963,421
30-34	451,238	566,536	679,867	751,409	842,397
35-39	358,377	445,317	559,071	670,795	741,194
40-44	282,576	352,067	437,461	549,151	658,757
45-49	223,940	275,588	343,337	426,584	535,438
50-54	179,359	215,885	265,654	330,933	411,160
55-59	137,181	169,619	204,183	251,252	313,010
60-64	96,498	125,804	155,667	187,468	230,771
65-69	69,652	84,153	109,940	136,261	164,325
70-74	51,544	56,035	68,014	89,211	110,968
75-79	32,666	36,755	40,298	49,292	65,123
80-84	16,154	19,463	22,194	24,645	30,516
85 y+	9,801	5,460	6,659	7,682	8,627

EDAD	2005	2010	2015	2020
TOTAL	10,608,494	11,319,611	11,991,088	12,622,873
0-4	1,061,998	1,072,882	1,095,605	1,124,603
5-9	1,031,831	1,039,139	1,048,996	1,070,354
10-14	998,917	1,026,482	1,033,626	1,043,304
15-19	942,768	993,986	1,021,296	1,028,293
20-24	894,393	935,734	986,396	1,013,332
25-29	862,886	885,619	926,352	976,301
30-34	952,506	852,959	875,351	915,410
35-39	830,719	939,090	840,790	862,795
40-44	727,680	815,327	921,466	824,858
45-49	642,167	709,134	794,294	897,485
50-54	516,055	618,818	683,161	764,987
55-59	388,959	488,278	585,535	646,352
60-64	287,640	357,681	449,344	539,151
65-69	202,556	252,860	315,001	396,480
70-74	134,267	166,044	208,002	260,123
75-79	81,560	99,321	123,604	155,855
80-84	40,794	51,671	63,607	79,998
85 y+	10,798	14,586	18,662	23,192

CUADRO 24

AREA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MEXICO
POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA FEMENINA 1980-2020

EDAD	1980	1985	1990	1995	2000
TOTAL	1,629,361	2,005,285	2,412,646	2,788,651	3,135,850
12-14	40,880	40,240	30,807	25,399	21,049
15-19	251,488	291,873	346,531	331,056	355,656
20-24	345,286	408,315	469,903	553,001	525,798
25-29	270,333	344,091	390,628	432,604	493,805
30-34	194,180	254,392	318,778	355,761	389,491
35-39	147,930	191,680	253,289	319,079	359,744
40-44	112,370	145,913	191,383	254,882	325,446
45-49	86,966	109,485	142,586	186,720	250,280
50-54	65,246	81,526	102,621	132,906	174,920
55-59	45,032	59,498	73,941	91,980	119,368
60-64	28,031	35,865	45,064	52,956	63,479
65-69	18,220	20,082	23,870	27,425	29,863
70-74	11,877	12,323	13,142	14,812	16,388
75 y+	11,522	10,002	10,103	10,070	10,563

EDAD	2005	2010	2015	2020
TOTAL	3,484,595	3,846,485	4,193,177	4,490,860
12-14	16,757	11,524	5,805	0
15-19	394,151	442,577	480,312	509,373
20-24	561,768	619,516	692,587	748,693
25-29	455,927	474,341	510,556	558,234
30-34	438,838	400,240	411,639	438,239
35-39	396,619	449,840	412,862	427,187
40-44	370,376	411,892	470,949	435,517
45-49	320,214	365,069	406,636	465,629
50-54	234,395	299,792	341,663	380,422
55-59	156,435	208,810	266,105	302,244
60-64	78,914	99,281	127,469	156,527
65-69	32,593	36,566	41,077	46,468
70-74	16,751	16,855	16,969	16,375
75 y+	10,857	10,182	8,548	5,952

CUADRO 25

AREA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MEXICO
POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA MASCULINA 1980-2020

