

UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO

Facultad de Ingeniería
División de Ingeniería Civil, Topográfica
y Geodésica.

PROYECCIONES DE POBLACION PARA
PROYECTOS DE DESARROLLO.

T E S I S
Que para obtener el Título de
INGENIERO CIVIL
p r e s e n t a n

OSCAR GERARDO APPENDINI MORAN
CARLOS ALBERTO APPENDINI MORAN



México, D. F.

2001



Universidad Nacional
Autónoma de México

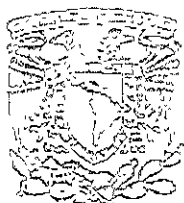


UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta 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.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

DIVISIÓN DE INGENIERÍA CIVIL, TOPOGRÁFICA Y GEODÉSICA

PROYECCIONES DE POBLACIÓN PARA PROYECTOS DE
DESARROLLO

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

PRESENTAN:

OSCAR GERARDO APPENDINI MORÁN

CARLOS ALBERTO APPENDINI MORÁN

INTRODUCCIÓN	1
I EVOLUCIÓN DE LA POBLACIÓN HUMANA	
1.1. DESARROLLO DE LA HUMANIDAD	4
1.1.1. Antecedentes básicos	4
1.1.2. Entre la edad de piedra y los comienzos de la historia	8
1.1.3. La población en tiempos antiguos	11
1.1.4. La población de los tiempos antiguos a los modernos	11
1.1.5. La población en tiempos modernos	13
1.1.6. La población en tiempos contemporáneos	14
1.2. LAS TENDENCIAS DE LA POBLACIÓN	15
1.3. EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LA POBLACIÓN MEXICANA	16
1.3.1. El Período Precolonial	16
1.3.2. La Conquista	17
1.3.3. El período colonial	18
1.3.4. De la Independencia a la Revolución	19
1.3.5. Epoca moderna	20
1.3.6. El futuro de México: 1998-2030	24
II LA DEMOGRAFÍA Y SUS FUNDAMENTOS	
2.1. TEORÍAS DEMOGRÁFICAS	26
2.1.1. Demografía	26
2.1.2. Teorías demográficas	27
2.2. FECUNDIDAD	32
2.2.1. Definición de algunos de los conceptos relacionados con la fecundidad	32
2.2.2. Fuentes de datos para el estudio de la fecundidad	33
2.2.3. Medición de la fecundidad	33
2.3. MORTALIDAD	38
2.3.1. Elementos preliminares para el estudio de la mortalidad	38
2.3.2. Medidas de la mortalidad	40
2.3.3. Mortalidad infantil	42
2.4. MIGRACIÓN	44
2.4.1. Factores y términos asociados al estudio de la migración	44
2.4.2. Fuentes de datos para el análisis de la migración	46
2.4.3. Principales medidas utilizadas en el análisis de la migración interna	47
2.5. ESTRUCTURA DE EDAD	48
III IMPORTANCIA DE LAS PROYECCIONES DE POBLACIÓN	
3.1. PAPEL DE LAS PROYECCIONES	52
3.2. EL EMPLEO DE LAS PROYECCIONES EN LA PLANEACIÓN	54
3.2.1. Desarrollo industrial	54
3.2.2. Desarrollo agrícola	55
3.2.3. Educación	55

3.2.4. Salud pública	53
3.2.5. Vivienda	56
3.2.6. Desarrollo regional y urbano	56
3.3. LOS DESAFÍOS DEMOGRÁFICOS DE MÉXICO	62
3.3.1. El arte de imaginar el futuro	62

IV MODELOS TRADICIONALES DE PROYECCIÓN DE POBLACIÓN EN INGENIERÍA

4.1. DATOS BÁSICOS DEL PROYECTO	65
4.1.1. Población actual y población de proyecto	66
4.1.2. Periodo de diseño y vida útil	66
4.2. DISTRIBUCION ESPACIAL DE LA POBLACIÓN	68
4.2.1. Densidad de población	68
4.2.2. Grado de urbanización y otras medidas de la distribución regional de la población	68
4.2.3. El proceso de urbanización	69
4.2.4. Crecimiento del área poblada	70
4.3. ESTIMACIONES DE POBLACIÓN CON LOS MÉTODOS TRADICIONALES	71
4.3.1. Método aritmético	71
4.3.2. Método geométrico	73
4.3.3. Método geométrico decreciente	75
4.3.4. Método logístico	77
4.3.5. Método de similitud de crecimiento	80
4.3.6. Método de graspio	81
4.3.7. Método de extensión gráfica	82
4.3.8. Método de los mínimos cuadrados	84
4.3.9. Método de incrementos diferenciales	87
4.3.10. Método de la parábola cúbica	89
Cuadro 4.5. Métodos de Proyección de Población	92

V MÉTODO BASADO EN EL ANÁLISIS DE PIRÁMIDES DE POBLACIÓN

5.1. TABLA DE VIDA	96
5.1.1. Conceptos básicos	96
5.1.2. Construcción de la tabla de vida	98
5.2. CÁLCULO DE LA POBLACIÓN FUTURA	103

VI APLICACIÓN Y COMPARACIÓN DE LOS DIFERENTES MODELOS DE PROYECCIÓN DE POBLACIÓN

6.1. PROYECCIÓN DE POBLACIÓN	109
6.1.1. Aguascalientes	109
6.1.2. Baja California Norte	110
6.1.3. Baja California Sur	110
6.1.4. Campeche	111
6.1.5. Coahuila	111
6.1.6. Colima	112
6.1.7. Chiapas	112
6.1.8. Chihuahua	113

6.1.9. Distrito Federal	113
6.1.10. Durango	114
6.1.11. Guanajuato	114
6.1.12. Guerrero	115
6.1.13. Hidalgo	115
6.1.14. Jalisco	116
6.1.15. Estado de México	116
6.1.16. Michoacán	117
6.1.17. Morelos	117
6.1.18. Nayarit	118
6.1.19. Nuevo León	118
6.1.20. Oaxaca	129
6.1.21. Puebla	129
6.1.22. Querétaro	120
6.1.23. Quintana Roo	120
6.1.24. San Luis Potosí	121
6.1.25. Sinaloa	121
6.1.26. Sonora	122
6.1.27. Tabasco	122
6.1.28. Tamaulipas	123
6.1.29. Tlaxcala	123
6.1.30. Veracruz	124
6.1.31. Yucatán	124
6.1.32. Zacatecas	125
6.2. Gráficas Comparativas	125

CONCLUSIONES	131
--------------	-----

BIBLIOGRAFÍA	132
--------------	-----

INTRODUCCIÓN

De todos los problemas que enfrentamos con la inminente llegada del nuevo milenio, ninguno es más importante que el crecimiento demográfico. El acelerado crecimiento de la población y su desigual distribución en el territorio es un factor muy importante que afecta la transformación y evolución del mundo contemporáneo.

La población en el mundo crece rápidamente debido principalmente a que los índices de mortalidad se han reducido, y no en la misma proporción los de natalidad.

Desde la época del descubrimiento de América a la actualidad, la población mundial se ha multiplicado 10.5 veces. Mientras que en 1900 la población total de la Tierra era de 1,700 millones de personas, hoy es de casi 6,000 millones de habitantes y la cantidad sigue en aumento, en la más reciente y elevada proyección de la O N U se esperan 11,000 millones de habitantes para el 2050.

En 1970 la población en el mundo era de 3600 millones de habitantes, para 1990 se tenía una población mundial de 5400 millones. En 20 años la población mundial creció un 50%, concentrándose el mayor volumen de población en los países subdesarrollados, siendo el factor más importante del crecimiento de las ciudades del tercer mundo. La llegada creciente de todos aquellos que abandonan las zonas rurales, y este es el caso de la Ciudad de México en donde se estima que para el año 2000, se concentrarán 35 millones de habitantes lo que la ubica dentro de las metrópolis más grande del mundo.

Cada diez segundos, la población mundial aumenta en 27 personas. Con suerte, esos 27 humanos tendrán suficiente alimento, agua potable y hogares adecuados; serán agricultores, maestros, vendedores e ingenieros y, si todo sale bien, vivirán muchos años. También talarán bosques para labrar la tierra y edificar viviendas, generarán basura y contaminarán el aire y los ríos, y en esto radica el desafío de lograr una planificación adecuada para equilibrar el crecimiento demográfico con la biodiversidad del planeta.

Al preparar una proyección de población se busca el proporcionar los elementos que muestran las consecuencias que a corto, mediano y largo plazo, pueden provocar ciertas tendencias demográficas que se supone podrían presentarse. Constituyen también una base importante para fines de planificación de las actividades económicas y sociales de un país, y con esta información pueden ser determinadas las necesidades en materia de educación, salud, vivienda (volumen e infraestructura complementaria), empleo, seguridad social, etc., y es en todas estas áreas donde la ingeniería tiene un papel fundamental; por ejemplo, en los sistemas de abastecimiento de agua potable, la población a considerarse en el período de diseño, es un dato básico para planear los requerimientos de fuentes de abastecimiento, en carreteras, nos servirá para conocer el posible flujo vehicular y cantidad de personas que se trasladarán de un punto a otro; en los proyectos de alcantarillado, se requiere para conocer los posibles gastos de agua residual generados, en manejo y disposición de residuos sólidos, se utiliza para determinar el área requerida para el relleno sanitario; en evaluación de proyectos, se utiliza la proyección de población para conocer la demanda de un producto o un servicio, etc.

La demografía es la ciencia que se encarga del estudio del tamaño, distribución geográfica y composición de la población, de sus variaciones y las causas de estas. Es una ciencia empírica que se ocupa del estudio de las poblaciones, concretamente formadas por seres humanos y para su desarrollo destacan las teorías, los métodos y las técnicas de análisis.

Para todo esto, la demografía se apoya en un método basado en el análisis de pirámides de población, las proyecciones obtenidas presentan el volumen de población total, su distribución por edad y sexo, y varios de los indicadores demográficos convencionales que se utilizan para caracterizar la dinámica de la población. Entre los indicadores que se presentan destacan las tasas de natalidad, mortalidad y migración.

En un sentido general, los futuros cambios en el tamaño, composición y la distribución geográfica de la población dependen ante todo de las tendencias de los indicadores. Estas tendencias dependen a su vez del efecto de los cambios en las circunstancias económicas, sociales, demográficas y otras. Las futuras variaciones de la población, modificarán a su vez muchas de estas circunstancias, con la posibilidad incluso de otros efectos secundarios sobre las tendencias demográficas que, de ser importantes, tal vez deberán tenerse también en cuenta en las proyecciones.

El objetivo de este trabajo es presentar y analizar el método de las componentes demográficas mediante el estudio de sus fundamentos teóricos y desarrollar un análisis comparativo de este método con los modelos de proyección de población empleados tradicionalmente, concluyendo sobre la conveniencia de utilizar dicho método al efectuar las previsiones de población que forman parte de la ingeniería básica de todo proyecto de infraestructura.

El Capítulo I presenta un marco histórico del desarrollo de la evolución de la población humana en general y de la evolución de la población mexicana en particular.

Por su parte el Capítulo II nos habla de la demografía y sus fundamentos, revisando la evolución que ha tenido el pensamiento sobre población, e identificando los componentes de su dinámica (fecundidad, mortalidad y migración).

En el Capítulo III se presenta la importancia de las proyecciones de población dentro de la planeación económica y social de un país al fijar objetivos generales de desarrollo industrial y agrícola entre otros, y se profundiza en áreas de la ingeniería como en la de sistemas de transporte, sanitaria, puertos, abastecimiento de agua potable y alcantarillado, para poder así revisar los desafíos demográficos en México.

El Capítulo IV explica la metodología de los diferentes modelos tradicionales de proyección de población utilizados en la Ingeniería Civil presentando las estimaciones resultantes de su aplicación.

El Capítulo V describe los principios que rigen el método basado en el análisis de pirámides poblacionales denominado "de las componentes", explicando la estructura de edad de la población, las tablas de vida y presentando los resultados de proyectar la población a través de este método.

El Capítulo VI presenta una comparación de los resultados obtenidos al proyectar la población a través de los modelos tradicionales que la Ingeniería Civil utiliza con el método denominado "de las componentes", y con los datos que el Consejo Nacional de Población proporciona.

Se concluye que los valores obtenidos por el método de las componentes demográficas en general proporciona valores aproximados a los reales, pudiendo además mejorar estos valores si se toman en cuenta otras variables demográficas como el grado de urbanización o la migración. También presenta algunas ventajas como el mostrar siempre resultados no indeterminados y no solo estima el volumen de la población en estudio, sino calcula también el número de personas por grupos quinquenales de edad. Por esto el método de las componentes demográficas es una herramienta que espera tener mayor participación dentro de la planeación de proyectos en la Ingeniería Civil.

EVOLUCION DE LA POBLACION HUMANA

Ahora en el siglo XXI, la información sobre la población mundial cada vez es más completa. El descenso de las tasas de natalidad ha reducido el ritmo de crecimiento de la población mundial y existen muchas probabilidades de que ésta se estabilice los próximos años, pero cuando lo haga habrá varios miles de millones más de habitantes. Por lo demás, la población del planeta casi se ha duplicado desde 1960. Puede o no haber catástrofes, pero una cosa es segura: “El aumento de nuestra población nos plantea decisiones cada vez más difíciles”. Sin duda alguna, se intensificarán los costos ambientales y económicos que ya enfrentamos.

Este capítulo trata de delinear el esquema histórico de los movimientos de la población mundial con base en los limitados datos estadísticos que han sido recopilados, y que en muchos casos no estaban destinados a propósitos demográficos. En los casos en que esos datos faltaban, la base para las deducciones y ampliaciones ha sido la labor realizada por arqueólogos, antropólogos, geólogos, economistas, historiadores y numerosos eruditos en diversas áreas.

1.1. DESARROLLO DE LA HUMANIDAD

1.1.1. Antecedentes básicos

Dentro del espacio sideral, nuestro sistema solar puede considerarse pequeño. De los nueve planetas que lo integran, la Tierra, es uno de los de menor diámetro. Sin embargo, su delgadísima capa que le envuelve, la distingue del resto de planetas conocidos. Esta cubierta, que comenzó a emerger en los albores mismos de la Tierra, se denomina biósfera porque en ella se encuentra anidada la vida orgánica.

Inicialmente, hace unos 700 millones de años, apenas había esporas en los mares. Se supone que unos 200 millones de años después hicieron su aparición los invertebrados y otros 150 millones de años más tarde habrían comenzado a desarrollarse las espinas que permitieron articular el cuerpo de los peces. Transcurridos otros 50 millones de años algunas especies que flotaban en los mares, dieron lugar a los insectos. Algo después, el salto orgánico permitió a las primeras aves el batir de sus alas. Recién hace unos 80 millones de años cobraron realidad los marsupiales, esos mamíferos tan notables por las tibias bolsas de sus hembras; al tener incorporadas dentro de sí unas generosas mamas, esos sacos proporcionaban pan, techo y abrigo a las crías.

Como en etapas precedentes, durante los últimos 100 millones de años la corteza terrestre ha experimentado transformaciones espectaculares, que la han modelado y remodelado. Plegamientos y resquebrajamientos, contribuyeron a la formación de los perfiles; los hielos se deslizaron sobre la faz del planeta, los climas se sucedieron unos a otros, dando lugar a ciclos pluviosos y áridos, eras cálidas y gélidas, la cubierta vegetal pasó, sucesivamente, por periodos de escasez y otros de abundancia.

En medio de los macroprocesos afluídos, unos y otros especies raras se dieron gestación y expandiendo, amirorandó y extinguiendo. Dentro de este conarito de aliceres y desaliaceres lleo su turno a los saurios. A pesar de las descomunes proporciones de que estaoan provistos, muchos de esos seres no eran sino inocentes herbivoros que, sin embargo, llegaron a apropiarse del planeta. Pero aun esas gigantesas bestias perdieron la batalla por sobrevivir. Alguna circunstancia todavía no aclarada, fue la responsable de su extinción. Como ellos, muchos otros animales desaparecieron, sin embargo, algunas de sus ramas logaron incorporarse a estrategias adaptativas. Tras tantos acontecimientos, hace sólo unos cinco millones de años comenaron a desencadenarse complejas modificaciones de ciertos mamíferos, algunos de los cuales con rasgos similares a los humanos. En virtud de múltiples combinaciones, esos seres fueron cediendo parte de su línea hereditaria a un animal más frágil, desprovisto de fortaleza física. Este ser casi insignificante se fue convirtiendo, dentro de un medio que le era hostil, en el más hábil y peligroso de los animales, cuya desmedida conciencia de sí le ha hecho autodesignarse, *homo sapiens*.

Teniendo en cuenta que las conjeturas acerca de los comienzos de las distintas expresiones de vida abarcan un período de centenares de millones de años, puede considerarse que el hombre ha aparecido muy recientemente. De acuerdo con una de esas representaciones, si los quince mil millones de años de vida que se asignan al universo se transportara al relativo lapso de un año, la aparición del *Homo sapiens* tendría lugar aproximadamente a las 22:30 horas del último día del año, y la edad neolítica comenzaría algo menos de 5 minutos antes de la media noche.

En los Cuadros 11., 12. y 13. se presenta el calendario cósmico dividido en 3 formas: una relación de fechas significativas anteriores a diciembre, un calendario del mes de diciembre y una visión más detallada del 31 de diciembre. Es importante mencionar que la cronología se ha elaborado de acuerdo con las pruebas más consistentes que se disponen, por lo que algunas resultan bastante inseguras. Por lo que nadie debe extrañarse si un día llega a determinarse que un suceso empezó en otro período o fase distinta a la que se indica. Así mismo, es obvio que al elaborar la cronología de los últimos diez segundos del año cósmico no fue posible incluir todos los sucesos de relieve, como los progresos en el campo de las artes, la música, la literatura, o, en otro orden, las revoluciones americana, francesa, rusa y china, tan significativas históricamente.