EDAD	1980	1985	1990	1995	2000
TOTAL	3,245,435	3,883,181	4,579,769	5,241,275	5,845,692
12-14	47,303	48,164	37,091	31,296	26,137
15-19	355,084	410,125	477,334	439,611	463,540
20-24	557,505	621,111	701,911	799,936	721,919
25-29	541,080	649,741	718,651	806,296	912,360
30-34	439,055	551,948	663,210	733,939	823,864
35-39	349,776	435,353	547,470	657,966	728,223
40-44	275,229	343,529	427,618	537,756	646,241
45-49	215,878	266,321	332,608	414,266	521,249
50-54	168,239	203,337	251,242	314,262	392,041
55-59	122,640	152,530	184,684	228,577	286,404
60-64	76,330	100,077	124,534	150,818	186,694
65-69	46,876	52,259	62,556	70,447	76,411
70-74	27,988	27,569	29,994	34,792	37,618
75 y+	22,452	21,117	20,866	21,313	22,991
EDAD		2005	2010	2015	2020
TOTAL		20,733,401	22,096,857	15,166,371	7,770,493
12-14		20,726	14,262	7,190	0
15-19		497,899	538,492	567,202	585,099
20-24		746,483	786,718	835,354	864,372
25-29		817,584	839,567	878,645	926,510
30-34		932,742	836,326	859,376	899,848
35-39		817,531	925,708	830,175	853,304
40-44		715,128	802,689	908,796	814,960
45-49		626,675	693,710	778,905	882,228
50-54		494,058	594,839	659,336	741,272
55-59		357,940	451,901	544,987	604,985
60-64		233,995	292,583	369,585	445,878
65-69		83,656	91,282	97,335	101,895
70-74		38,669	39,352	38,688	35,117
75 y+		23,951	23,057	20,304	15,025

CAPITULO IV

MÉTODOS GENERALES DE PROYECCION DE LA POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA

Son varios los métodos disponibles para proyectar la población económicamente activa (PEA), pero todos requieren de dos insumos relativos a ésta: la estructura por sexo y edad que presentan tanto la población actual como la estimada para el año de proyección de la PEA, y las tasas de participación económica por sexo y edad. Ambos insumos deben estar referidos a la fecha de la cual partirá dicha proyección. Una vez obtenidas las Tasas Participación Económica por sexo y edad a fechas futuras, de acuerdo con cualquiera de los métodos, se procede a aplicarles a las proyecciones de la población correspondiente a cada grupo de edad y sexo en los años considerados, para obtener la PEA. A continuación se describen brevemente los diferentes métodos de proyección de las Tasas de Actividad Económica (TAE).

EXTRAPOLACION POR COHORTE

Para poder aplicar este método, se debe suponer que la variación de la tasa de actividad de un grupo por sexo y edad determinada durante el período de proyección es igual que la variación observada durante un período anterior en la tasa de actividad de una cohorte de las mismas características. La fórmula es la siguiente:

$$a_x^{t_1} = a_{x_0}^t \cdot \frac{a_x^t}{a_{x_0}^{t_0}}$$

en donde x_0 representa el grupo de edad que precede al grupo de edad x y $a_x^t / a_{x_0}^{t_0}$ es la relación por cohorte de las tasas de actividad.

EXTRAPOLACION DIRECTA

Las TAE se extrapolan linealmente de acuerdo a las tendencias observadas en el pasado.

Una de las desventajas de éste método es que se pueden obtener resultados absurdos, si la tendencia es creciente en un futuro se pueden tener tasas con cifras superiores al 100%.

Para solucionar este inconveniente, se plantea un método que pondera las tasas de actividad utilizando el siguiente coeficiente de corrección:

$$a_x^{t1} = a_x^t \frac{100 \pm \Delta x}{100}$$

en donde $\Delta x^{t,t_1}$ se puede calcular por los siguientes métodos:

$$a: \Delta x^{t,t_1} = \frac{a_x^t}{a_x^{t_0}} \left(\frac{a_x^t \cdot u_x}{a_x^{t_0} \cdot u_x^{t_0}} \right)$$

$$b: \Delta x^{t,t_1} = 1 + \left(\frac{a_x^t}{a_x^{t_0}} - 1 \right) \left(\frac{a_x^t \cdot u_x^t}{a_x^{t_0} \cdot u_x^{t_0}} \right)$$

en donde:

a_x representa la tasa de actividad de las personas de edad x .

u_x representa la tasa de inactividad de las personas de edad x .

t_0 comienzo del período base.

t_1 final del período de proyección.

t es el comienzo del período de proyección o el final del período base.