Cuadro 11
EL CALENDARIO CÓSMICO
FECHAS ANTERIORES A DICIEMBRE

El Big Bang (la gran explosión)	1 de enero
Origen de la galaxia Vía Láctea	1 de mayo
Origen del sistema solar	9 de septiembre
Formación de la Tierra	14 de septiembre
Origen de la vida en la Tierra	25 de septiembre
Formación de las rocas más antiguas conocidas	2 de octubre
Epoca de los fósiles más antiguos (bacterias y algas verdiazules)	9 de octubre
Diferenciación sexual (en los microorganismos)	1 de noviembre
Plantas fotosintéticas fósiles más antiguas	12 de noviembre
Aparecen las eucariotas (primeras células con núcleo)	15 de noviembre

Cuadro 1.2
CALENDARIO CÓSMICO
DICIEMBRE

DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO
	1 Formación de una atmósfera apreciable de oxígeno en la tierra	2	3	4	5 Formación de masas volcánicas en Maate	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16 Primeros gusanos	17 Fin del precámbrico. Inicia la era paleozoica y del periodo cámbrico. Aparecen los invertebrados	18 Primer plancton marino. Aparecen los trilobites	19 Periodo ordovicense. Primeros peces. Aparecen los vertebrados	20 Periodo silúrico. Primeras plantas vasculares. Inicia la tectónica que cubre el océano
21 Comienzo del periodo devónico. Primeros insectos. Los animales empiezan a poblar la tierra	22 Aparecen los primeros anfibios. Primeros insectos alados	23 Periodo carbonífero. Primera flora arbórea. Aparecen los reptiles	24 Periodo permiano. Primeros dinosaurios	25 Fin de la era paleozoica. Se inicia el mesozoico	26 Periodo triásico. Aparición de los mamíferos	27 Periodo jurásico. Aparición de los aves
28 Periodo cretáceo. Primeras flores. Se extingue el dinosaurio	29 Era mesozoica. Empieza la era cenozoica y el terciario. Primeros cetáceos y primates	30 Primera evolución de los lóbulos frontales del cerebro de los primates. Primeros homínidos. Aparición de los grandes mamíferos	31 Fin del pleoceno. Periodo cuaternario (pleistoceno y holoceno). Aparición del primer hombre			

Cuadro 13
EL CALENDARIO CÓSMICO
31 de diciembre

Origen del Proconsul y del Ramapithecus, probables ascendientes del simio y del hombre	13 30 00
Aparición del primer hombre	22 30:00
Uso generalizado de los útiles de piedra	23 00 00
El hombre de Pekín aprende a servirse del fuego	23:46 00
Empieza el último periodo glaciár	23 56:00
Pueblos navegantes colonizan Australia	23 58 00
Florece el arte rupestre en toda Europa	23:59 00
Invencción de la agricultura	23:59.20
Cultura neolítica Primeros poblados	23 59 35
Primeras dinastías en Sumer, Elba y Egipto Grandes avances de la astronomía	23 59 50
Invencción del alfabeto. Imperio acadio Babilonia y los códigos de Hammurabi Egipto. Imperio Medio	23:59 52
Metalurgia del bronce. Cultura micénica. Guerra de Troya Cultura Olmeca. Invencción de la brújula	23:59.53
Metalurgia del hierro. Primer Imperio asirio Reino de Israel Los fenicios fundan Cartago	23:59.54
La India de Asoka. China: dinastía Chián La Atenas de Pericles	23:59.55
Nacimiento de Buda	23:59.55
Geometría Euclidiana. Física de Arquímedes Astronomía ptolemaica	23:59:56
Imperio romano. Nacimiento de Jesucristo	23:59:56
La aritmética India introduce el número cero y los decimales. Caída de Roma. Conquistas musulmanas	23 59.57
Civilización Maya. China: dinastía Sung. Imperio bizantino. Invasión mongólica. Las Cruzadas	23:59:58
La Europa del Renacimiento. Viajes de descubrimiento de los países europeos y de la dinastía china de los Míng. La ciencia y el método empírico	23:59 59
Formidable expansión de la ciencia y de la teología Universalización de la cultura. Adquisición de los medios de autodestrucción de la especie humana. Primeros pasos en la exploración planetaria mediante vehículos espaciales y en la búsqueda de seres inteligentes en el espacio extraterrestre	Tiempo presente Primer segundo del Año Nuevo.

La tendencia del aumento de la población humana nunca tuvo una tasa constante, sino que fue interrumpida por períodos de disminución y en otras épocas aceleró su marcha. Es en la época moderna cuando se han alcanzado las más altas tasas de crecimiento, evidenciándose una marcada aceleración sólo en el siglo XX. Los probables órdenes de magnitud que se indican en el Cuadro 1.4. dan una indicación de la dramática multiplicación de la humanidad.

Cuadro 1.4.
Crecimiento histórico de la población

Fecha	Población (millones)	Fecha	Población (millones)
A.C.			
10000	5-7	1950	2,519
7000-6000	7-10	1960	3,021
D.C.		1965	3,337
1	200-400	1970	3,697
1650	470-545	1975	4,076
1750	629-961	1980	4,444
1800	813-1,125	1985	4,846
1850	1,128-1,402	1990	5,284
1900	1,550-1,762	1995	5,716

El dominio del hombre sobre los elementos físicos de su medio, frecuentemente hostiles, permitió su existencia como especie en la primera instancia, y su propagación en la segunda. Su evolución ha sido principalmente una reacción a la necesidad de satisfacer sus necesidades básicas: alimento, refugio y vestido.

Se acepta generalmente que, en el pasado remoto, un abastecimiento mejorado de alimentos, que aliviaba la nutrición deficiente y disminuía la incidencia de la hambruna, fue lo que dio ímpetu al primer incremento lento del número de habitantes del planeta. El comienzo de la tendencia hacia cifras cada vez mayores, a principios de la edad moderna, se ha vinculado con la iniciación de los adelantos sociales y económicos.

Con el desarrollo de la agricultura y la domesticación de algunas especies se inicia el incremento demográfico en regiones localizadas del planeta y el desarrollo de las sociedades urbanas, en las que parte de sus miembros está desligada de la obtención y producción directa de los alimentos.

1.1.2. Entre la edad de piedra y los comienzos de la historia

En el curso de los millones de años que requirió la evolución de los primates, parece que el hombre surgió como la especie dominante durante el período geológico del Pleistoceno, que comenzó hace unos 600,000 años.

La primera industria de la edad de piedra consiste en encontrar el modo de obtener inmediatamente el abastecimiento alimentario del hombre primitivo.

Restos de esqueletos considerados como pertenecientes al género *homo*, de una antigüedad aproximada de medio millón de años, se han descubierto en China y otras partes de Asia, y en Europa. Los más antiguos de esos restos, encontrados en la Garganta de Olduvai en Tanganyika, junto con herramientas de piedra con una antigüedad de alrededor de un millón de años, dio relevancia a las teorías de que fue en África donde el "casi hombre" avanzó al estado de hombre fabricando herramientas. La evolución esencialmente biológica del hombre puede haberse completado virtualmente hace por lo menos 100,000 años. Hace unos 50,000 años, tras la extinción gradual de varias líneas colaterales como el hombre de Neanderthal, el *Homo sapiens* quedó establecido como una especie única. Su evolución continuó después por caminos culturales.

Además de la invención de herramientas, el hombre dominó pronto el uso del fuego, lo que amplió más el margen de su dieta y de su vivienda, alentó una vida de grupo más estrecha y posteriormente hizo posible la metalurgia. El hombre de las primeras edades se ubicaba donde podía contar con agua y refugio natural, y donde le era posible encontrar su alimento dentro de una distancia conveniente.

La migración en pequeños grupos predominó durante mucho tiempo sobre los asentamientos como una característica de la población, y, según le permitía la adaptación a condiciones siempre cambiantes, el hombre paleolítico se extendió por África y Euroasia. Se cree que los primeros hombres que aparecieron en América fueron inmigrantes que cruzaron lo que se supone haya sido un puente terrestre donde hoy está el Estrecho de Bering, hace unos 20,000 años.

En todo el mundo, las condiciones desérticas y de hielos recurrentes aislaron a algunos grupos durante milenios. La densidad de estos pueblos primitivos cazadores y recolectores variaba ampliamente según las diferentes circunstancias. Se ha calculado que unos 50 millones de kilómetros cuadrados de la tierra eran utilizables hacia la terminación del Pleistoceno y que, en promedio, se necesitaban por lo menos 5 kilómetros cuadrados por persona para mantener a la población humana. Esta circunstancia ha sugerido una población máxima de 10 millones, con la posibilidad de que no fuera más que de 5 millones.

Los análisis de los restos fósiles confirman que la vida del hombre prehistórico era corta, y terminaba frecuentemente en una muerte violenta. La escasa evidencia de que se dispone sugiere que la mayor parte de las muertes de adultos ocurría entre las edades de 20 y 30 años, y que por regla general las mujeres morían más jóvenes que los hombres. Algunos estudios han conducido a calcular tasas brutas de mortalidad que van del 50 al 80 por mil en el paleolítico, y una longitud de vida para los hombres mayor en un 20% que para las mujeres.

La primera gran revolución estructural que sacudió las bases económicas, sociales, culturales y políticas de la sociedad humana, con cambios constituidos por la domesticación de plantas y animales, fue la revolución agraria, siendo la expresión más distinguida la del paso de una fase de recolección hacia otra de producción. Ubica su origen en las colinas del Asia sudoccidental hace unos 10,000 años. En este período se registró un importante cambio del medio físico. Uno de los

primeros asentamientos agrícolas desde el 6.º milenio A.C. en el Egipto, que data aproximadamente del año 7000 A.C., parece haber en promedio 150 habitantes.

La difusión de la agricultura y de las industrias que ella estimulaba y apoyaba condujo en el Oriente, el Asia Central, África y Europa a lo largo de las costas. Los avances logrados en la agricultura y en la tecnología produjeron excedentes de alimentos que eran suficientes para mantener a las comunidades de los que no hacían sus propios cultivos alimentarios y, por consiguiente, podían especializarse en otras actividades. Es creencia generalizada que la actividad colectiva necesaria para la regulación del agua y de los recursos de la tierra amplió la base política, económica y cultural y dio lugar a una multiplicación humana cada vez mayor a un alto nivel de densidad. Hacia el año 4000 A.C. había comenzado lo que se ha calificado como la segunda gran revolución de la cultura humana, la revolución urbana, que ha sido descrita como una expresión de cambios más en la interacción del hombre con sus compañeros que con su medio ambiente.

Las conjeturas en cuanto al tamaño de las ciudades primitivas presentan una amplia gama. En los lugares donde los arqueólogos han podido medir la superficie de los antiguos sitios y el tipo y la proximidad de las viviendas, una supuesta densidad media puede indicar la cantidad de habitantes. En el año 2500 A.C. se ha estimado que la cantidad de ciudades no aumentó en forma significativa y que, por lo general, su tamaño permaneció en la escala de 2,000 a 20,000 habitantes hasta bien avanzado el primer milenio. Es posible que un motivo de esta falta de crecimiento haya sido la condición estática de la tecnología hasta que se empezó a usar el hierro en el Oriente, hacia el año 1300 A.C.

En los antiguos dominios, el avance técnico y económico incluyó el desarrollo de la metalurgia, la introducción de sistemas de escritura y la elaboración de la artesanía, el comercio y la división del trabajo. También se introdujeron sistemas políticos más complejos y nuevos modos de construcción.

Así, los acontecimientos prehistóricos y de los comienzos de la historia tuvieron como resultado la aparición de lo que podría considerarse como cuatro tipos principales de regiones económicas en el mundo con sus características demográficas conexas.

- a) Civilizaciones asociadas centradas en una ciudad, agrarias y comerciales, que ocupaban la cuenca del Mediterráneo, amplias regiones del Asia oriental y una región independiente de carácter similar en Mesoamérica,
- b) Regiones adyacentes de economía de aldea, que se extendían a regiones más aisladas y que incluían terrenos boscosos de Asia y de Europa septentrional y, en menor grado, del hemisferio occidental;
- c) Zonas de nomadismo y seminomadismo en el interior de Asia, lindantes con las estepas, y hacia el sur, la franja árabe y del Sáhara,
- d) Economías de caza, recolección y pesca de las sociedades tribales del África al sur del Sáhara, de Oceanía y de la mayor parte de América del Norte y del Sur

1.1.3. La población en tiempos antiguos

Partes considerables de la población del mundo estaban sujetas a alguna forma de recuento censal cerca de los comienzos de la era cristiana, pero la información de que se dispone al respecto tiene valor limitado. Por supuesto, para la mayoría de las regiones se carece de información de esa índole. Por consiguiente, los investigadores modernos deben recurrir a cifras globales y cálculos aproximados que figuran en manuscritos antiguos, a deducciones basadas en el análisis de vestigios arqueológicos, a registros relativos de hechos tales como importaciones de granos, impuestos y fuerzas armadas, o alguna combinación de datos de esas fuentes en el contexto de otra información histórica.

Los censos que se levantaban en Roma con fines administrativos estaban limitados en su mayor parte a los ciudadanos. A veces, sólo se incluían en ellos a los varones adultos, en otras circunstancias, a todos los miembros de la familia a excepción de los niños. En 1866, Beloch estableció un cálculo de la superficie y la población del Imperio con arreglo al cual, en el año 14 de la era cristiana, la población ascendía a 54 millones de habitantes. Walek Czernecki llegó a la conclusión de que la población de Egipto debió ser de cerca de 9 millones en el siglo I de nuestra era. Existen referencias a los censos en la historia de China, se han analizado con provecho estadísticas que datan del año 2 de la era cristiana, a pesar de múltiples deficiencias, tales como la exclusión de los no chinos, los nobles, los esclavos y los monjes, y la tendencia a pasar por alto a las mujeres y las niñas. Para ese año, un cálculo basado en el número de hogares indicaba una población de 71 millones de habitantes para una China que correspondía aproximadamente a los límites actuales. En el norte de Europa, el África al sur del Sáhara, el norte de Asia, el Japón, América y Oceanía, las pruebas indican una población relativamente reducida, la sociedad de gran parte de esas regiones estaba en la etapa preagrícola.

Sobre la base de esos cálculos y consideraciones, se puede suponer que al comienzo de la era cristiana la población mundial oscilaba entre 200 y 400 millones de habitantes.

1.1.4. La población de los tiempos antiguos a los modernos

En el primer milenio de la era cristiana no hubo un aumento constante de la población de los antiguos centros de civilización, sino amplias fluctuaciones con grandes pérdidas ocasionales.

El siglo V vio el colapso del Imperio Romano de Occidente al ser invadido totalmente por las tribus germánicas. Fue también en este siglo cuando los hunos asolaron Europa hasta Francia, pocos siglos después de sus incursiones a China y la India. Con la aparición del Islam en el siglo VII, los árabes iniciaron su expansión en Asia, África y partes del Sur de Europa, y en el siglo XIII, las presiones del Imperio Mongol, que se extendía de China a Rusia, se hicieron sentir en el Occidente hasta Polonia y Hungría. En Europa se produjeron también invasiones por los magiares en el siglo IX y se hizo sentir la agresiva expansión de los vikingos. Estos cambios continuos de población reflejaban las penalidades y la inestabilidad política generales. La interpretación de la historia económica lleva a creer que hubo una grave depresión; fueron perturbadas las comunicaciones y los conductos comerciales, se abandonaron los campos y se

redujo la población de las ciudades.

La institución de la esclavitud, elemento que inhibía tanto el crecimiento económico como el demográfico, persistió durante gran parte de ese milenio. Los cautivos de la guerra aumentaban la población de esclavos, y el tráfico de esclavos incluía la venta de niños. La servidumbre produjo también un efecto inhibitorio sobre el crecimiento demográfico, al restringir la libertad de los campesinos para circular, casarse y ser dueños del destino de sus hijos. Esos factores económicos y sociales adversos, y también la devastación de la cuenca del Mediterráneo a causa de las pestes del siglo VI, fueron considerados la causa principal de la declinación demográfica.

Al acabar el milenio se hizo evidente un renacimiento económico y demográfico en la mayor parte de Europa. La población de Italia fluctuó, hacia el siglo XIII a los 8 millones de habitantes, se ha considerado que alrededor de 1560, se había alcanzado un nivel de cerca de 11 millones de habitantes. En España en la Edad Media, se ha calculado que a fines del siglo XV era de 10 millones de habitantes. El análisis de un recuento de hogares en el año 1328 proporciona una referencia para el estudio de la historia demográfica francesa, la población del territorio correspondiente a la Galia romana era en ese entonces considerablemente superior a 20 millones.

Durante los siglos XIV y XV, la población disminuyó considerablemente, entre un tercio a un medio, debido al hambre, la peste bubónica y la Guerra de los Cien Años.

Los aumentos más rápidos de población en Europa durante la Edad Media ocurrieron en las regiones al norte de los Alpes y al Oeste de los Cárpatos, donde los considerables desmontes y la expansión de la agricultura proporcionaron una base económica para el sustento de un mayor número de habitantes. En Alemania se pasó de 3 millones de habitantes en la época del César a unos 12 millones a comienzos del siglo XIV. La población de la zona actual de Checoslovaquia en el siglo V se ha calculado en alrededor de 0.5 millones de habitantes y a mediados del siglo XVII, puede haberse aproximado a los 3 millones de habitantes y para 1787 se ha calculado una población de 6.3 millones de habitantes.

La población de Rusia, era de 8.6 millones de habitantes alrededor del año 1000. Se ha llegado a la conclusión de que la población de la India era probablemente la misma a comienzos de la Edad Moderna que 2,000 años antes. El Japón muestran un crecimiento considerable en la Edad Media, y posteriormente, a fines del siglo XVII, la población pudo haber alcanzado los 25 millones de habitantes. La población de Egipto se ha estimado a fines del siglo XVIII en 2.5 millones de habitantes.

Se carece de documentos demográficos respecto del África al sur del Sáhara, el tráfico de esclavos alcanzó proporciones significativas, las pérdidas en el África meridional, más escasamente poblada, parecen haber sido desastrosas. Los embarques de cargamento humano duraron más de cuatro siglos (1442 a 1880), las conjeturas sobre el número de personas capturadas hacen llegar la cifra a 20 millones. Se ha calculado que quizá sólo un tercio de los esclavos capturados sobrevivieron.

En América, la conquista europea condujo a una despoblación de indígenas, que fue particularmente drástica en lo que es ahora América Latina. La población indígena había sido escasa en la mayor parte de América del Norte, pero en América Central y del Sur y en México,

la práctica de la agricultura del maíz y las culturas de los aztecas y los incas, que con el metal, favorecieron el crecimiento de la población durante varios siglos y dieron lugar a concentraciones considerables. La población del Caribe, que era de cientos de miles de habitantes en la época prehispánica, desapareció en pocos decenios a raíz de la conquista española. Se ha calculado que la población de la región central de México, que representaba cerca del 25% de la superficie actual del país, disminuyó de alrededor de 25 millones en 1519 a algo más de 1 millón a fines del siglo, con una recuperación en 1793 a aproximadamente 3.7 millones de habitantes. En América del Sur, las enfermedades infecciosas de origen europeo redujeron la población de muchos millones a una de magnitud mucho menor. Se acepta en general para 1650 la cifra de 1 millón de habitantes para Norteamérica.

Se produjeron descensos en la mortalidad, pero no se mantuvieron durante un período considerable; el aumento de la densidad ocasionado por las condiciones de mayor prosperidad trajo consigo mayor vulnerabilidad a las enfermedades epidémicas. Los azotes más graves fueron la peste de Justiniano y la bubónica. La primera se difundió aparentemente por todo el mundo, desde el año 542 hasta fines del siglo, a partir de una fuente en el interior del Asia sudoccidental. Se ha estimado que en el año 565 la mitad del Imperio Bizantino había quedado destruido y que el número total de muertos en el mundo fue de 100 millones aproximadamente. La peste bubónica llegó a Europa en 1346, probablemente desde el Asia central, y ha sido descrita como la epidemia más espantosa que haya afligido jamás a la humanidad.

Durante esos siglos, en la mayoría de las zonas, los períodos de hambre, pestilencia y guerras alternaban con períodos de recuperación, con el consiguiente lento aumento de la población neta en algunas de ellas. Hacia el año 1500 hubo un renacimiento del crecimiento demográfico y, en general, el siglo XVI fue de expansión, en particular en las regiones fronterizas alemanas.

En resumen, parece que tras el estancamiento de la Edad Media y comienzos de la Edad Moderna, en el período de los años 1000 a 1650 se inició un aumento de la población.

La relación entre el crecimiento de la población y el desarrollo económico era compleja. El aumento de la población parece haber inducido migraciones y conquistas, pero la colonización proporcionó también la oportunidad para multiplicarse, y el constante aumento de la población parece haber sido consecuencia de condiciones que favorecían la expansión pacífica de los cultivos y el comercio.

1.1.5. La población en tiempos modernos

Todo el gran auge científico y mercantil pavimentó el camino para la revolución industrial. Avanzado ya el siglo XVIII, esta revolución, que encontró su cuna en Inglaterra y los Países Bajos, rápidamente se difundió hacia tierras más firmes. Alrededor de 1800 había penetrado a las economías de Bélgica, Francia, Alemania y los Estados Unidos; en 1900 llegaba a Suecia, Dinamarca, el norte de Italia y Rusia.

La revolución industrial introdujo un conjunto de cambios en las estructuras sociales, políticas y culturales, cuyo objetivo no era otro que el de facilitar el fortalecimiento del sector manufacturero. El uso de nuevas fuentes de energía, condujo a una nueva revolución urbana.

Estas modificaciones fueron acompañadas de nuevos patrones de división idéica y social del trabajo, nuevos estilos de gestión política, nuevos modelos de estratificación social y nuevas formas de reparto del mundo entre las potencias. Como expresión de las transformaciones, la fuerza de trabajo, que hasta fines del siglo XVIII había sido esencialmente agrícola, rápidamente perdió ese carácter.

Básicamente, el industrialismo nació del vapor de agua, su cuna estuvo en Inglaterra. Sus aplicaciones permitieron mover las máquinas que se usaron en las actividades metalúrgicas, textiles y mineras, como también en el transporte sobre tierra y agua. Al igual que el papel jugado por el vapor, el carbón se valorizó y adquirió la calidad de un bien estratégico. Posteriormente se da el surgimiento de otras fuentes de energía, como el petróleo y la hidroelectricidad. En 1857 se comenzó a extraer el petróleo y se inició su destilación. En 1883 se puso en práctica el principio teórico de Faraday y comenzó a transformarse la electricidad en calor, luz y movimiento. Al incremento de la energía respondió el aumento de la producción y a éste la ampliación de la educación y la investigación, solidificándose la elevación de la productividad. La trayectoria de la revolución industrial ha potenciado la capacidad humana a un ritmo cada vez más notable.

1.1.6. La población en tiempos contemporáneos

Desde un punto de vista global, la población aumentó a un ritmo firme y modesto hasta la primera mitad de este siglo, después de la cual se hizo notar una marcada aceleración. Sin embargo, la tendencia a largo plazo no era uniforme en todas las regiones, sino que incluía considerables variables. Se registró una declinación para América del Norte, estabilidad para Europa, fluctuaciones para la URSS y China, mientras que para el resto de Asia, y para América Latina y el África, se ve un firme aumento global.

Esta elevación generalmente lenta de la tendencia mundial, fue interrumpida por la espectacular aceleración evidente de 1950 a 1965. Para estos 15 años, la tasa fue de más del doble que para los 50 años precedentes. El número de habitantes aumentó probablemente en alrededor del 70% entre 1800 y 1900 y alrededor del 100% entre 1900 y 1965, con un aumento del 30% entre 1950 y 1965. Con la excepción del Japón, todas las principales regiones del mundo contribuyeron a la más reciente tendencia hacia la expansión. La baja tasa correspondiente a la URSS en la primera mitad del siglo XX puede imputarse en parte a las pérdidas inusitadamente grandes sufridas en un período que incluyó dos guerras mundiales.

La medición científica de las cifras de la población humana sólo se ha intentado en épocas comparativamente recientes, y por el momento dista mucho de incluir a todo el mundo. Aunque se reconozca la imperfección de la información de que se dispone actualmente, es evidente que la expansión numérica de la raza humana ha sido esporádica. Ha habido períodos en los que las poblaciones crecieron con una tasa relativamente rápida, otros en que permanecieron casi estacionarias o sufrieron una disminución. Los períodos de crecimiento no han estado sincronizados en diferentes zonas. La diversidad en las pautas de cambio económico y social ha estado acompañada por una diversidad de las tendencias de población.

2. CASOS DE TENDENCIAS DE LA POBLACION

Hay ciertos números que permiten resumir, en su sentido más general, las cambiantes relaciones entre la dinámica de la población y el proceso de desarrollo. Es posible, dentro de unos gruesos márgenes de error, reconstruir el tamaño de la población de planeta en cinco momentos de la historia. Al comenzar la revolución agraria, hace unos 12 mil años, existían entre 7 y 10 millones de humanos, a los 33 años de esta era, nuestros congéneres alcanzaban de unos 250 a 400 millones de personas, alrededor de 1750, los habitantes de la Tierra llegaban a unos 800 millones, hacia 1950, los efectivos demográficos ascendían a 2,500 millones, entre 1985 y 1990 se celebró el nacimiento del habitante número 5,000 millones, en el 2000 se estima que la población mundial totaliza 2150 millones de personas, estos datos se representan en la Figura 1.1

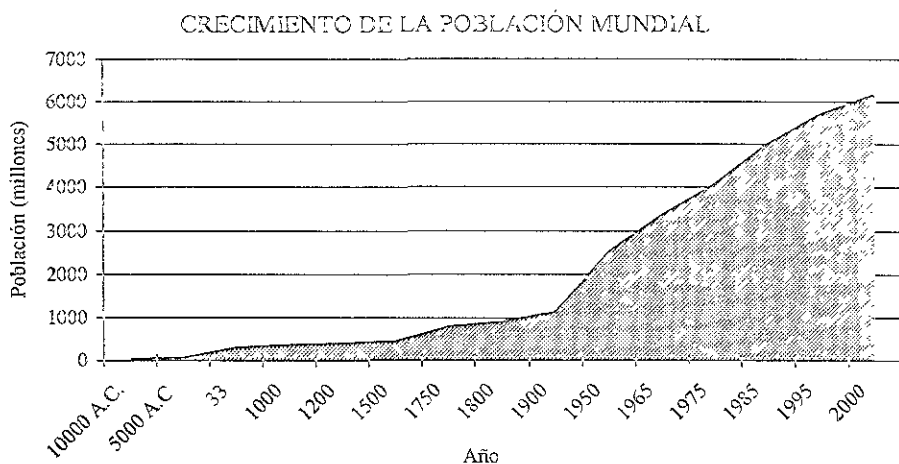


Figura 1.1. Evolución del crecimiento de la población mundial

Las cifras anteriores muestran que el ritmo de aumento de la población mundial se ha ido acelerando gradualmente, ya que el grueso del incremento demográfico ha ocurrido luego de iniciada la revolución industrial. Entre el momento en que surgió la especie humana hasta los inicios de la revolución agraria se duplicaba cada 1,500 años, entre el año 1 de la era cristiana y 1750 cada 1,200 años, entre 1750 y 1950 cada 122 años y entre 1950 y 1988 cada 35 años. Más nítida resulta esta multiplicación creciente cuando se constata que el total de habitantes del planeta en 1929 equivalía sólo a un tercio del número que lo pueblan en la actualidad.

En siglos anteriores, el ritmo del crecimiento demográfico parece haber estado vinculado con el logro del orden social y político en el que se establecía con mayor o menor éxito una relación entre la población y los recursos económicos obtenibles. Las poblaciones estaban, a corto término, a merced de violentas oscilaciones de la mortalidad, pero en los movimientos de población que desde hace siglos se repiten, es probable que la fecundidad haya sido un factor determinante principal de la tendencia, aunque los mecanismos de control social de la fecundidad

eran, y en gran medida siguen siendo, de enorme variedad al tener en sus respectivos territorios, e las condiciones cambiantes.

1.3. EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LA POBLACIÓN MEXICANA

Se han distinguido varias etapas en el estudio de la historia de la población mexicana. En este apartado se considerará a la etapa antes de la llegada de los españoles al Nuevo Continente como el *Periodo Precolonial*.

El desembarco de las tropas de Cortés en las costas mexicanas en 1519 inicia una nueva era en la que los conquistadores, terminaron una época de expansión independiente y establecieron otra cuyo signo característico es el genocidio. A diferencia de los estudios históricos, aquí llamaremos etapa de *La Conquista* a todo el período de disminución de la población, y no sólo a los primeros años de luchas.

Hacia la primera mitad del siglo XVII empieza una lenta recuperación de la población mexicana, la cual hasta los primeros años del siglo XIX estará enmarcada por el dominio español: *Periodo Colonial*. El surgimiento de la República independiente no da lugar a grandes cambios demográficos, la población mexicana continuará viviendo un régimen demográfico característico de las sociedades agrícolas, donde se combinan altas tasas de fecundidad y mortalidad y donde la pequeña ventaja de las primeras es frecuentemente borrada por la aparición de fuertes crisis: guerras, epidemias o hambrunas. Sin embargo, obvias razones de tipo político y social nos obligan a considerar un nuevo período a partir de 1810: *De la Independencia a la Revolución*.

El término de la Revolución da principio a una nueva etapa, *Epoca moderna*, durante la cual la dinámica demográfica sufre un cambio sustancial. Aproximadamente a partir de 1930, la población mexicana inicia un proceso de fuerte crecimiento a causa del descenso progresivo de la mortalidad y a la permanencia de altos niveles de fecundidad. Esta explosión demográfica, en términos cuantitativos significó que la población triplicara su volumen en 40 años.

Finalmente, en la parte que denominaremos *El futuro de México: 1998-2030*, se examinan las perspectivas de la población mexicana con relación a sus principales características demográficas.

1.3.1 El Periodo Precolonial

Los especialistas en la materia coinciden en atribuir el descubrimiento y poblamiento original de América a grupos mongoloides, quienes probablemente pasaron por primera vez a nuestro continente. La llegada de los primeros hombres a México se estima alrededor de hace 22 mil años.

El período comprendido entre estas fechas y la aparición de la revolución agrícola se caracteriza por una baja densidad demográfica, en el que a lo mucho se ha encontrado una densidad de una

persona por kilómetro cuadrado. Evidentemente no es sino un fenómeno más de los que ocurren como consecuencia de los fenómenos demográficos: fecundidad y mortalidad. Sin embargo, evidencias indirectas nos hacen pensar en una mortalidad extremadamente alta. Como los grupos sobrevivían e incluso se expandían, debemos admitir que los hombres de entonces tenían también una muy alta fecundidad.

La revolución agrícola, es decir, la aparición de la agricultura, libró a los hombres de la dependencia, muchas veces fortuita, del hallazgo de subsistencias, este hecho indudablemente mejoró los niveles de vida y redujo la mortalidad, originándose así, muy probablemente una “explosión demográfica”

Con relación a la población de las primeras civilizaciones, la Olmeca, que habitaba en las costas del Golfo, se ha estimado en unos 350 mil habitantes. Hacia 1428, la población de los Mexicas se cree llegaba a cerca de 300 mil personas, concentrada gran parte en el centro urbano de Tenochtitlan, lo que hacía de esta ciudad una de las mayores del mundo y desde luego la mayor del continente americano.

Se ha calculado que hacia 1519 habitaban el México Central (región delimitada al sur por el Istmo de Tehuantepec y al norte por una zona que va del río Pánuco al río Lerma) entre 18 y 30 millones de indígenas, con un promedio probable de 25.2 millones.

1.3.2. La Conquista

A principios del siglo XVI, al llegar los españoles a México, la opresión hacia los indígenas era algo característico de esta época. Las consecuencias demográficas de la conquista resultan impresionantes: en 85 años la población mexicana desciende más del 95%, es decir, de 25 millones en 1519 a sólo 1 millón en 1605. Esta es una de las mayores crisis demográficas de todos los tiempos.

El Cuadro 1.5. resume la evolución demográfica en el primer siglo de dominación española. De los datos que ahí se muestran, se pueden ver tasas de mortalidad altísimas, así entre 1519 y 1523, la tasa bruta de mortalidad de la población indígena seguramente rebasó las 100 defunciones por cada 1,000 habitantes y entre 1523 y 1568 muy probablemente giraba en torno a las 50 muertes al millar.

La explicación del desplome demográfico, la encontramos en la conjunción de los siguientes elementos:

- a) La aparición de epidemias y enfermedades, que resultaban verdaderas catástrofes al enfrentarse poblaciones que no habían desarrollado defensas orgánicas.
- b) El aumento en la intensidad de los niveles de explotación de la población.
- c) La disminución de la alimentación.
- d) Otros factores, entre los que destacan la violencia sistemáticamente perpetrada contra la

población indígena y los efectos psicológicos en los nativos, el bñtise después de la conquista, en un mundo que no les ofrecía compensación social alguna. La reducción casi completa de la fecundidad, los infanticidios y los sacrificios colectivos son algunos ejemplos de este efecto.

Cuadro 1.5
México Central. Evolución de la población, 1519-1605

Año	Población (millones)	Tasa de crecimiento (%)
1519	25 200	
1523	16 800	-9.7
1528	6.300	-3.9
1568	2.650	-4.3
1580	1.900	-2.6
1595	1.375	-2.5
1605	1.075	-2.6

1.3.3. El Período Colonial

Hacia mediados del siglo XVII la estructura socioeconómica de la Colonia se encuentra ya consolidada. Dos mundos, en extremo diferentes, componían la sociedad de la Nueva España: uno, la "República de los españoles", aunque reducido en número, contaba con el más alto poder económico, la mayor estima social y la principal influencia política, y el otro, débil de gente flaca y desvalida constituía la "República de los indios". Por las mismas fechas empieza, aunque lentamente, la recuperación de la población mexicana. Alrededor de 1650, ésta se estima en 1.2 millones y entre 1670 y 1680 se supone alcanzó los dos millones.

A mitad del siglo XVIII, los habitantes de Nueva España habían rebasado los 3.3 millones y en vísperas de la Independencia, giraban en torno a los seis millones (véase Cuadro 1.6). De éstos, un 60% estaba formado de indígenas, es decir, aproximadamente 3.7 millones.

El régimen demográfico característico de este período de recuperación puede identificarse con el prevaleciente en las sociedades agrícolas, el cual se resume en elevadas tasas de natalidad y mortalidad, aunque con una pequeña diferencia a favor de las primeras, que permitía un continuo incremento de la población, que se encontraba reducido de tiempo en tiempo a causa de la aparición de fuertes crisis demográficas (epidemias, hambrunas, etc.) que producían una gran cantidad de muertos.

Cuadro 10
Diferencias estimaciones de la población de Nueva España
en el siglo XVIII y primeros del siglo XIX

Año	Población total (millones)	Año	Población total (millones)
1742	3.34	1805	5.84
1793	4.48	1808	5.91
1795	5.20	1809	6.05
1799	4.50	1810	6.12
1803	5.76	1811	6.15

1.3.4. De la Independencia a la Revolución

Los desajustes sociales de la época colonial, al no encontrar vías políticas que le dieran una solución institucional, desataron otros procesos que acentuaron las contradicciones del sistema y "dieron paso al movimiento de la Independencia que incendió el país en 1810" La guerra de Independencia acarrió fuertes pérdidas humanas, algunos estiman que en ella murieron 600 mil combatientes, lo que equivaldría al 10% de la población total del país

El México independiente no experimentó, en cuanto a su comportamiento demográfico, numerosos cambios con relación al período colonial. Los índices de natalidad y de mortalidad se conservaron muy elevados. Se estima que se tenía una tasa de natalidad media entre 1820 y 1860 en seis estados del país, del orden de 52.6 al millar. Con relación a la mortalidad, se ha estimado que se tenían altos niveles. La alta mortalidad se explica por la existencia de condiciones verdaderamente adversas a la población.