EXTRAPOLACION INDIRECTA

Estos métodos se utilizan cuando se extrapolan las tasas de inactividad por sexo y edad (u_x^t) aplicando la siguiente fórmula:

$$a_x^t = 100 - \alpha \cdot u_x^t$$

donde $\alpha = \frac{u_x^t}{u_x^{t_0}}$ { Relación entre las tasas de inactividad de las personas de edad x en los periodos t y t₀. }

En este caso también se puede usar el coeficiente de corrección mencionado anteriormente.

METODO COMPLEMENTARIO

Este método supone, para cada sexo, la existencia de un vínculo o relación entre la tasa de actividad del grupo de edad central y la tasa de actividad de cada uno de los otros grupos de edad. El central será aquel cuya tasa de actividad sea más estable en el tiempo.

Este método se basa fundamentalmente en la hipótesis de que la tasa de actividad del grupo de edad central presentará variaciones en el futuro. Se supone, además, que el comportamiento (aumento o disminución) de las relaciones entre las tasas de actividad económica observado durante el período pasado se mantendrá durante la etapa de proyección. Una vez elegido el valor de la tasa del grupo de edad central, se multiplica el valor que presenta la relación de cada grupo de edad al principio del período de proyección por su correspondiente aumento o disminución al final del mismo, con lo cual se logran proyectar las relaciones entre las tasas de actividad del año objetivo.²²

22 CONAPO. (1988). *Perspectivas Demográficas y socioeconómicas*. México. Consejo Nacional de Población. Págs. 8-10.

METODOS DE CORRELACION

Estos métodos se utilizan cuando no se cuenta con datos estadísticos sobre la evolución pasada de las tasas de actividad que indiquen la existencia de tendencias coherentes o bien cuando se dispone de ella, pero los datos no son estrictamente comparables por alguna deficiencia en su calidad, por cambio de concepto u otras razones.

En estos casos, la ONU y algunos organismos especializados han empleado, para realizar proyecciones de fuerza de trabajo, el método de correlación, que relaciona las tasas de actividad con algunas características económicas, sociales y demográficas del país. El mismo se sustenta en la hipótesis básica de que existe una estrecha relación entre el nivel de industrialización de un país y las tasas de actividad de su población por sexo y edad. Se ha reconocido que el grado de industrialización puede ser representado por la población económicamente activa ocupada en actividades no agrícolas.

METODO MATRICIAL

Este método permite combinar el efecto de diversos factores que pueden influir en la evolución de determinada población. Su utilidad depende, desde luego, del grado de apego a la realidad de las hipótesis relativas a los diversos factores que influyen en el comportamiento económico de la población.

Los elementos básicos que emplea el método son: la probabilidad de entrada y salida en la actividad o inactividad económica; la probabilidad de migración rural-urbana, si la proyección distingue poblaciones activas urbanas y rurales; la probabilidad de sobrevivencia en las zonas urbanas y en las rurales; y la probabilidad de cambios en la natalidad, debido a que es necesario calcular los nacimientos durante el periodo de proyección porque el método calcula la evolución tanto de la población activa como de la inactiva.²³

23 CONAPO. (1988). *Perspectivas Demográficas* ... op. cit. Pág. 13.

CAPITULO V

PROYECCION DE LA POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA

La población económicamente activa (PEA) es un indicador fundamental para el análisis de la estructura económica y social de un país. El comportamiento que ésta tenga es consecuencia de factores económicos, políticos y demográficos, porque afectan la oferta y la demanda de la mano de obra.

Se entiende por población económicamente activa, a la población de 12 años y más que durante la semana anterior al levantamiento censal estaba ocupada (tenía algún trabajo, aunque por el momento no lo desempeñara por razones de permisos, huelgas, vacaciones, incapacidad, mal tiempo o que se encontrara en espera de continuar con labores agrícolas estacionales) o estaba desocupada y buscaba trabajo.²⁴

Para poder proyectar la población económicamente activa, es necesario contar con un análisis global del aspecto económico, relacionado con la demanda de la población económicamente activa, así como del aspecto demográfico que está más relacionado con la población demandante de empleo. Debido a que el enfoque del presente trabajo es puramente demográfico, sólo se considerará el aspecto demográfico para

²⁴ Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. (1986). *X Censo general de población y vivienda, 1980. Resumen general*, México D.F.

ver la importancia que éste tiene sobre el comportamiento futuro de la población económicamente activa.