En relación con las causas de defunción, las tierras bajas sufrían los estragos de la malaria y la fiebre amarilla, mientras que las altas padecían la viruela y las enfermedades respiratorias. Las frecuentes guerras y levantamientos del siglo antepasado eran causa también de grandes aumentos en el número de muertos. Entre éstas, la invasión norteamericana de 1846 a 1847 cuesta al país además del número de víctimas, la mitad del territorio nacional.

Hacia 1850, la población alcanzó los ocho millones, seis de los cuales habitaban en el campo. Para 1895, fecha del primer censo general, la población había aumentado a 12.6 millones, y cinco años más tarde, el segundo censo confirmaba la existencia de 13.6 millones de mexicanos. El censo de 1910 enumeró cerca de 15.2 millones, de los cuales poco más de 11 millones vivían en comunidades rurales, del resto, casi 500 mil se concentraba en la ciudad de México, poco más de 100 mil en Guadalajara y 96 mil en Puebla. Más de la mitad de la población era menor de 20 años y sólo un 8% rebasaba el medio siglo.

En vísperas de la Revolución la tasa de natalidad se ha calculado entre 45 y 50 nacimientos por cada 1,000 habitantes, y la de mortalidad entre 30 y 35 defunciones por los mismos 1,000 habitantes. Estas cifras muestran el descenso iniciado en la mortalidad por allá de 1850.

La Revolución elevó las defunciones y disminuyó la natalidad. Se ha estimado que la tasa de fecundidad bajó a 43.2 de 1910 a 1914 y a 40.6 de 1915 a 1919. Al mismo tiempo, la emigración incrementó la emigración. La conjunción de estos factores, originaron una pérdida de casi un millón de mexicanos: de los 15.2 millones que había en 1910, se bajó a 14.3 según el censo de 1921.

1.3.5. Época moderna

Una vez terminada la Revolución, la demografía nacional habría de observar una de sus mayores transformaciones. En efecto, el ritmo de crecimiento de la población empieza una tendencia ascendente que no ha de culminar sino hasta principios de la década de los años sesenta: de una tasa anual de crecimiento del 1.7% entre 1921 y 1930 se llegó a una del 3.1% entre 1950 y 1960, de 3.4% entre 1960 y 1970, y posteriormente una disminución de 1.75% entre 1990 y 1998.

Este crecimiento se explica por las distintas evoluciones que los índices generales de fecundidad y mortalidad han tenido. La fecundidad, por su parte, conservó prácticamente invariables sus niveles hasta 1970, para después disminuir en una forma considerable: 45.4 nacimientos anuales por cada 1,000 habitantes entre 1920 y 1970, 35.15 entre 1970 y 1990, y 25.5 entre 1990 y 1998 (véase Cuadro 1.7).

La disminución de la fecundidad se explica principalmente por dos factores, primero, hacia 1970 nuestro país había alcanzado en diversos indicadores socioeconómicos valores que generalmente han sido asociados a una fecundidad menor y, segundo, que a partir de 1973 las campañas de planificación familiar han incrementado constantemente su campo de acción.

Cuadro 1.7.
México: Natalidad, mortalidad y crecimiento natural de la población de 1920 a 1998
(tasas medias anuales por mil habitantes)

Período	Natalidad	Mortalidad	Crecimiento Natural
1920-1930	45.3	28.4	16.9
1930-1940	44.1	23.3	20.8
1940-1950	45.6	18.2	27.4
1950-1960	46.8	15.6	31.2
1960-1970	45.3	11.9	33.4
1970-1980	38.3	8.6	29.7
1980-1990	32.0	6.5	25.5
1990-1998	25.5	5.3	20.2

En cambio, a raíz del impacto de una tecnología sanitaria, que se importa significativamente del exterior, y de la creación de una infraestructura sanitaria y de gasto social que operan aunados a una cierta elevación de los niveles de vida y de cultura de la población, la mortalidad ha

disminuido considerablemente aumentando la esperanza de vida de los mexicanos. Así, como se ilustra en la Figura 1.2, así, de ocurrir 19.78 defunciones anuales por cada 1,000 habitantes entre 1921 y 1970, se bajó a 7.55 entre 1970 y 1990 y a solo 5.3 entre 1990 y 1998 (véase Cuadro 1.7).

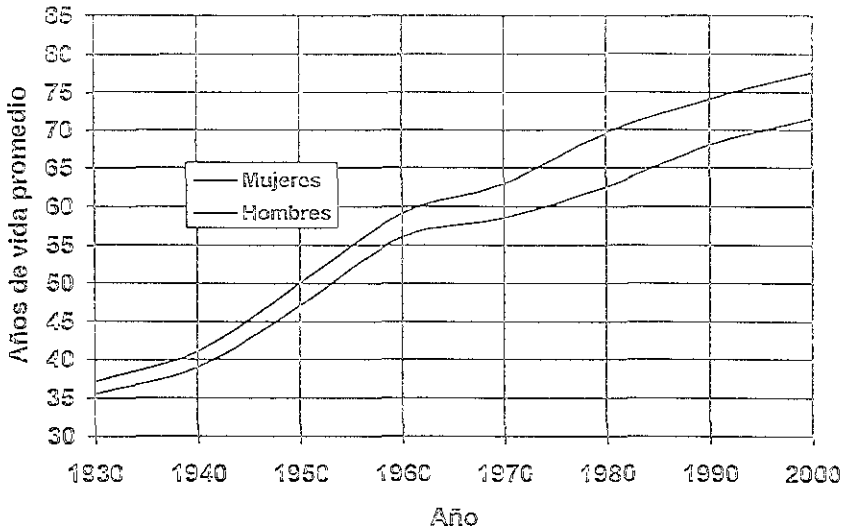


Figura 1.2. Esperanza de vida, 1930-2000

La “explosión demográfica” resultante (véase Cuadro 1.8.) se nota en los aumentos cada vez mayores de la población mexicana. De tal suerte, de 1921 a 1930 la población se incrementa en un 15.5%, al pasar de 14.3 millones a 16.6 y de 1930 a 1940 en un 18.7% que lleva la población hasta 19.7 millones. A partir de entonces, debido a que los descensos en la mortalidad se hacen mayores, la población acelera su crecimiento, y de esta manera entre 1940 y 1950 aumenta más de un 30% para llegar a 25.8 millones. Hacia 1960 la población se acerca a los 35 millones, en 1970 rebasa los 48 millones, en 1980 se encuentra alrededor de los 69 millones, para finalmente en 1990 alcanzar una cifra próxima a los 83.7 millones. Es decir, que en estos últimos 20 años la población casi se ha duplicado, lo que sin lugar a dudas ha traído consigo importantes implicaciones económicas y sociales.

El precipitado crecimiento trajo consigo, importantes implicaciones demográficas, entre las que destacan:

- a) El rejuvenecimiento de la estructura por edad hasta 1970. Pero cuando se analiza dicha evolución por grupos de edad, entre 1970 y 1990, se encuentra que el proceso de

requerimiento de la población mexicana que se registró entre 1921 y 1970, hacia la reversión a partir de entonces. Esto hará que en el año 2000 México alcance su punto necesario para convertirse en lo que se define como un país envejecido.

- b) Propiciar cuantiosos desplazamientos de la población, que han afectado la distribución dentro del territorio, al aumentar la importancia de los centros urbanos, y que también han mantenido en alto los volúmenes de la migración internacional.

Cuadro 18
México. Población en los años censales, 1895-1990

Año	Población censada (millones)	Crecimiento anual (%)
1895	12.63	
1900	13.61	1.5
1910	15.16	1.09
1921	14.33	-0.5
1930	16.55	1.72
1940	19.65	1.73
1950	25.79	2.73
1960	34.92	3.07
1970	48.22	3.41
1980	69.39	2.97
1990	83.77	2.15

En el Cuadro 19, se observa la densidad de población en 1995 correspondiente a las distintas entidades de la República. La menor densidad se tiene en Baja California Sur (5.1 hab/km²) y la más alta en el Distrito Federal (5,739.7 hab/km²).

Podemos concluir este apartado reflexionando en que durante casi tres decenios, a partir de 1940, el incremento poblacional, cuya dinámica adquirió una fuerza en forma creciente, no fue considerado, en general, como algo problemático debido, entre otras razones, a que las estrategias de crecimiento económico de la época necesitaban de una mano de obra que se concentrara en algunos centros urbanos donde el ímpetu industrializador la requería. Es en el decenio de los sesenta, cuando el tema de la población comienza a ser objeto de discusión pública.

El estudio y el debate del tema comenzaron a hacer evidente que la tasa de crecimiento demográfico ejerce fuertes presiones sobre la disponibilidad de recursos del país, y que la capacidad del sistema para hacer frente a las demandas derivadas de este crecimiento poblacional es limitada. En todo caso, el gobierno del país comenzó a tomar conciencia de la nueva dinámica poblacional y de la problemática y las implicaciones que de la misma se desprenden.

Un indicio de esta toma de conciencia lo constituye el cambio producido en la política gubernamental en materia de población en el periodo de 1972 a 1974. La tradicional posición pronatalista o de indiferencia a la tasa de crecimiento de la población cedió el paso a una posición

que permite la regulación y encorramiento de los fenómenos de población. La Ley General de Población se propuso que influyera en las esferas socioeconómicas y demográfica del proceso de desarrollo y las necesidades que emergen del crecimiento poblacional.

Cuadro 19
DENSIDAD DE POBLACIÓN EN LA REPÚBLICA MEXICANA

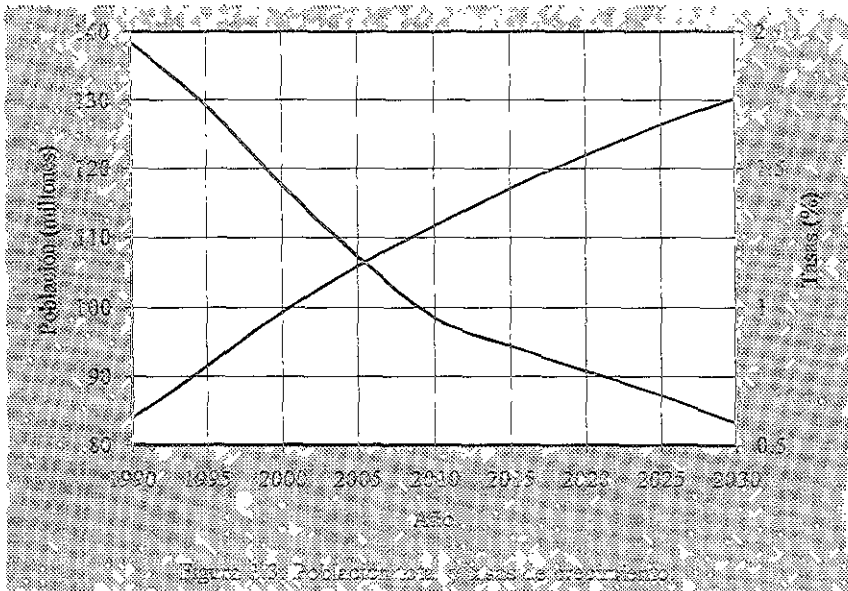
Estado	Población (1995) Miles de hab	Superficie Km ²	Densidad Hab/Km ²
Estados Unidos Mexicanos	91,158,290	1,958,201	46.6
Aguascalientes	862,720	5,471	157.7
Baja California	2,112,140	69,921	30.2
Baja California Sur	375,494	73,475	5.1
Campeche	642,516	50,812	12.6
Coahuila	2,173,775	149,982	14.5
Colima	488,028	5,191	94.0
Chiapas	3,584,786	74,211	48.3
Chihuahua	2,793,537	244,938	11.4
Distrito Federal	8,489,007	1,479	5,739.7
Durango	1,431,748	123,181	11.6
Guanajuato	4,406,568	30,491	144.5
Guerrero	2,916,567	64,281	45.4
Hidalgo	2,112,473	20,813	101.5
Jalisco	5,991,176	80,936	74.0
México	11,707,964	21,355	548.3
Michoacán	3,870,604	59,928	64.6
Morelos	1,442,662	4,950	291.4
Nayarit	896,702	26,979	33.2
Nuevo León	3,550,114	64,924	54.7
Oaxaca	3,228,895	93,952	34.4
Puebla	4,624,365	33,902	136.4
Querétaro	1,250,476	11,449	109.2
Quintana Roo	703,536	42,030	16.7
San Luis Potosí	2,200,763	63,068	34.9
Sinaloa	2,425,675	58,328	41.6
Sonora	2,085,536	182,052	11.5
Tabasco	1,748,769	25,267	69.2
Tamaulipas	2,527,328	79,820	31.7
Tlaxcala	883,924	4,016	220.1
Veracruz	6,737,324	71,699	94.0
Yucatán	1,556,622	38,402	40.5
Zacatecas	1,336,496	73,252	18.2

1.5.6. El futuro de México: 1990-2030

No podemos terminar esta breve visión histórica de nuestra población sin preguntarnos sobre el futuro demográfico del país. La curiosidad resulta natural, sobre todo en estos tiempos en los que la evolución demográfica adquiere una importancia especial.

Los diferentes caminos que puede recorrer el ya iniciado descenso de la fecundidad conducir a volúmenes poblacionales muy diferentes. La evolución prevista de la tasa global de fecundidad es de 2.4 hijos por mujer en el año 2000 y de 2.1 hijos en el año 2005, para continuar descendiendo muy lentamente los años siguientes. En el largo plazo se prevé que este indicador descenderá a 1.68 hijos en el 2030. Se prevé que la mortalidad de la población del país continuará en descenso, aumentando la esperanza de vida de 73.6 años en 1998 a 74.4 en el 2000 y, finalmente, a 79.2 en el 2030, es decir, que la vida media de los mexicanos al final del horizonte de proyección será igual a la mostrada por Japón en 1991, el país que cuenta actualmente con el nivel de mortalidad más bajo del mundo. Las previsiones sobre la migración internacional asumen que la tasa se mantendrá fija hasta el año 2010 y a partir de ese año se reduciría hasta llegar a ser igual a cero en el 2030.

Si se cumplen las premisas para la fecundidad, la mortalidad y la migración internacional, la población del país sería de 94.7 millones de habitantes en 1998 a 99.2 millones en el 2000, 105.7 millones en el 2005, 111.7 millones en el 2010 y 130.3 millones en el 2030, según se aprecia en la Figura 1.3. La tasa de crecimiento total disminuirá de 1.61 por ciento en 1997 a 1.44 en el 2000, 0.96 en el 2010 y seguirá su curso hasta alcanzar .57 por ciento en el 2030.



Del año 1995 al 2000, el incremento neto medio anual de 1.5 millones de personas será resultado de promedios anuales de 2.2 millones de nacimientos, 430 mil defunciones y una pérdida neta por migración de casi 300 mil individuos. Este crecimiento se concentrará principalmente en las edades laborales (15 a 64 años), la población en edad preescolar (0 a 5 años) disminuirá a lo largo del período de proyección, mientras que la población en edades escolares (6 a 14 años) se mantendrá casi constante, alrededor de 20 millones entre 1998 y el 2000, año a partir del cual empezará a disminuir gradualmente. La población senescente (65 años o más) aumentará su volumen rápidamente. A la cifra de 3.8 millones en 1995 se habrá agregado cerca de un millón en lo que resta del presente siglo. El acelerado crecimiento de la población senescente implica que entre 1995 y 2010 se duplicará su tamaño. En ese último año su volumen ascenderá a 7.6 millones y prácticamente se habrá quintuplicado al cabo de los 35 años de proyección (2030), cuando el monto superará los 15 millones.

Los diferentes ritmos de crecimiento traerán consigo una continua transformación de la estructura por edad. Durante el horizonte de proyección, la participación relativa de los niños en edades preescolares se habrá reducido de 14.5 por ciento en 1998 a 13.1 en 2000, 10.2 en 2010 y 7.3 por ciento en 2030. Los niños en edades escolares disminuirán de 21.3 por ciento a 19.7, 16.7 y 11.7 por ciento en los mismos años, respectivamente. En cambio, las poblaciones en edades de trabajar y en la senectud abarcarán cada vez mayores proporciones de la población total: la concentración de la primera aumentará de 60.0 por ciento en 1998 a 62.5 en 2000, 67.0 en 2010 y 69.1 por ciento en 2030; la del grupo de mayor edad se incrementará de 4.2 por ciento a 4.7, 6.1 y 11.9 por ciento en los mismos años, respectivamente.

Consecuencia directa de ese paulatino envejecimiento de la población es el gradual aumento en la edad media de la población de 25 a 26 años entre 1995 y el 2000, 29 años en 2010 y 37 para 2030. Este envejecimiento de la estructura de edades seguirá proporcionando un aumento gradual en la tasa bruta de mortalidad más allá del 2030. Así mismo, la fecundidad favorecerá el continuo descenso de la tasa de natalidad, de tal suerte que en los primeros años de la segunda mitad del próximo siglo no sólo se habrá completado la transición demográfica, sino que el país experimentará una progresiva *disminución* de su población, fenómeno que ocurrirá por primera vez desde la culminación del período revolucionario (1910-1921).

Capítulo II

LA DEMOGRAFÍA Y SUS FUNDAMENTOS

Muchos y variados lazos vinculan a la demografía con los fenómenos sociales en general. En este capítulo se busca explicar la problemática que aborda la demografía definiendo la estructura y dinámica de la población para poder así reconocer la utilidad de la demografía en el análisis social. Se revisa la evolución del pensamiento sobre población desde la antigüedad hasta la actualidad. Se identifican los componentes de la dinámica de la población (fecundidad, mortalidad y migración), para así poder distinguir y relacionar la demografía con otras ciencias y poder generar líneas de reflexión social sobre la problemática de la población.