METODO DE PROYECCION E HIPOTESIS

La proyección de la población económicamente activa utiliza como insumos esencialmente dos elementos, la proyección de la población total y la proyección de las tasas específicas de participación (TEP). En los capítulos anteriores se consideró el problema de proyectar la población total, por lo tanto sólo resta estudiar el comportamiento futuro de las tasas de participación que no son más que el cociente de la población económicamente activa entre la población total por grupos de edad y sexo.

$$TEP_{x,x+4} = \frac{PEA_{x,x+4}}{P_{x,x+4}} \quad (1)$$

La elección del método de proyección de las tasas de participación, esta en función de la información disponible; por la forma en que se definió el concepto de población económicamente activa para capturar la información del X Censo general de población y vivienda no es posible establecer series de tiempo de los valores de las tasas específicas de participación por sexo y grupo de edad. Al comparar las definiciones de población económicamente activa de los censos de 1970 y 1980 se deduce que en el último se pueden considerar como activas a un número mayor de personas, el concepto no restringe el número de horas trabajadas a aquellos que laboran con algún familiar sin recibir pago, ni restringe el tiempo trabajado de los trabajadores remunerados.

Del anterior análisis se puede ver que no es posible establecer series de tiempo, por lo que se tomó como punto de partida para realizar la proyección, únicamente la información de la población económicamente activa del Censo de población de 1980 y se proyectaron las tasas específicas de participación mediante una interpolación lineal entre las observadas en 1980 y otras a alcanzarse en el año 2020.

La elección de las tasas de participación estuvo basada en el supuesto que se ha venido manejando a lo largo de este trabajo, en un futuro México puede convertirse en un país desarrollado, por lo tanto, puede llegar a tener estructuras de participación similares a las de un país desarrollado aunque las causas de dicha estructura no sean las mismas en ambos países.

Después de un análisis en donde se consideró la estructura por edad de las tasas específicas de participación de hombres y mujeres se eligió a Suiza por presentar una distribución por edad semejante a la de la zona metropolitana de la Ciudad de México como se observa en el cuadro 26.

Además de esta hipótesis se consideraron constantes durante todo el periodo de proyección las tasas de participación económica para observar el impacto que tienen los fenómenos demográficos sobre la PEA. Suponiendo que el sector productivo absorberá siempre la misma proporción de la población demandante de empleo. Las gráficas 22 y 23 muestran el comportamiento de las tasas específicas de participación.

CUADRO 26

TASAS DE PARTICIPACION DE EL AREA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MEXICO Y SUIZA

	HOMBRES		MUJERES	
	AMCM ¹	SUIZA ²	AMCM ¹	SUIZA ²
12-14	9.3	—	7.8	—
15-19	46.0	56.9	30.3	51.4
20-24	80.4	85.3	45.6	76.4
25-29	94.5	94.9	43.9	58.9
30-34	97.3	98.3	40.6	49.4
35-39	97.6	98.9	39.1	50.7
40-44	97.4	98.8	37.2	52.7
45-49	96.4	98.3	34.9	51.1
50-54	93.8	96.9	31.6	47.0
55-59	89.4	93.6	28.2	41.2
60-64	79.1	82.7	23.5	24.4
65-69	67.3	25.7	19.4	9.5
70-74	54.3	13.5	16.3	4.8
75 y+	38.3	5.8	11.3	1.6

¹ Tasas por cien.

² 30-JUN-1980.

³ 2-DIC-1980.

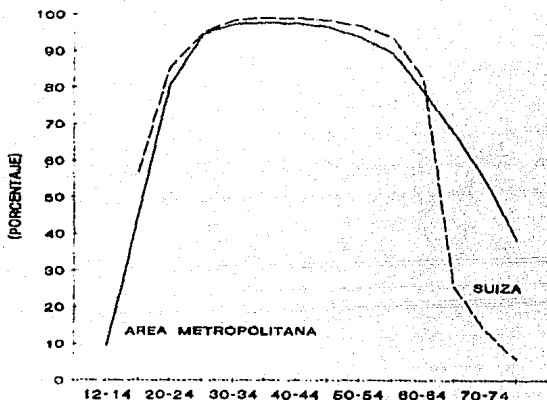
FUENTE: Para Suiza, Naciones Unidas. 1985. Demographic Year Book.