2.1. TEORÍAS DEMOGRÁFICAS

2.1.1. Demografía

La *demografía* es una ciencia cuyo fin es el estudio de la población humana y que se ocupa de su dimensión, estructura, evolución y caracteres generales, considerados principalmente desde el punto de vista cuantitativo.

Una definición más específica podría señalar que la demografía se compone de la estructura, la dinámica y los componentes de la dinámica de las poblaciones humanas: la fecundidad, la mortalidad y la migración. La demografía pretende describir estos tres aspectos de la población y encontrar sus determinantes y sus consecuencias (sociales, biológicas, económicas, etc.). A partir de lo anterior, la demografía está en condiciones de investigar la evolución del tamaño y de la distribución espacial de poblaciones humanas concretas y a su vez, estudiar los cambios de ciertas variables y características básicas de la población.

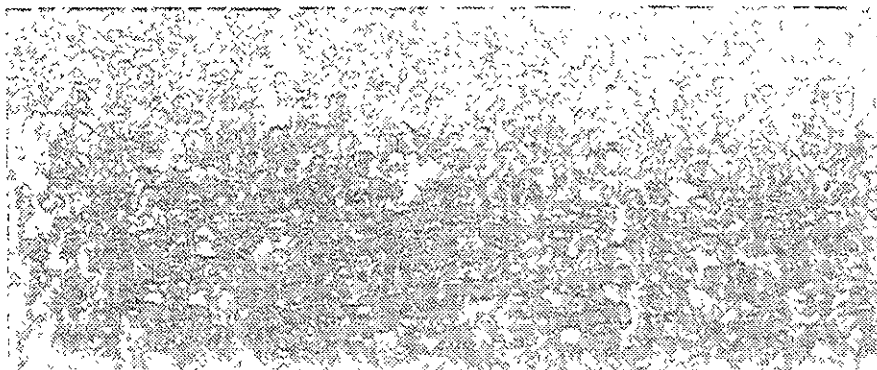
En la demografía el concepto de *estructura* se refiere a la distribución o composición de la población según diferentes rasgos, tales como la edad, el sexo, el estado civil, la condición de actividad económica, la localización espacial, etc.

Por *dinámica de la población* debe entenderse el cambio de las variables demográficas básicas (fecundidad, mortalidad y migración) y sus consecuencias sobre la magnitud y estructura de ella. El interés de la demografía se centra en las modificaciones que experimenta la población con el paso del tiempo, que pueden ser tanto cambios en su tamaño (aumento o disminución de los efectivos), como variaciones en su composición por edad u otras variables de las señaladas anteriormente.

Para el estudio de la estructura y dinámica de la población, la demografía se concentra en la investigación de los principales factores que influyen sobre ambos aspectos:

a) La *mortalidad*

- b) La fecundidad
- c) La migración



Cada diez segundos, la población mundial aumenta en 27 personas

Si se considera a la población como un sistema compuesto por individuos y que interactúa con otros sistemas, existen, para cada sistema, dos procesos fundamentales que definen, a cada instante, la magnitud y estructura de la población. Estos procesos son los de *entrada y salida*.

En una población total, la natalidad y la inmigración son procesos de entrada, mediante los cuales esa población incrementa el número de sus efectivos. La mortalidad y la emigración, en cambio, son procesos de salida, y tienden a reducir la cantidad de personas en la población. La demografía estudia estos procesos tanto para comprender las relaciones analíticas que entre ellos existen como para cuantificar sus niveles y verificar su impacto sobre el cambio de la población.

2.1.2. Teorías demográficas

En diferentes épocas y civilizaciones ha existido gran interés por los problemas de población, y son numerosos los antecedentes a este respecto. Desde la antigüedad los estadistas y pensadores han sostenido criterios basados en consideraciones de carácter político, militar, social y económico, acerca de cuestiones tales como el número más conveniente de habitantes o la necesidad de estimular o retardar el crecimiento de la población. Si bien esas ideas se formularon con fines de política pública y sólo en casos excepcionales fueron más allá de ser simples especulaciones casuales, los pensamientos exteriorizados prefiguraron muchas de las cuestiones que habían de reaparecer en la teoría demográfica moderna.

Se considera en general que la teoría demográfica moderna tuvo su origen en los trabajos de

Thomas Robert Malthus a fines del siglo XVIII. Su obra es un libro que trata de los límites del crecimiento de la población y en los problemas económicos y sociales con ella relacionados. A lo largo que el tema ocupase por primera vez un lugar prominente.

La obra de Malthus suscitó controversias, y las controversias impulsaron a investigar más a fondo los problemas del crecimiento de la población y alentaron a continuar mejorando los métodos de observación y análisis.

La teoría de Malthus tiene sus raíces en las dificultades de carácter político, económico y social que existían en su época.

Las hipótesis fundamentales que trató de probar se exponen de la manera siguiente:

- 1 La población está limitada necesariamente por los medios de subsistencia.
- 2 La población aumenta invariablemente cuando aumentan los medios de subsistencia, a menos que lo impidan frenos muy poderosos y evidentes.
- 3 Dichos frenos, pueden expresarse todos en términos de restricción moral, vicio y miseria.

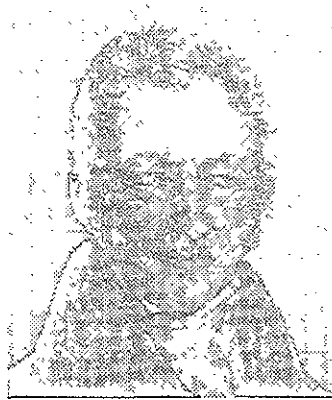
La "restricción moral" consiste principalmente en aplazar el matrimonio, y el "vicio", que puede manifestarse como prevención del nacimiento de hijos, relaciones sexuales extramatrimoniales y prostitución. Pensó que los frenos positivos son sumamente diversos e incluyen todos los factores que en alguna medida contribuyan a acortar la duración normal de la vida. Entre ellos se cuentan las epidemias, las guerras, las plagas y el hambre, todas ellas manifestaciones de "miseria".

Después de afirmar que hay grandes obstáculos al crecimiento demográfico en acción continua, Malthus se pregunta cuál sería el crecimiento natural de la población si se la dejase sin freno, y cuál la tasa a que podrían aumentarse los medios de subsistencia. Sobre esta base formula sus dos hipótesis fundamentales de que la población tiende a duplicarse cada 25 años, es decir, a aumentar en progresión geométrica, mientras que en las condiciones más favorables la producción agrícola aumenta cada 25 años en una cantidad igual y, en consecuencia, sólo en progresión aritmética. Llega a la conclusión de que, "Tomando toda la tierra... la especie humana aumentaría como los números 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256, y los medios de subsistencia como 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9. En el curso de dos siglos, la población sería a los medios de subsistencia como 256 es a 9...".

A fin de fundamentar su tesis, Malthus examinó las condiciones imperantes en diversas sociedades y países, y llegó a la conclusión de que la historia de la humanidad validaba sus proposiciones básicas. No obstante, la falta de un método más objetivo y de una interpretación menos restrictiva, hizo que Malthus pasara por alto el hecho de que el modelo que proponía no era inevitable, como lo demostró la experiencia de los países que estaban entonces en el proceso o en el umbral de la revolución industrial.

Las obras de Malthus constituyeron un factor importante para el posterior desarrollo de la teoría demográfica. Al suscitar una polémica considerable, su "principio de la población" hizo reconocer tanto a sus discípulos como a sus adversarios la necesidad de comprender mejor las tendencias del crecimiento de la población y sus relaciones con las condiciones económicas y sociales.

Se han desarrollado muchas otras teorías contemporáneas y posteriores a Malthus que se han clasificado de acuerdo con su base filosófica en teorías biológicas y culturales-socios-económicas. Entre las teorías biológicas se encuentra la de Michael Thomas Sadler, quien en su obra titulada *The Law of Population*, publicada en 1830, argumenta que el comportamiento de la fecundidad varía en forma inversa a la densidad de población, esto daría por resultado que las regiones con mayor concentración de población mostrarían un nivel de fecundidad menor. Otra teoría biológica es la de Thomas A. Doubleday (1790-1870), quien fundamenta su teoría en la premisa de que existe una correlación negativa entre la fecundidad y la disponibilidad de alimento o la calidad de la nutrición.



Thomas Robert Malthus.

Las teorías culturales o sociales consideran que es la cultura la que define el comportamiento reproductivo del hombre, de ellas destacan la teoría de la "capilaridad social" de Dumont, y la teoría del "voluntarismo" de Fetter. En la primera, Arsene Dumont (1849-1902) desarrolló el concepto de la capilaridad social, tomando como base el poder social que se alcanza con la acumulación de riqueza, apoyado en una serie de jerarquías sociales, donde el deseo del individuo es ascender en la escala social para obtener un mayor reconocimiento por parte de la sociedad. Obviamente, su comportamiento reproductivo consiste en procrear el menor número de hijos, para que éstos no lo limiten en la acumulación de riqueza y ascenso en la escala social. Por su parte, Frank Fetter considera que la conducta reproductora del hombre está regida por la voluntad, que impulsa a las familias de bajos ingresos a tener un mayor número de hijos porque creen que éstos pueden contribuir desde pequeños a la economía familiar, en cambio, las familias con altos ingresos consideran que cada hijo adicional es un incremento al gasto familiar.

Otro enfoque de las teorías sociales o culturales es el hedonista, el cual considera los satisfactores

encontrados por cada clase social. En los estratos superiores, que las clases bajas presentan al ser más altos de fecundidad por que encuentran en la sexualidad un compensación a las limitaciones impuestas por sus bajos ingresos y trabajo. Por el contrario, las clases altas gozan de placeres distintos, como son viajes, desarrollo intelectual, etc., de tal modo que para tener acceso a nuevas y mayores oportunidades de placer, el individuo limita el número de hijos.

Un enfoque más es el racionalista, propuesto por Roderich Ungen-Stenberg. Esta teoría explica que la disminución en la fecundidad está determinada por el desarrollo de una sociedad de mentalidad capitalista, con individuos que son capaces de evaluar sus acciones, incluyendo la paternidad.

Una de las teorías de gran aceptación actual es la llamada teoría de la transición demográfica, la cual se refiere de manera esencial a los aspectos evolutivos sociales y económicos del hombre. Esta teoría explica el crecimiento de la población humana con base en los patrones de mortalidad y natalidad resultantes de las condiciones evolutivas del hombre.

Existen otras teorías sobre población que también se insertan en el marco económico y social, como la teoría comunista moderna de Karl Heinrich Marx (1818-1883). Dicha teoría conceptúa el crecimiento de la población como un elemento más del sistema comunista, uno de cuyos postulados enfatiza que las actividades económicas de los individuos deben ser resueltas por el Estado, independientemente de la magnitud de la población.

La última teoría que mencionaremos es el modelo de Richard A. Easterlin y Ellen M. Crimmins cuyo enfoque se fundamenta en relacionar el descenso de la fecundidad con parámetros económicos. Este modelo considera como determinantes fundamentales a la educación, la urbanización, y las condiciones de salud.

Las últimas novedades en materia de teoría demográfica han sufrido la influencia preponderante de dos factores. El primero de ellos fue el aumento repentino, sin precedentes en la historia, del crecimiento de la población especialmente en los países en desarrollo, lo que creó la necesidad de que se comprendieran mejor los factores de dicho crecimiento. El segundo, la preocupación casi universal por los problemas de desarrollo, requería una estructura teórica considerablemente más profunda a fin de evaluar las interrelaciones entre población y desarrollo económico y social.

Durante estos últimos decenios, la evolución de la teoría demográfica ha estado dominada en gran medida por dos tendencias. En primer lugar, los progresos realizados en materia de análisis demográfico y, especialmente, en el estudio de la fecundidad y la mortalidad, han confirmado la necesidad de formular teorías demográficas no en términos del crecimiento de la población tomado en forma global, sino en términos de sus principales componentes: fecundidad, mortalidad y migración. En segundo lugar, este período ha presenciado una creciente preocupación por los problemas del desarrollo económico de los países económicamente menos adelantados, y por las repercusiones de las altas tasas de crecimiento demográfico, y de las características con él asociadas, sobre el proceso de desarrollo. Estas circunstancias han sido responsables de la actual "teoría demográfica moderna", en la que se conjuntan los criterios y estudios desarrollados desde los primeros autores hasta los actuales, proporcionando una estructura y medios satisfactorios para llegar a generalizaciones empíricas más amplias.

2. Cuadro 2.1 resume las ideas de algunos pensadores en relación de población

Cuadro 2.1
Teorías Demográficas

AUTOR	ENFOQUE
Confucio (China antigua, 500 a.C.)	El excesivo crecimiento de la población baja el estándar de vida de las masas
Platón & Aristóteles (Grecia antigua, 300 a.C.)	El óptimo tamaño del Estado (logrado con restricciones o estimulaciones de nacimientos a través de recompensas, premios, etc.)
Kautilya (India, 300 a.C.)	Pocas personas en la población eran vistas como un mal
Cicerón (Imperio Romano, 50 a.C.)	Estimular el crecimiento de la población a través de dar privilegios a aquellos con hijos (más hijos significarían más conquistas militares)
Religión Judía (Judaísmo, a.C.)	Crecimiento de la población (crezcan y multiplíquense)
Augustine & Aquinas (Principio del Cristianismo, 400 d.C.)	El no tener hijos es moralmente bueno La moral desaprueba el aborto, el infanticidio y el divorcio
Mercantilismo (siglo XVII y XVIII)	El incremento de la población representaría tener grandes ejércitos, más bajos salarios por hora, y un incremento en la riqueza
Quesnay (Fisiócrata, siglo XVIII)	"Regla de la naturaleza" (no-intervención del gobierno). La población es dependiente de la agricultura
Malthus, Thomas S. (1766 - 1834)	La población se incrementará más rápido que los medios de subsistencia (1798)
♦ TEORIAS BIOLÓGICAS	
Algunos de sus representantes:	
Sadler, Michael T	"The law of population", a mayor concentración de población menor fecundidad
Doubleday, Thomas A. (1790 - 1870)	Existe una correlación negativa entre la fecundidad y la calidad de nutrición.
♦ TEORIAS CULTURALES O SOCIALES	
Algunos de sus representantes:	
Dumont, Arsene (1849 - 1902)	"Capilaridad social", toma como base el poder social alcanzado por la acumulación de riquezas
Fetter, Frank	"Voluntarismo", La conducta es regida por la voluntad
Brenntano, L.	"Edonismo", Exceso sexual en los pobres compensa limitaciones.
Ungen-Stenberg, Roderich	"Racionalista", La disminución en la fecundidad está determinada por el desarrollo de una sociedad de mentalidad capitalista; los individuos son capaces de evaluar sus acciones, incluyendo la paternidad.
♦ TEORIA DE LA TRANSICION DEMOGRAFICA	
El crecimiento de la población humana se basa en los patrones de mortalidad y natalidad resultantes de las condiciones evolutivas del hombre	
♦ TEORIA COMUNISTA MODERNA	
Se conceptúa el crecimiento de la población como un elemento del sistema comunista.	
Marx, Karl H. (1818 - 1883)	Las actividades económicas de los individuos deben ser resueltas por el Estado, independientemente de la magnitud de la población.
♦ TEORIA DE EASTERLIN & CRIMMINS	
Relaciona el descenso de la fecundidad con parámetros económicos, se considera determinante a la educación, la urbanización, y las condiciones de salud	
♦ TEORIA DEMOGRAFICA MODERNA	
Resultado de la evolución de las teorías demográficas. El estudio de la población es llevada en términos de sus principales componentes fecundidad, mortalidad y migración	

2.2. FECUNDIDAD

La fecundidad humana, como proceso complejo responsable del mantenimiento biológico de la sociedad, constituye un aspecto esencial de los estudios demográficos. Dentro de los límites establecidos por los factores fisiológicos, los determinantes últimos de los niveles de fecundidad y sus variaciones en las diferentes sociedades están dados por una multiplicidad de factores económicos, sociales y culturales. Entre los países clasificados como desarrollados y en desarrollo, se ha observado una evidente separación en los niveles actuales de fecundidad según su grado de adelanto económico y social. En las regiones del mundo que se encuentran en vías de desarrollo la fecundidad es, por término medio, unas dos veces mayor que en las más desarrolladas (véase Figura 2.1)

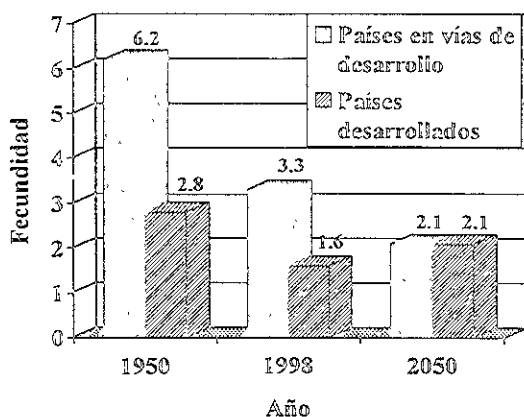


Figura 2.1 Fecundidad de países desarrollados y en vías de desarrollo

2.2.1. Definición de algunos de los conceptos relacionados con la fecundidad

La *fecundidad* se define como la capacidad efectiva de una mujer, un hombre o una pareja, de producir un nacimiento. Se habla de *fecundidad efectiva* al referirse a un nacido vivo. A diferencia de la fecundidad, el concepto de *natalidad* habla de la "producción" de nacimientos por el conjunto de una población. En términos operativos, la fecundidad se relaciona con la cantidad de hijos que cada mujer tiene en su vida fértil, y la natalidad se vincula con la cantidad de nacimientos ocurridos, en cierto período, en una población con relación al total de personas que la componen. Entonces, si bien ambos fenómenos están relacionados e interactúan, tienen dinámicas y determinantes propios.