La proyección de la población económicamente activa se obtiene de aplicar las tasas de participación a los absolutos de población demandante por sexo y edad, se entiende por población demandante a aquella que puede formar parte de la población económicamente activa; es decir, la población comprendida entre los 12 y los 75 años.

Por la forma en que se encuentra agrupada la población (grupos quinquenales), es necesario encontrar la población con edades cumplidas de 12, 13 y 14 años, en otras palabras es necesario descomponer (abrir) el grupo de edad 10-14 en edades individuales para posteriormente obtener la población demandante del grupo 12-14.

GRAFICA 22

AREA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MEXICO TASAS DE PARTICIPACION MASCULINA INICIAL Y META

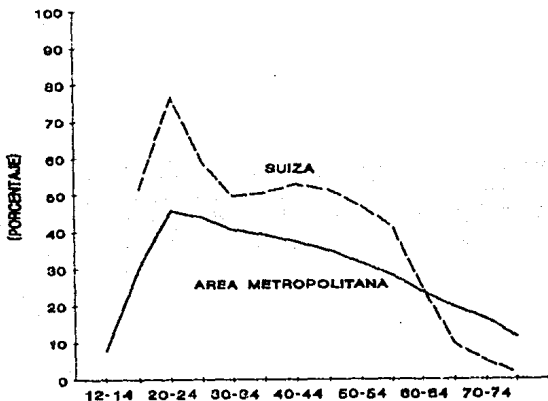


FUENTE: Cuadro 26.

Existen diferentes maneras de abrir los grupos de edad, una de ellas es mediante Interpolación lineal; sin embargo, por el análisis realizado en el Capítulo I, no es del todo correcto suponer linealidad en el crecimiento de la población (la gente tiende a aproximar su edad al múltiplo de 5 más cercano) y por lo tanto existen cambios bruscos en los puntos donde dos curvas de Interpolación se encuentran. Para atacar este problema se puede utilizar la Interpolación osculatoria que trata de que exista una unión suave entre la interpolación dada para un rango de datos y la interpolación realizada para el siguiente.

GRAFICA 23

AREA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MEXICO
TASAS DE PARTICIPACION FEMENINA INICIAL Y META



FUENTE: Cuadro 26.

De entre la variedad de posibles ecuaciones que abarca la Interpolación osculatoria, las más usadas son las fórmulas de Karup-King, Sprague's y Beer's²⁵. Para tener una idea más general sobre la interpolación osculatoria se puede consultar la obra de Shyrock y Siegel y la bibliografía a la que ésta hace referencia. Las fórmulas de la interpolación osculatoria tienen la ventaja de que pueden ser expresadas en términos de coeficientes que son aplicados a los datos.

25 Shyrock and Siegel. (1948). *The Methods and Materials of Demography* Pag. 543.

En este trabajo sólo se hará referencia a los coeficientes necesarios para poder abrir el grupo de edad 10-14, dichos coeficientes se encuentran en el panel central para subdividir grupos quinquenales, es necesario a su vez contar con los datos de los grupos adyacentes al grupo de edad de interés, en este caso se utilizan los grupos de edad 5-9, 10-14 y 15-19 teniéndose así:

$$P_{12} = -0.024 \cdot P_{5-9} + 0.248 \cdot P_{10-14} - 0.024 \cdot P_{15-19}$$

$$P_{13} = -0.032 \cdot P_{5-9} + 0.224 \cdot P_{10-14} + 0.008 \cdot P_{15-19}$$

$$P_{14} = -0.016 \cdot P_{5-9} + 0.152 \cdot P_{10-14} + 0.064 \cdot P_{15-19}$$

CAPITULO VI

CONCLUSIONES

En 1980 la población total del Area Metropolitana de la Ciudad de México era de 13.8 millones de habitantes, de los cuales 6.7 millones corresponden al sexo masculino y 7.1 al femenino, esto es, la población estaba compuesta por el 48.6% de hombres y el 51.4% de mujeres. Para el año 2020 se espera que estas cifras alcancen los valores de 12.6 y 12.9 millones hombres y mujeres respectivamente, teniéndose como consecuencia que la población estará compuesta por el 49.4% de hombres y el 50.6% de mujeres.