2.2.2. Fuentes de datos para el estudio de la fecundidad

El estudio de la fecundidad como hecho demográfico parte de la incidencia de este hecho en la población o en subgrupos de ésta. La medición de esta incidencia requiere del conocimiento de cuántas personas nacen en un área determinada durante un período de tiempo y de las que estuvieron “en riesgo” de producir estos nacimientos en esa área y período específico. Las fuentes de datos tradicionales para el estudio de la fecundidad son las *estadísticas vitales* y los *censos* de población. Las primeras recogen los datos sobre nacimientos (incidencia) y los segundos los datos de población (población expuesta al riesgo).

En la mayoría de los países latinoamericanos esta información no tiene la calidad suficiente para permitir el análisis de la fecundidad. Muchos nacimientos sencillamente no se registran o se registran tardíamente, y el mismo censo de población tiene errores importantes en la declaración de la edad. Además, el trabajo con datos provenientes de fuentes diferentes que, en general, tienen distintos grados de calidad, introduce sesgos y distorsiones en los resultados finales. A causa de lo expuesto, se han desarrollado medios alternativos para poder estudiar la fecundidad, en los censos de población y en las encuestas se han incluido preguntas que sirven para estimarla, ya sea directa o indirectamente. En el Cuadro 2.2 hay un esquema de las fuentes de estimación de la fecundidad y sus diferentes alternativas.

Cuadro 2.2
Fuentes de estimación de la fecundidad y sus posibilidades

Tipo de cálculo	Fuente	Proporciona
Convencional	Censos de población Estadísticas vitales	Población Nacimientos
No convencional	Censos de población	Nacimientos y población Hijos nacidos vivos Estructura por edades
	Encuestas demográficas	Nacimientos y población Estructura por edades Historia de embarazos

Por su parte, los censos de población son usados para las estimaciones de fecundidad como fuente para su cálculo. En todos los casos en que se usa el censo para estimaciones de fecundidad, es necesario considerar su calidad. Las encuestas demográficas y de fecundidad han tenido un amplio uso ya sea como fuentes únicas o alternativas para el estudio de la fecundidad.

2.2.3. Medición de la fecundidad

En general, las medidas de la fecundidad son tasas que relacionan los nacimientos con la población que los produce, es decir, los eventos que ocurren en una población expuesta al riesgo

de producidos. En los nacimientos que se van a utilizar por lo general se toma a viva nacer en su parte como unidad de análisis.

En cuanto a la población, hay que definir a la población a la cual alude la medida de la fecundidad. Podría ser toda la población, las familias, sólo los hombres, sólo las mujeres y dentro de éstas todas las mujeres, las en edad fértil, las casadas o unidas, las de cierta edad o las con cierto número de hijos, etcétera. En el caso de la mortalidad, toda la población está expuesta al riesgo de morir, en cambio, en el caso de la fecundidad sólo está expuesta la que realmente participa en la reproducción. Si el estudio parte de la mujer como unidad de análisis, entonces la población expuesta al riesgo estará dada por las mujeres en edades fértiles, es decir, con edades entre 15 a 49 años cumplidos (límites definidos convencionalmente). Pero, incluso dentro de este grupo de mujeres existen algunas que no estarían expuestas al riesgo de concebir, ya sea porque no están unidas, porque son estériles o porque están pasando por periodos de esterilidad. En general, la mayoría de las tasas que siguen suelen calcularse tomando como unidad a la mujer. A pesar de que la concepción es compartida por ambos sexos, la mujer tiene un papel preponderante en todas las etapas siguientes del proceso reproductivo. Esto hace que ella sea normalmente la unidad de análisis en el estudio de la fecundidad.

A continuación se expondrán las medidas más utilizadas para la cuantificación y análisis de la fecundidad.

La tasa bruta de natalidad

Esta medida se calcula mediante el cociente del número de nacimientos ocurridos durante un cierto período de tiempo entre la cantidad de sus efectivos a mitad de dicho lapso. Esta tasa se multiplica por mil y representa el número de nacimientos que ocurren en una población por cada mil habitantes durante un período dado. Como este lapso es casi siempre de un año, esta tasa también toma el nombre de tasa anual media de natalidad.

La *tasa bruta de natalidad* (b), se calcula como sigue:

$$b = \frac{N}{K} \times 1000 \quad (2.1)$$

donde:

N : número total de nacimientos ocurridos en el año Z .

K : población total a mitad del año Z .

La tasa bruta de natalidad suele estar en valores que oscilan entre 10 y 60 por mil. En la actualidad se encuentran tasas que van desde 10 por mil en países europeos donde existe un alto nivel de control de la fecundidad, a cerca de 55 por mil en algunos países africanos donde no se practica, o se practica escasamente el control deliberado de la fecundidad.

La tasa bruta de natalidad tiene la ventaja de ser una medida sencilla y fácil de calcular e interpretar, sólo requiere del total de nacimientos ocurridos durante cierto lapso y de la población a mitad del período.

Debe considerarse que esta tasa mide la natalidad, entendida ésta como la frecuencia relativa de nacimientos con respecto a toda la población, y no sólo de aquella que participa en la producción de estos nacimientos (mujeres en edad fértil). La limitación principal de esta tasa se presenta cuando quiere usársele en la medición de las diferencias de fecundidad entre dos o más poblaciones que tienen diferente estructura por sexo y edad. Cuando se desea estudiar las diferencias de fecundidad es más aconsejable el uso de medidas refinadas como las que se verán a continuación.

La tasa de fecundidad general

La tasa de *fecundidad general* (TFG) se calcula mediante el cociente entre los nacimientos ocurridos en un lapso (normalmente un año del calendario) y la población femenina en edad fértil a mediados de dicho año. Se interpreta como la cantidad de nacimientos por cada mil mujeres en edad fértil sucedida durante cierto lapso, usualmente un año del calendario.

Su fórmula de cálculo es

$$TFG = \frac{N}{{}_{45}Kf_{15}} \times 1000 \quad (2.2)$$

donde:

N : número total de nacimientos ocurridos el año.

${}_{45}Kf_{15}$: la población femenina en edad fértil (de 15 a 45 años), a mediados del año Z .

Tasas de fecundidad por edad

La importancia y utilidad de estas tasas radica en que proporcionan elementos importantes para entender el comportamiento reproductivo de la mujer. Indica cómo se distribuye su fecundidad a lo largo de su período fértil. La tasa de *fecundidad por edad* o tasa específica de fecundidad por edad se calcula como sigue:

$$F_x = \frac{N_x}{Kf_x} \quad (2.3)$$

donde:

N_x : nacimientos de la madre de edad x ocurridos el año Z .

Kf_x : población femenina de edad x a mitad del año Z .

Estas tasas por edades simples no se usan muy a menudo, por lo que a veces se arrojan los datos necesarios. Por eso, se presentan generalmente por grupos quinquenales de edades. En este caso:

$${}_5T_x = \frac{{}_5N_x}{{}_5Kf_x} \quad (2.4)$$

En la Figura 2.2 se muestran las tasas de fecundidad por edad en México de 1990, 1995 y 1998. En ella se ve cómo se distribuye la fecundidad a lo largo de su periodo fértil, distinguiéndose la mayor fecundidad en las edades de 22 a 27 años.

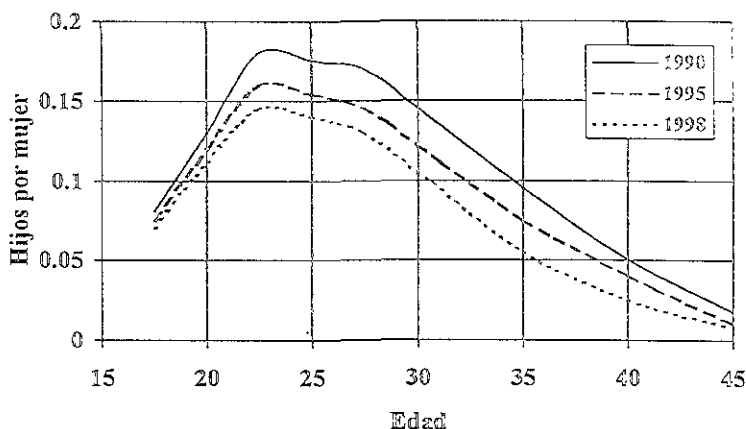


Figura 2.2 Tasas de fecundidad por edad 1990, 1995 y 1998

Tasa global de fecundidad

La *tasa global de fecundidad* (TGF) es una medida resumen que se obtiene sumando las tasas por edades. El valor de la TGF se interpreta como el número de hijos que, en promedio, tendría cada mujer de una cohorte¹ sintética de mujeres no expuestas al riesgo de muerte desde el inicio hasta el fin del período fértil y que, a partir del momento en que se inicia la reproducción, están expuestas a las tasas de fecundidad por edad de la población en estudio.

La TGF es una de las medidas más usadas para medir el nivel de la fecundidad y hacer comparaciones internacionales.

¹ Cohorte: grupo de edad

Se calcula con la siguiente expresión:

$$TGF = \sum_{x=15}^{49} F_x \quad (2.5)$$

(cuando se usan tasas de fecundidad por edades simples)

$$TGF = 5 * \sum_{x=15}^{49} {}_5F_x \quad (2.6)$$

(cuando se usan tasas quinquenales de fecundidad)

En la Figura 2.3 se presentan las tasas globales de fecundidad para las entidades federativas de Guanajuato, Guerrero, Morelos y el Distrito Federal de 1990 a 1998. Se aprecia claramente que Guerrero es la entidad que más hijos por mujer tiene y por el contrario el Distrito Federal es la que menos hijos por mujer tiene desde el inicio hasta el final de su periodo fértil.

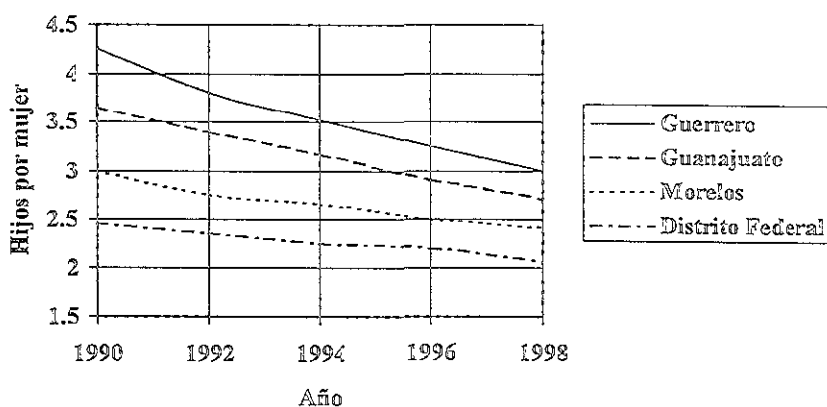


Figura 2.3 Tasas globales de fecundidad para entidades federativas seleccionadas, 1990-1998

La tasa bruta de reproducción

La tasa bruta de reproducción (TBR), es similar a la tasa global de fecundidad, con la única diferencia de que se calcula sólo para los nacimientos femeninos. Se interpreta como el número

de hijas que en promedio tendría una cohorte sintética de mujeres no expuestas al riesgo de morir desde el inicio hasta el término del período fértil, y que en todo este período está expuestas a las tasas de fecundidad por edad de la población en estudio. Calculada con las tasas de fecundidad por grupos quinquenales, se expresa

$$TBR = 5 * \sum_{x=15}^{39} {}_x F_x (F) \tag{2.7}$$

donde

${}_x F_x (F)$ representa la tasa de fecundidad por edad calculada sólo con los nacimientos femeninos

Estructura de la fecundidad por edad

La fecundidad tiene un comportamiento muy particular de acuerdo a la edad de la madre. Las tasas son bajas al inicio del período reproductivo, suben hasta un máximo rápidamente (que en este caso se sitúa en el grupo de edades 20 a 24 años y en otros casos se sitúa entre los 25 a 29 años), para luego disminuir primero lentamente y después más rápidamente a medida que avanza la edad. En el grupo final, 45 a 49 años, la fecundidad es bastante baja. Este patrón, con algunas variaciones importantes, es típico de todas las poblaciones.

La forma que asume la fecundidad de acuerdo a la edad de las mujeres guarda relación con factores de tipo biológico y social. Por una parte, existe un patrón de fertilidad por edades que da el límite biológico máximo que es factible esperar en cada edad. Si bien no se conoce el patrón exacto de la fecundidad por edad, existen modelos para este patrón, tal como es presentado por Naciones Unidas. Según este modelo hipotético, la capacidad de procrear de la mujer comienza alrededor de los 14 años, alcanzando una proporción máxima de 93 por ciento a los 22 años y luego decrece gradualmente hasta los 35 años, para posteriormente acelerar el descenso hasta cesar totalmente un poco después de los 50 años. Este patrón se relaciona con la edad a la primera menstruación, situada alrededor de los 12 a 13 años y con la edad a la menopausia, alrededor de los 45 a 50 años. Esta forma de la curva de fertilidad da el "marco biológico" dentro del cual se produce la fecundidad como hecho social.

2.3. MORTALIDAD

2.3.1. Elementos preliminares para el estudio de la mortalidad

Nociones básicas sobre la mortalidad

En demografía, el concepto de *mortalidad* se emplea para expresar la acción de la muerte sobre los integrantes de una población. Existe una serie de características de la mortalidad que deben ser señaladas antes de iniciar su análisis:

- a) La muerte es un riesgo al que se está expuesto durante toda la vida y es un hecho que ocurre una sola vez a cada persona. Estas características hacen que el estudio no presente algunas complejidades propias de otros fenómenos demográficos que son repetitivos (migración y fecundidad) o exclusivos de ciertas edades o de un sexo (fecundidad)
- b) Los determinantes de la mortalidad, están estrechamente vinculados a factores biológicos y a la estructura por edad de la población
- c) En el caso de la mortalidad, no existen problemas con la definición del hecho, a diferencia de lo que ocurre, por ejemplo, con la migración. El concepto de mortalidad señala la salida de un individuo de la población debido a su fallecimiento
- d) Existe un criterio consensual, a nivel científico, político y ético, en cuanto a la necesidad de reducir la mortalidad, la que por definición, es considerada como algo que debe ser postpuesto el máximo de tiempo posible. Este consenso sobre la necesidad de reducir la mortalidad facilita la definición de políticas y programas para enfrentarla
- e) Numerosos indicadores provenientes del análisis demográfico de la mortalidad son de gran utilidad para el científico, ya que, por ejemplo, pueden considerarse, con las debidas precauciones, en el diagnóstico y análisis de las condiciones de vida de la población
- f) El estudio de la mortalidad es necesario para el análisis de numerosos aspectos de los restantes componentes de la dinámica demográfica y, sin duda, imprescindible para la comprensión del cambio en la estructura y magnitud de la población

Fuentes de datos para el estudio de la mortalidad

La fuente básica de datos para el estudio de la mortalidad es el sistema de estadísticas vitales. En él debieran registrarse todas las defunciones ocurridas en el país y, además, desagregarse según ciertas características (tales como sexo, edad, causa de la muerte, etc.) Sin embargo, las deficiencias propias de estos sistemas en numerosos países del mundo subdesarrollado obstaculizan la utilización de la información disponible en ellos. Los problemas más comunes son:

- a) La omisión de los fallecimientos, que a veces supera el 50 por ciento.
- b) Los datos que se registran en las estadísticas vitales a menudo carecen de precisión y son poco confiables.
- c) La información social (educación, ocupación, etc.) que recogen es escasa y, además, de reducida confiabilidad

Los errores descritos anteriormente han obligado a desarrollar numerosas técnicas de estimación indirecta de la mortalidad a partir de preguntas incluidas en censos y encuestas, que permiten realizar estimaciones de la mortalidad general que no es posible llevar a cabo con los datos de estadísticas vitales; sin embargo, las técnicas indirectas tienen sus dificultades. La más importante son las deficiencias que normalmente presentan los censos, ya sea la omisión o la

2.3.2. Medidas de la mortalidad

Para medir la mortalidad que afecta al conjunto de la población hay dos medidas fundamentales la *tasa bruta de mortalidad* y la *esperanza de vida*

Tasa bruta de mortalidad

Es el indicador de uso más común en la medición de la mortalidad. Se denota con la letra “m” y a veces se abrevia como “TBM”. Se calcula como el cociente del número de defunciones ocurridas en un período de tiempo determinado (normalmente un año calendario) sobre la población expuesta al riesgo de morir durante ese lapso. Su fórmula de cálculo es la siguiente.

$$m = \frac{D}{K} \quad (2.8)$$

donde,

m: es la tasa bruta de mortalidad del año Z

D son las defunciones ocurridas en el año Z

K . es la población estimada (población media)

Los valores de la tasa bruta de mortalidad representan la frecuencia relativa de la mortalidad, es decir, la magnitud que alcanzan los fallecimientos con relación a la población expuesta al riesgo de tal acontecimiento durante un cierto período de tiempo. Como la mortalidad es un proceso de salida, la tasa bruta de mortalidad expresa la reducción relativa anual de una población atribuible al fallecimiento de parte de sus miembros. Al multiplicarla por mil, la interpretación inmediata es que, en el período definido, por cada mil personas fallece la cantidad que señala la tasa.

Diversas razones, básicamente biológicas, producen una intensidad de la mortalidad entre las personas mayores de 4 años y menores de 50 significativamente menor que la existente en las edades fuera de este intervalo. Por tanto, una población con estructura por edad joven tiende a una tasa bruta de mortalidad reducida, ya que la proporción de personas con edades en las que el riesgo de morir es pequeño, es relativamente importante. Por el contrario, una población envejecida contará con un porcentaje de ancianos comparativamente alto y, en consecuencia, esa estructura de la población significará un mayor porcentaje de gente en edades en que la mortalidad tiene gran intensidad, lo que tenderá a elevar la tasa bruta de mortalidad.

Tasas de mortalidad por edad

Una de las variables más importantes en el estudio de la población es la edad. Todas las variables demográficas, sin excepción, tienen un comportamiento diferente a través de las edades.