Por otro lado en 1980 el Area Metropolitana contaba con 4.9 millones de población económicamente activa la cual estaba compuesta por 3.2 millones de población económicamente activa masculina y 1.7 millones correspondientes a la femenina, obteniéndose así una tasa bruta de participación de 35.5% indicando que sólo este porcentaje de población mantiene al resto. Bajo el supuesto de conservar el nivel de empleo observado en 1980 a lo largo de la proyección, se espera para el año 2020 que la población económicamente activa alcance los valores de 7.9 y 3.3 millones para hombres y mujeres respectivamente, con estos valores la tasa bruta de participación alcanza el 43.9%.

Si se consideran las tasas específicas de participación variables, el monto de la población económicamente activa que se obtendrá en el año 2020 será de 12.3 millones correspondiendo un 63.4% a la población

económicamente activa masculina y un 46.6% a la femenina; a su vez la tasa bruta de participación alcanzará un valor de 48.2%, logrando que aproximadamente la mitad de la población mantenga al resto.

El crecimiento total de la población del Area Metropolitana, de 1980 al año 2020, es del 85% y para la población económicamente activa es de 129% bajo el supuesto de que las tasas de participación permanezcan constantes, mientras que para las tasas de participación variables el incremento es del 161%.

La razón por la que el incremento de la población económicamente activa es mayor que el de la población total es originado en un principio por el aumento de la población demandante de empleo en el Area Metropolitana de la Ciudad de México y además por el incremento que tienen las tasas específicas de participación femeninas entre los 20 y los 50 años, lo que trae como consecuencia que un mayor número de mujeres se incorpore al mercado de trabajo.

Este incremento no es igual en la población masculina y en la femenina, existen diferencias muy marcadas para cada uno de los sexos; el incremento en la población masculina es del 88% mientras que en la femenina es del 82%. La población económicamente activa masculina sufre un incremento del 147% bajo el supuesto de que las tasas de participación permanezcan constantes y del 144% si se consideran variables; la población económicamente activa femenina aumenta 94% y 165% para la hipótesis de tasas de participación constantes y variables respectivamente.

El considerar las dos hipótesis para la proyección de las tasas específicas de participación, permite observar el efecto que tienen los factores demográficos sobre el comportamiento de la población económicamente activa. Las tasas específicas de participación variables para la población masculina tienden a disminuir en los grupos de edad extremos (12-19 y 50 y+), mientras que en los grupos de edad centrales (20-50) permanecen casi constantes. Por su parte las tasas específicas de participación femeninas son decrecientes en los grupos de edad extremos (12-19 y 50 y+) pero aumentan en los grupos centrales. Consecuentemente la importancia en la evolución global de la población económicamente activa se encuentra en la población femenina y especialmente en los grupos de edad edad centrales.

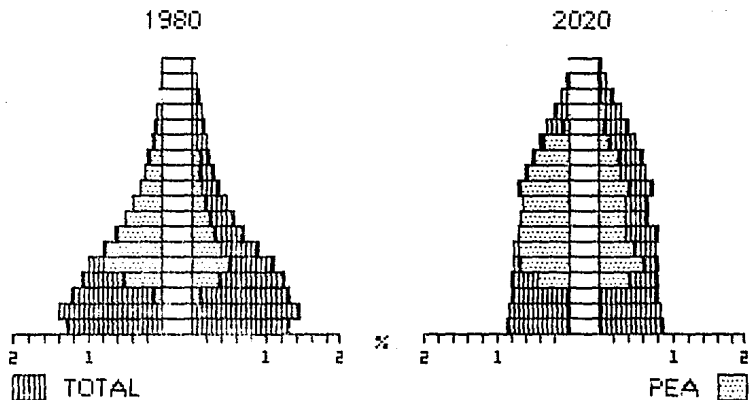
En ambos sexos, las tasas de participación descienden en el grupo de edad 12-19 debido esencialmente a la necesidad de contar con una mayor preparación escolar, generando así un aplazamiento de la edad para incorporarse al trabajo; el aumento de la población económicamente activa esta fuertemente determinado por el incremento en los grupos de edad centrales, la causa de esto es que las personas nacidas en la época de fecundidad alta (aproximadamente de 1965 a 1975) forman parte de la población demandante.

Entre 1980 y el año 2020 la población económicamente activa aumentará 7.4 millones de los cuales 6.3 millones son debido a la influencia de los cambios en los factores demográficos y 1.1 millones por la variación de las tasas específicas de fecundidad. Al analizar este comportamiento por sexo se tiene un incremento de 4.7 millones de personas en la población económicamente activa masculina, siendo 4.6

millones consecuencia de los factores demográficos y el resto por cambio en las tasas de participación. Para la población económicamente activa femenina el incremento de 2.8 millones es debido en 1.6 millones y 1.2 millones a la variación de las tasas de participación. En general se observa que el 85% de la evolución de la población económicamente activa es consecuencia de los cambios en los factores demográficos.

GRAFICA 24

AREA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MEXICO
 PIRAMIDES DE POBLACION TOTAL Y ECONOMICAMENTE ACTIVA 1980 Y 2020



La gráfica 24 permite observar la evolución por grupos de edad tanto de la población total como de la población económicamente activa en el Area Metropolitana de la Ciudad de México, en ésta se puede ver que el porcentaje de población de edad avanzada que se encuentra dentro de la población económicamente activa es aún alto, esta característica es consecuencia del envejecimiento de la población, que debe seguir trabajando para sostenerse o mantener a su familia; por lo que, la única solución para disminuir el porcentaje de participación de la población de edad avanzada es creando un sistema de seguridad social para retiro y jubilación.

Finalmente cabe señalar que para que se pueda satisfacer la demanda de trabajo en el Area Metropolitana de la Ciudad de México es necesario crear 7.4 millones de empleos en un periodo de 40 años, lo que implicaría generar 185,000 plazas de trabajo por año.

A N E X O

AJUSTE DE UNA FUNCION LOGISTICA

Como la función logística escogida es una función linealizble, los parámetros a y b se pueden estimar utilizando regresión lineal simple (hecho por el cual se consideran sólo dos parámetros).

$$Y_i = \frac{P_{\max}}{1 + e^{a+bX_i}} \Rightarrow a+bX_i = \ln\left(\frac{P_{\max}}{Y_i} - 1\right) \quad \forall i = \overline{1, n}$$

obteniéndose

$$\hat{b} = \frac{\sum_{i=1}^n Z_i (X_i - \bar{X})}{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2} \quad (1)$$

$$\hat{a} = \bar{Z} - \hat{b} \cdot \bar{X} \quad (2)$$

con: $Z_i = \ln\left(\frac{P_{\max}}{Y_i} - 1\right) \quad \forall i = \overline{1, n}$

Y_i = Valores observados.

Para que las relaciones anteriores tengan sentido, se debe cumplir que

$$\frac{P_{\max}}{Y_i} - 1 > 0 \Rightarrow P_{\max} > Y_i \quad \forall i = \overline{1, n} \quad (3)$$

En el caso de que los datos tengan un comportamiento logístico creciente, los parámetros se pueden estimar directamente utilizando las relaciones (1) y (2), pero si el comportamiento de los datos es decreciente, la relación (3) no se cumple porque $P_{\max} < Y_i \quad \forall i = \overline{1, n}$

Para solucionar este problema, los datos (Y_i) se transforman para obtener un comportamiento logístico creciente.

$$\text{Sea } M = |Y_i|$$

$$W_i = 2M - Y_i \quad \forall i = \overline{1, n}$$

$$P_{\max}^T = 2M - P_{\max}$$

$$\text{Con estos nuevos valores se obtiene } Z_i = \ln\left(\frac{P_{\max}^T}{W_i} - 1\right) \quad \forall i = \overline{1, n}$$

para poder estimar los parámetros utilizando las relaciones (1) y (2), teniéndose finalmente:

$$L(t) = \frac{P_{\max}^T}{1 + e^{-a-bt}} - C$$

$$\text{con } C = P_{\max}^T - 2Y_1$$

BIBLIOGRAFIA

- Aguirre, Alejandro. *Tasa de crecimiento Poblacional de 1% en el año 2000: una meta inalcanzable*. Págs. 443-473.
- Banco Nacional de México. 1987. *México Social 1987*. Estudios Sociales.
- Benítez Zenteno Raúl, Gustavo Cabrera Acevedo. 1966. *Proyecciones de la población de México, 1960-1980*. México. Banco de México, S.A. Primera edición.
- Brass, Williams. 1971. *Métodos de generaciones para proyectar tasas de mortalidad*. CELADE. No. 6 edición provisional. San José de Costa Rica.
- Brass, Williams. 1971. *Sobre la escala de la mortalidad*. CELADE. No. 7. San José de Costa Rica.
- Brass, Williams. 1973. *Seminario sobre métodos para medir variables demográficas (fecundidad y mortalidad) 14 al 24 de Septiembre de 1971*. San José de Costa Rica.
- Cajuste Bontemps, Anne Marie. 1989. *Optimización. Métodos y elementos de teoría*. México. Tesis profesional. Facultad de Ciencias, UNAM.
- Camposortega, Sergio. *Métodos de proyecciones de población*. México, D.F. CONAPO.
- Carleton, Robert O. *Los determinantes de la fecundidad*. Págs. 119-159.