Al analizar una distribución de las tasas de mortalidad según edad, se puede observar y comprender más claramente la perturbación que la estructura de edades introduce en la tasa bruta de mortalidad.

Para una misma distribución de tasas de mortalidad por edad, una población donde la mayor cantidad de la población fuese joven tendría menos cantidad de fallecimientos que una población con elevado porcentaje de población anciana.

Las tasas de mortalidad por edad, también llamadas tasas centrales o tasas específicas de mortalidad, se abrevian con la letra “m” y se calculan con la siguiente fórmula

$${}_n m_x = \frac{{}_n D_x}{{}_n K_x} \quad (2.9)$$

donde:

${}_n m_x$: es la tasa de mortalidad del grupo de edad x a $x + n - 1$ en el año Z

${}_n D_x$: es el número de defunciones ocurridas en el año Z de personas con edades cumplidas entre x y $x + n - 1$

${}_n K_x$: es la población en el grupo de edad x a $x + n - 1$.

Normalmente estas tasas se expresan por mil y las cifras que arrojan deben interpretarse como la cantidad de fallecidos de edad x a $x + n - 1$ por cada mil personas de esa misma edad en el año calendario analizado. Es común que se presenten separadas por sexo, porque sistemáticamente se registran diferencias en la estructura y nivel de la mortalidad según el género.

Esperanza de vida al nacer

La *esperanza de vida al nacer* es una medida resumen del nivel de la mortalidad y permite estimar el nivel de ésta, su símbolo es: e^0 (que no significa “e” elevada a la potencia 0).

La esperanza de vida a determinada edad “x”, es una estimación del número promedio de años que le restaría vivir a una persona si las condiciones de mortalidad al momento del cálculo permaneciesen constantes. Como la mortalidad cambia, y generalmente desciende con el tiempo, también se modifica la esperanza de vida de las personas sobrevivientes. En general, es considerada un buen indicador de las condiciones de salud.

La estimación de la esperanza de vida, no es más que un promedio simple del tiempo vivido por cada miembro de una cohorte. Correspondería a la sumatoria de los tiempos de vida de cada sujeto sobre el total inicial de efectivos de la cohorte. Por ejemplo, la esperanza de vida de una cohorte de tres personas, en la cual una vivió 65 años exactos, la segunda alcanzó a vivir 35 y

años exactos, y la tercera a uno a los 76.2 años exactos, serie de (65 - 35) / (76.2 - 35) años.

En la Figura 2.4 se presenta la esperanza de vida de los países desarrollados y en vías de desarrollo en 1950, 1998 y una proyección en el año 2050. Es claro que la esperanza de vida promedio en el mundo en vías de desarrollo aumentó de 40 a 63 años y la población mundial creció más del doble.

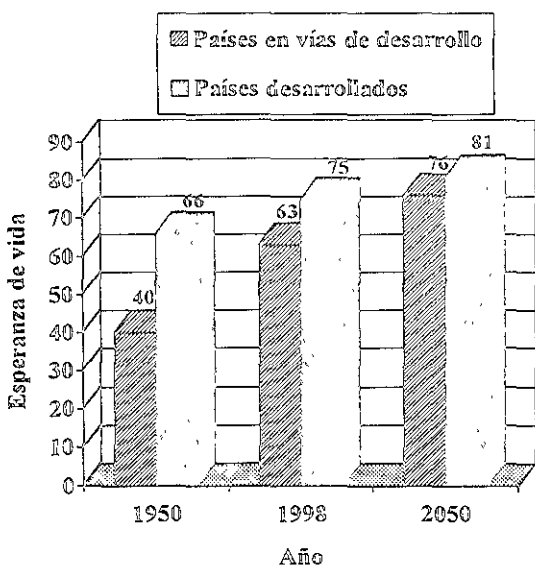


Figura 2.4 Esperanza de vida

2.2.3. Mortalidad infantil

La mortalidad que ocurre antes de cumplir un año se denomina, *mortalidad infantil*. La mortalidad en ese primer año de vida presenta intensidades muy elevadas, que se expresan en tasas de mortalidad significativamente mayores que las registradas en las edades siguientes.

Se ha comprobado que una adecuada política de salud puede bajar la mortalidad infantil sin los costos que significa reducir la mortalidad en otras edades. La mortalidad infantil es un indicador óptimo de las condiciones de salud y mortalidad de una población. En la Figura 2.5 se presenta la mortalidad infantil en México de 1960 a 1998, en ella se puede apreciar el descenso que ha tenido

En este último período se aceleró el avance en la reducción de la mortalidad infantil de la población a los centros de salud.

Medición de la mortalidad infantil

Por *nacido vivo* se entiende al ser producto de la concepción que, cualquiera que sea la duración del embarazo, es expulsado o extraído completamente del seno materno y, al momento de esa extracción o expulsión, manifiesta signos vitales como respiración, latidos, movimientos efectivos de músculos voluntarios, etc

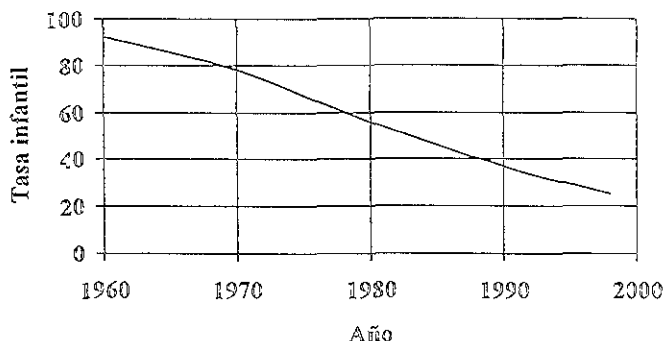


Figura 2.5 Mortalidad infantil México, 1960-1998

Por *nacido muerto* se entiende la defunción ocurrida antes de la expulsión o extracción del seno materno de un ser producto de la concepción que ha alcanzado por lo menos 28 semanas de gestación.

La mortalidad en el primer año de vida está fuertemente relacionada con el tiempo de vida; a menor tiempo de vida (mientras más cerca del nacimiento) más intensa es la mortalidad.

En la práctica la *mortalidad infantil* se mide mediante la tasa clásica de mortalidad infantil que se calcula dividiendo las defunciones de menores de un año ocurridas en un año calendario entre el número de nacidos vivos correspondientes al mismo año. Como las fluctuaciones de la mortalidad infantil pueden ser elevadas entre año y año, a menudo se recomienda calcularlas como promedios trienales. Esta tasa también suele presentarse multiplicada por mil y se denota por TMI.

$$TMI = \frac{D_0}{N} * 1000 \quad (2.10)$$

donde:

M es la tasa de mortalidad infantil

D_0 es el total de defunciones de menores de un año ocurridas en el año Z

N es el número de nacidos vivos en el año Z

El punto de inicio para realizar una proyección de población es la estructura de edad combinada con datos de fecundidad y mortalidad. En el apartado 2.5 se describe la estructura de edad, la cual es una de las bases del análisis demográfico.

2.4. MIGRACIÓN

La *migración* está relacionada con el movimiento, o desplazamiento espacial de la población, pero no es tan evidente qué movimientos específicos denota este concepto. Se da el nombre de migración o movimiento migratorio, al desplazamiento, con traslado de residencia de los individuos, desde un lugar de origen a un lugar de destino o llegada y que implica atravesar los límites de una división geográfica. Pese a la aparente claridad de esta definición conviene delimitar los desplazamientos que se considerarían como migración y cuáles según esta definición, quedarían excluidos.

- 1) En primera instancia, debe existir un traslado de residencia, y por tanto no se conceptualizan como migración los movimientos que no cumplen este requisito, así como tampoco se consideran como tal los traslados de poblaciones que no tienen una residencia fija. Es decir, se excluyen los desplazamientos laborales cotidianos, los viajes de turismo y, en general, los traslados de corta duración.
- 2) En segundo término, se exige el cruce de alguna delimitación administrativa o geográfica y, por tanto, se excluyen traslados de residencia dentro de una misma unidad administrativa, los que quedan reducidos a la calidad de cambios locales o residenciales.

2.4.1. Factores y términos asociados al estudio de la migración

Términos

El término plural *migraciones* se emplea como sinónimo de movimientos migratorios, para referirse al conjunto de hechos susceptibles de ser contados, así como se usa nacimientos y defunciones para referirse a los hechos relativos a la fecundidad y mortalidad, respectivamente. Se denomina *migrante* a toda persona que traslada su lugar de residencia habitual de una división geográfica o administrativa a otra. Recibirá la calificación de *emigrante* respecto de su lugar de residencia original y la de *inmigrante* respecto de su lugar de residencia actual (o lugar de destino).

La migración puede tener un impacto positivo, negativo o nulo sobre el crecimiento. Para evaluar

el efecto de la migración sobre el crecimiento, porque para ello se requiere conocer el *saldo migratorio*, la que se calcula como las entradas menos las salidas de personas de un país o la migración.

La suma de entradas y salidas con carácter migratorio de una población se *denomina migración bruta*, y señala la magnitud total de movimientos espaciales de orden migratorio que ocurren en una determinada división administrativa.

El número neto de migrantes corresponde a la resta de inmigrantes con respecto a emigrantes y el número total de migrantes es la suma de ambos.

Según el tipo de división administrativa es posible establecer varias diferencias entre unidades administrativas o geográficas de referencia de la migración. Probablemente, el más elevado es el que se refiere a migración entre continentes, para lo cual se requiere traspasar los límites de uno para asentarse en otro. En este caso se hablará de migración intercontinental. En el otro extremo, el nivel más reducido es el de lugar poblado, y cualquier traslado de residencia de un lugar poblado a otro implica migración entre localidades pobladas. Ocurre migración interna toda vez que existe algún traslado de residencia entre divisiones administrativas de un país o divisiones estipuladas por el investigador, mientras que migración internacional es la que se produce al cambiar la residencia de un país a otro.

La migración interna puede subdividirse en distintos niveles, por ejemplo, entre regiones, entre provincias o entre comunas, siendo la cantidad de migrantes y los factores sociales relacionados con estos desplazamientos, diferentes en cada nivel.

Factores que inciden a la migración de la población

El factor principal de la migración del campo a la ciudad es la transferencia de las oportunidades de empleo y de ingreso de la agricultura hacia otras actividades.

El incremento de las oportunidades de empleo no se limitó a la mano de obra no calificada de talleres y fábricas, sino que abarcó también la construcción, el comercio y los servicios conexos al producirse una demanda de trabajadores con una amplia variedad de habilidades, tanto manuales como no manuales.

Otro factor de la migración, principalmente del campo a la ciudad, son las oportunidades educativas, los servicios y las condiciones de sanidad, la calidad de la vivienda, los servicios públicos (abastecimiento de agua, gas, electricidad, teléfono, etc.), las oportunidades culturales y de recreo (teatro, cinematógrafo, bibliotecas, periódicos y otros medios de comunicación), y la legislación social referente a las condiciones de trabajo, el bienestar público y los programas de asistencia.

Un factor importante es la edad, hay pocas excepciones a la regla de que la migración es selectiva respecto de los jóvenes y los adultos en edad de trabajar. Los migrantes se concentran generalmente en la gama de edades comprendidas entre los 15 ó 20 años y los 30 ó 35 años. En las zonas urbanas de México se determinó que las tasas de migración más elevadas correspondían a los hombres de 20 a 29 años de edad y a las mujeres de 15 a 29 años de edad.

2.4.2. Fuentes de datos para el análisis de la migración.

Son diversas las fuentes de datos que pueden utilizarse en el estudio de la migración. Para efectos del análisis, estas fuentes suelen dividirse en dos tipos, a) las que registran el suceso demográfico mismo ya sea en el momento en que se produce o cuando el individuo lo declara por necesidades o presiones institucionales (registros permanentes de población, estadísticas vitales, etc.), y, b) aquellas que recogen respuestas que los mismos sujetos hacen a preguntas retrospectivas relativas a sus movimientos migratorios (en censos y encuestas)

Los registros permanentes de población y las estadísticas vitales

Dentro de los registros permanentes de población están, en primer lugar, los existentes en aduanas y puestos fronterizos de los países. En estos se anotan los movimientos de entrada y salida del país y, por lo tanto, se refieren exclusivamente a la migración internacional. Estas estadísticas adolecen, al menos, de dos graves problemas. En primer lugar, una gran cantidad de movimientos no se registran, ya que los individuos, por diferentes razones, eluden el paso por aduanas y puestos fronterizos. Este es el caso de los migrantes ilegales. En segundo lugar, estas estadísticas registran movimientos que no pueden considerarse como migración, como los traslados con fines turísticos.

Una deficiencia adicional de estos registros es que sólo permitirían el estudio de la migración internacional y de nada servirían para el análisis de la migración interna, que normalmente es la más importante, por los volúmenes de población que involucra.

En todos los países existen ciertos tipos de registros de población interna, los que se mantienen para efectos de cuantificar o controlar determinadas situaciones de las personas. Es el caso de los registros electorales, de los registros de residencia, de los listados de contribuyentes, de las nóminas de seguridad social y asistencia comunal, etcétera.

Por otra parte las estadísticas vitales proporcionan información sobre nacimientos y defunciones, es decir, sobre el crecimiento natural de la población. Si esto se compara con datos censales es posible obtener estimaciones indirectas de la migración.

Encuestas

Existen ciertas encuestas que se han realizado específicamente para el estudio de la migración. El procedimiento básico comprende la celebración de entrevistas con una muestra representativa de residentes. En dichas entrevistas se utiliza una lista de preguntas especiales que se formulan a las personas en la zona en estudio. La información que entregan es de gran relevancia y debieran ser la fuente idónea para el análisis minucioso de la historia migratoria de los individuos y los factores económicos, psicosociales y culturales asociados a ésta.

El censo de población

Se reconoce que los censos son la fuente más importante de información sobre migración. Su

principal virtud es que se trata de operaciones de cobertura universal y, por tanto, sus datos se refieren a la totalidad de la población y al conjunto de unidades administrativas existentes en el país. Una segunda bondad está en que a menudo contienen un módulo orientado directamente hacia la migración, lo que posibilita comparaciones entre los resultados obtenidos. Una tercera ventaja es que recogen información de orden social, demográfico y económico, lo que hace factible el estudio de factores asociados a la migración y a la no migración.

2.4.3. Principales medidas utilizadas en el análisis de la migración interna

A continuación se expondrán los indicadores más utilizados para mostrar la frecuencia relativa y las características de la migración.

A diferencia de la mortalidad y de la fecundidad, en la migración es difícil establecer medidas sintéticas capaces de expresar la intensidad del fenómeno. Sin embargo, existen algunas medidas que tradicionalmente se utilizan en el análisis de la migración.

Tasa de emigración

Si se tienen las emigraciones registradas en una región en un año calendario, la tasa se calcula dividiendo esa cifra por la población media del período y se expresa por mil habitantes.

$$TE = (E_i / KM) * 1000 \quad (2.11)$$

donde:

TE: es la tasa de emigración.

E_i : son las emigraciones totales que registró la región en el período analizado.

KM: es la población media de la región en el mismo período.

La tasa de emigración se puede calcular por lugar de residencia anterior en un período fijo de tiempo. En el numerador estarán los emigrantes es decir, los que cierto tiempo atrás (5 años, por ejemplo) residían en la región analizada y a la fecha del censo residen en una distinta. El denominador será la población media de la región durante el período.

Tasa de inmigración

Si existen sistemas para registrar todas las inmigraciones ocurridas en una región durante un período de tiempo determinado, la fórmula de cálculo es:

$$TI = (I_i / KM) * 1000 \quad (2.12)$$

donde:

TI: es la tasa de inmigración.

I_i : es el total de inmigraciones que registró la región en el período analizado.

KM es la población media de la región en ese periodo

Para calcular la tasa específica de migración (TEM) del grupo de edad entre 15 y 29 años, la fórmula debiera ser

$$TEM = (I_{15} / KM_{15}) * 1000 \quad (2.13)$$

Tasa de migración neta

Corresponde a la diferencia entre la tasa de inmigración y la tasa de emigración, lo que es una simple operación aritmética, ya que ambas tienen el mismo denominador. Esta tasa conforma, junto a la tasa de natalidad y la de mortalidad, la ecuación que permite calcular la tasa de crecimiento total de la población. La cifra final se expresa por cada mil habitantes y se interpreta como el aporte que la migración hace, en un período determinado, al cambio de la población. Si la tasa es positiva, la migración genera una adición neta de efectivos a la población, si es negativa implica una sustracción neta de personas.

2.5. ESTRUCTURA DE EDAD

Los datos sobre la estructura de la población por edad, junto a la distinción por sexo, proporcionan la base para muchos análisis demográficos. De una tabla o diagrama que represente la composición de edad de una población pueden obtenerse una gran cantidad de ideas y potencial de predicción. La composición de una población por edad se representa gráficamente por una pirámide o histograma. Esta representación gráfica es llamada estructura de edad o pirámide de población e indica el número de personas (o porcentaje de la población) en cada intervalo de edad.

La forma de una estructura de edad nos dice mucho acerca del pasado y del futuro cercano de la población. Los países en desarrollo, por ejemplo, tienen pirámides de población que son más o menos triangulares en su forma, con cada cohorte más larga que la cohorte nacida antes que ella, lo que corresponde a un rápido crecimiento de la población.

En la Figura 2.6 se muestra la pirámide de población del Distrito Federal en 1990. Esta pirámide poblacional de la entidad, que refleja la composición de la población por quinquenios de edad, presenta una reducción en su base implicando que la población de los tres quinquenios inferiores a 15 años es menor a las de los dos siguientes.

Expresado en otra forma, la pirámide de la Figura 2.6 indica que la población en la entidad está conformada por un alto porcentaje de personas jóvenes (entre 0 y 24 años), destacando el segmento de 15 a 19 años y en particular las mujeres del mismo, que tiene la mayor participación de la población total. Lo anterior es de gran importancia, ya que revela un descenso de la demanda por educación básica en el mediano plazo y una fuerte presión en los ciclos medio y medio superior, así como en la generación de nuevas plazas de trabajo para los jóvenes que se integrarán al mercado laboral.