- Centro de estudios económicos y demográficos. 1970. *Dinámica de la población de México*. México. El colegio de México. Primera edición.
- Conde, José Antonio. 1977. *La Economía del Distrito Federal*. México. Banco de Comercio.
- Consejo Nacional de Población. 1988. *Proyecciones de población económicamente activa por grupos de edad y sexo a nivel nacional, 1980-2010*. México. CONAPO. Primera edición.
- Corona, Rodolfo, et al. 1982. *Tablas abreviadas de mortalidad para las entidades federativas y el total de la república, 1940, 1950, 1960, 1970 y 1980*. Instituto de Investigaciones sociales. UNAM.
- Keyfitz, Nathan. 1977. *Applied Mathematical Demography*. A. Wiley. Interscience publication. New York. John Wiley and Sons.
- Keyfitz, Nathan. 1968. *Introduction to the Mathematics of population*. Reading Mass. A. Wiley.
- Leslie, P. H. 1945. *On the use of matrices in certain population mathematics*. Biometrika (London) 33. Págs. 183-212.
- Mina, Alejandro. 1984. *Curso básico de demografía*. México. Comunicaciones internas de la facultad de ciencias.
- Naciones Unidas. 1965. *Boletín de población*. No. 7. New York.

- Naciones Unidas. 1971. *Métodos para preparar proyecciones de la población económicamente activa*. New York.
- Pressat, Roland. 1983. *El análisis demográfico*. México. Segunda edición en español de la segunda en francés. Fondo de Cultura Económica.
- Pressat, Roland. 1986. *La práctica de la demografía, treinta problemas*. México. Primera reimpresión. Fondo de Cultura Económica.
- Rabell, Cecilia y Martha Mier y Terán. 1986. *El descenso de la mortalidad en México de 1940 a 1980*. Págs. 39-72.
- Registro Nacional de Población. *Nacimientos registrados por entidad federativa*. México. CONAPO. Varios años.
- Secretaría de industria y comercio. Dirección General de Estadística, 1972. *IX Censo general de población y vivienda, 1970*. Resumen general. México.
- Secretaría de Industria y Comercio. Dirección General de Estadística, 1966. *Proyecciones demográficas de la República Mexicana, Población I*. México. Primera edición.
- Secretaría de Industria y Comercio. Dirección General de Estadística, 1968. *Proyecciones demográficas de la República Mexicana, Población II*. México. Primera edición.

- Secretaría de Programación y Presupuesto. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 1986. *X Censo general de población y vivienda, 1980. Resumen general*, México.
- Shyrock, Henry and Jacobs Slegel. 1976. *Methods and material of demography*. New York. Academic Press.
- Spiegelman, Mortimer. 1972. *Introducción a la demografía*. Primera edición en español. Fondo de Cultura Económica.
- Tabah, León. 1968. *Proyecciones de población activa a través de representaciones matriciales*. Demografía y economía. Vol. II. No. 2. El Colegio de México. Págs. 205-240.
- Unikel, Luis; Federico Torres. 1970. *La población económicamente activa en México y sus principales ciudades, 1940-1960*. Demografía y economía. Vol. IV. No. 1. El Colegio de México. Págs. 1-42.
- Urquidí, Victor. 1967. *El crecimiento demográfico y el desarrollo económico latinoamericano*. Demografía y economía. Vol. I. No. 1. El Colegio de México. Págs. 1-8.
- Urquidí, Victor. 1969. *El desarrollo económico y el crecimiento de la población*. Demografía y economía. Vol. III. No. 1. El Colegio de México. Págs. 94-103.
- Whelpton, Pascal. 1936. *An empirical method of calculating future population*. Journal of the americal statistical association. No. 31. Págs. 457-473.