Se ven también marcados cambios en su composición por edad. Por un lado, la disminución de la mortalidad origina un progresivo aumento de la sobrevivencia, reflejada en la pirámide de población por un número cada vez mayor de personas que llegan con vida hasta las edades adultas y avanzadas. Por el otro, la disminución de la fecundidad se traduce en un estrechamiento de la base de la pirámide, puesto que, a medida que este proceso se profundiza, el número de nacimientos es cada vez menor. Ambos procesos conducen a un gradual envejecimiento de la población, caracterizado por una menor proporción de niños y jóvenes, así como un paulatino aumento del peso relativo de las personas en edades adultas y avanzadas.

Existen ciertas relaciones entre la composición de la población por edad y la tasa de crecimiento demográfico. Se identifican principalmente tres tipos de población,

- a) La población en progresión, que comprende una gran proporción de niños y cuya tasa de crecimiento es elevada;
- b) La población estacionaria, que comprende una proporción moderada de niños y ancianos, y crece lentamente o permanece estacionaria;
- c) La población en regresión, que comprende una gran proporción de ancianos y cuyos efectivos disminuyen.

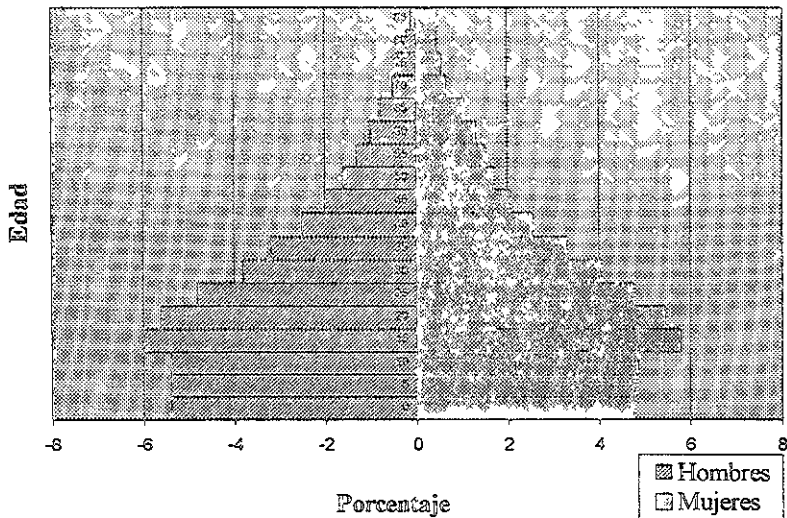


Figura 2.6 Pirámide poblacional del Distrito Federal, 1990.

En las Figuras 2.7, 2.8 y 2.9 aparecen las pirámides de edades de la población o histogramas de tres países, que representan diferentes tipos de composición de la población por edad.

Un ejemplo de una población en progresión es representado en la pirámide de población de la Figura 2.7 de Nigeria. La pirámide de Nigeria en 1995 es típica de la población de muchos países

en desarrollo donde la fecundidad es alta y bastante constante. Ese tipo de pirámide es el que se ilustra en las figuras que muestran el gran número de niños, gente joven y el pequeño porcentaje de gente anciana de la población. Es muy común en países en desarrollo tener cerca de la mitad de la población menor a 15 años de edad.

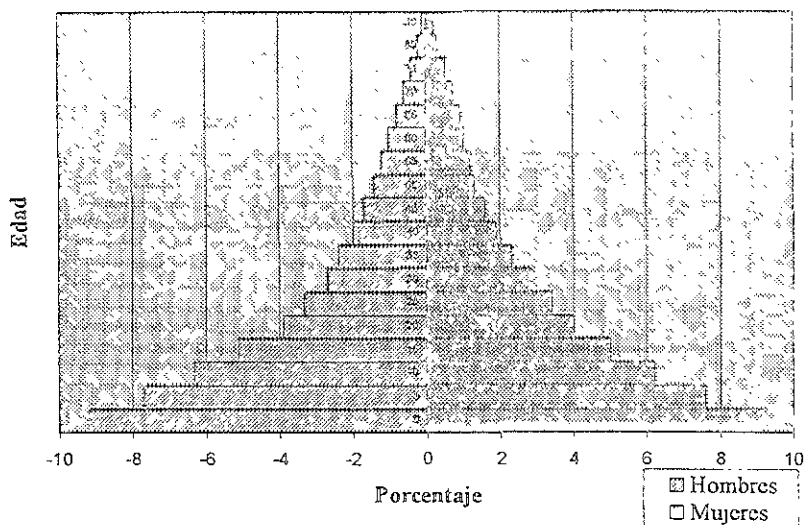


Figura 2.7 Pirámide poblacional de Nigeria, 1995

Por otra parte se encuentra la pirámide de población de Suecia en 1985 (Figura 2.8), es un ejemplo de una población que es cercanamente estacionaria. Su composición por edad es de baja

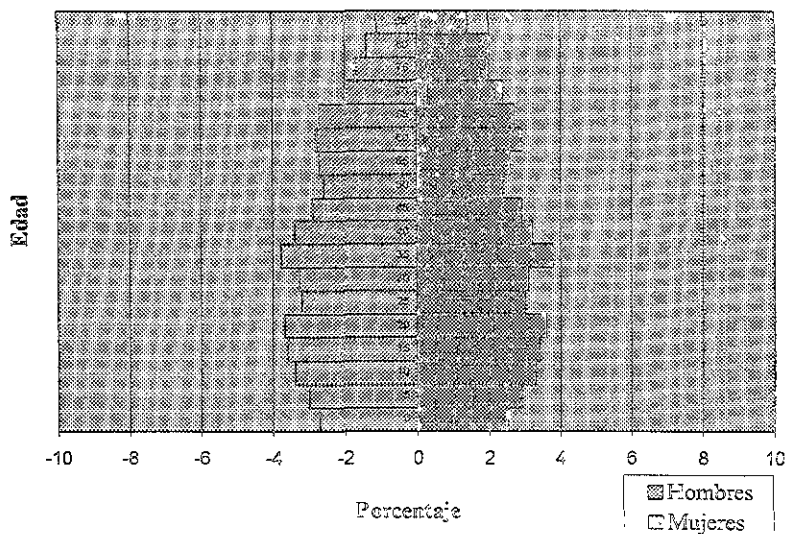


Figura 2.8 Pirámide poblacional de Suecia, 1985

fecundidad, donde el porcentaje de la población en cada estructura de edad es parecido. Una población estacionaria es aquella que tiene un número constante de personas, es decir, tiene muy pocos incrementos o decrementos con el tiempo. Sus histogramas son de forma casi rectangular, con un pequeño declive en los grupos de edad más alta.

La pirámide que aparece en la Figura 2.9, representa una población en regresión donde la fecundidad ha declinado en fechas recientes. En Italia, donde la fecundidad ha venido disminuyendo desde hace varios decenios, las grandes cohortes de nacidos cuando la fecundidad era más alta han pasado progresivamente a los grupos de más edad, dando origen a un saliente

Otro término importante que los demógrafos utilizan es la *población estable*. Una población estable es aquella que tiene tasas de mortalidad y natalidad constantes, por lo que el porcentaje de la población en todas las categorías de edad no cambia. Es decir, una población estable tiene una pirámide de población donde su forma no cambia con el tiempo. Una población estable tal vez crezca o disminuya, pero no tiene que ser necesariamente estacionaria, todas las tasas son exactamente las mismas al pasar el tiempo, así todas las tasas de mortalidad y fecundidad, y las funciones de las tablas de vida permanecen sin cambio.

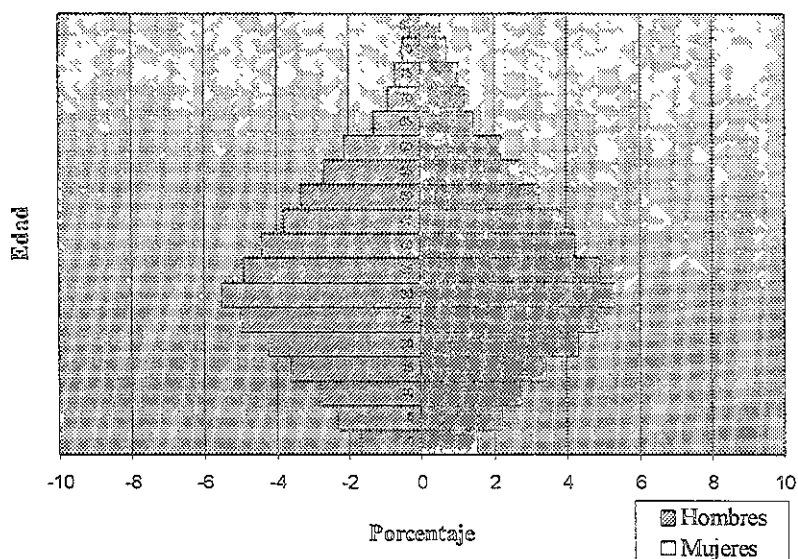


Figura 2.9 Pirámide poblacional de Italia, 1995

IMPORTANCIA DE LAS PROYECCIONES DE POBLACIÓN

En la actualidad el mundo entero reconoce la importancia de trabajar con las proyecciones de población. En éste capítulo se va más allá de la utilidad de las proyecciones de población en ingeniería civil para la determinación de la población de proyecto. Se analiza la importancia que tienen en la planeación económica y social dentro de un país. Se requiere para fijar los objetivos generales de desarrollo industrial, agrícola, educacional, en salud, en vivienda, y regional-urbano, en éste último, se profundiza en áreas específicas de la ingeniería civil como son la de sistemas de transporte y sanitaria, para finalmente con todo esto, revisar los desafíos demográficos de México, buscando reflexionar en las necesidades y demandas futuras provocadas por el tamaño, dinámica y estructura de la población.

3.1. PAPEL DE LAS PROYECCIONES

Los acelerados incrementos de la población, la gran movilidad social y la enorme división en las actividades laborales que caracterizan al mundo actual, derivadas estas de la heterogeneidad en las condiciones de vida que se crean en la sociedad moderna, hacen que las labores de la administración pública sean cada vez más complejas y difíciles. Tal situación exige a los gobiernos preocuparse por la ejecución de programas económicos y sociales, con miras a propiciar una utilización más racional de los recursos naturales y humanos disponibles, para lograr así satisfacer las demandas de bienes y servicios requeridos por la población.

Las proyecciones de población presentan el volumen de la población total; en algunos casos su distribución por edad y sexo, y varios de los indicadores demográficos que se utilizan para caracterizar la dinámica de la población. Al preparar una proyección de población se busca mostrar la potencialidad del desarrollo cuantitativo esperado aunque de ninguna manera llegar a predicciones o pronósticos que inevitablemente han de ocurrir. Lo que se pretende, es proporcionar los elementos que muestren las consecuencias que puedan provocar ciertas tendencias demográficas que se supone podrían presentarse, teniendo en cuenta la experiencia histórica del pasado inmediato.

Es necesario aclarar que las proyecciones de población constituyen una base importante para fines de la planeación de las actividades económicas y sociales de un país. La amplia gama de resultados que de ellas se generan permiten establecer las consecuencias del crecimiento de la población en sus diversos sectores sociales y económicos. Basta señalar que las necesidades en materia de educación, salud, vivienda, empleo, desarrollo agrícola, etc., pueden ser determinadas con la ayuda de esa información.

El incremento de estas demandas se deriva del crecimiento poblacional y de los cambios en las estructuras del consumo, provocadas por las variaciones en las estructuras por edad y sexo de la población y por su distribución. Todos estos aspectos se reflejan en los resultados de las proyecciones de población y constituyen, elementos importantes para la toma de decisiones respecto a la distribución del producto, la asignación de recursos y la ubicación de las

inversiones entre otras cosas.

Se acepta por ejemplo, que las medidas destinadas a modificar las tendencias demográficas influyen en el crecimiento y composición de la población, modificándose así las condiciones sobre los requerimientos de bienes y servicios. También se verá afectado el tamaño y la composición de la fuerza de trabajo, modificándose la disponibilidad de mano de obra. Todos estos antecedentes y conocimientos que aportan las proyecciones de población deben ser parte esencial en los programas nacionales de desarrollo, por todo esto, las proyecciones demográficas juegan cada vez más un papel decisivo para la planeación económica y social.

Estas consideraciones acrecientan la necesidad de información básica y de los estudios demográficos correspondientes, ya que el desarrollo de las proyecciones demográficas (en calidad y cantidad) requeridas para la planeación socioeconómica, se encuentran estrechamente ligadas a la evolución y desarrollo de las fuentes de información y de la investigación y conocimiento demográfico de la población.

Algunos objetivos generales de los programas de proyecciones de población

Es incuestionable que en las últimas décadas se ha dado un cambio importante en lo que a planeación económica y social se refiere. Hasta bien avanzada la década de los años 70 los proyectos de desarrollo se centraban en la consideración de aspectos económicos. Hoy en día existe la necesidad de incorporar las variables demográficas en los planes de desarrollo.

Uno de los alcances de mayor trascendencia tanto teórica como práctica es que las proyecciones producen cifras de población y otros resultados demográficos utilizables para el diseño de los programas de la planeación económica y social.

El problema de cómo usar los datos sobre la población en los planes de desarrollo, se ha discutido en múltiples foros internacionales en los cuales se han presentado pautas y orientaciones; por un lado, respecto al análisis de las interrelaciones entre población y desarrollo y, por otra parte, en cuanto a los procedimientos para la formulación y ejecución de los planes.

Mediante la consideración de las interrelaciones entre población y desarrollo, se busca establecer también los efectos de los cambios en las condiciones económicas y sociales y del impacto real de los programas que se lleven a cabo.

En términos más específicos, la preparación de las proyecciones de población de un país puede tener variados propósitos pero, en general, se orientan a.

- a) Ilustrar, mediante un modelo determinado, cuáles son o serán los efectos cuantitativos de ciertos factores que merecen consideración particular. Por ejemplo, conocer el efecto de los cambios en las variables demográficas: la mortalidad, la fecundidad y la migración.
- b) Comparar una situación hipotética con la realidad para evaluar el efecto de las modificaciones deseadas o efectos ya presentados.
- c) Obtener estimaciones de la población futura, útiles como elementos indispensables para

cálculos y análisis demográficos

- d) Producir resultados alternativos de los volúmenes de población futura y de sus características asociadas a consideraciones sobre la factibilidad de evolución futura.

En cualquier circunstancia dentro de los procesos de la planeación económica, debería considerarse a la población en cuanto a la doble función que cumple en la sociedad, su posición como consumidora y su participación en la generación de los bienes y servicios necesarios para el sostenimiento de la misma. Es por ello que los resultados de las proyecciones de población son utilizados, como instrumentos indispensables para establecer, con cierto margen de error, aspectos tales como

- 1) El número de consumidores de bienes y servicios, clasificados según diversas características (sexo, edad, distribución geográfica, tamaño y composición familiar, condiciones de educación, etc.)
- 2) Los volúmenes y características de los potenciales de oferta y demanda de mano de obra, factores esenciales para la programación del empleo y la producción de los bienes

Las proyecciones de población constituyen, por tanto, el principal y más valioso instrumento para establecer anticipadamente la capacidad productiva y las necesidades básicas de una nación. Además, cuanto más amplia y desarrollada sea una sociedad, mayor será la cantidad y especificidad de la información requerida para la preparación de los planes de desarrollo económico y social. Las cifras sobre la población futura son indispensables para la planeación de la economía nacional; lo importante es lograr la mayor aproximación entre lo proyectado y lo que bien puede llegar a ser la realidad.

3.2. EL EMPLEO DE LAS PROYECCIONES EN LA PLANEACIÓN

Las estimaciones de la población total futura son esenciales en la primera etapa de la planeación, en que se fijan los objetivos generales del desarrollo. Uno de los principales objetivos de un plan de desarrollo económico es el aumento del ingreso, que no es independiente de la tasa de crecimiento de la población. Si en el plan de desarrollo se prevé un aumento en el ingreso total, el cambio correspondiente en el ingreso per cápita (y, en consecuencia, en el nivel de vida) dependerá evidentemente del crecimiento de la población. Si el objetivo es aumentar el ingreso per cápita, es preciso conocer el futuro tamaño de la población, a fin de poder estimar la magnitud total de ingreso nacional que debe obtenerse.

3.2.1. Desarrollo industrial

Al proyectar la población se puede encontrar la cantidad de recursos humanos que revisten particular importancia para el proceso de la planeación del desarrollo, pues miden las futuras necesidades de empleo de la población, y el pleno empleo suele considerarse como uno de los objetivos primordiales del desarrollo. Junto con las estimaciones de los factores económicos, la fuerza de trabajo proporciona la base para estimar el futuro crecimiento económico en general, y

en las industrias manufactureras y conexas en particular. Las acciones para su adelanto, medidas correctivas, por ejemplo, mediante el ajuste de los planes de empleo o de los programas de educación y formación profesional. La información sobre la disponibilidad de distintas clases de mano de obra calificada, que puede derivarse de los planes de educación y formación profesional, suele tener especial importancia para la planeación del desarrollo.

3.2.2. Desarrollo agrícola

Las proyecciones de la población total se emplean para calcular la probable demanda de alimentos con base en las necesidades de nutrición de los distintos grupos humanos. Los objetivos de producción alimentaria fijados sobre la base de tales proyecciones tienen repercusiones sobre otros diversos aspectos de la planeación, tales como la inversión en la agricultura y sectores conexos, la capacitación de trabajadores y la aplicación de nuevas técnicas.

Con la proyección de población se estima la fuerza de trabajo agrícola y sus características demográficas, que se necesitan para formular medidas destinadas a elevar la productividad agrícola y para transferir la mano de obra excedente al sector no agrícola. Además, se necesita estimar la población agrícola total, incluidos los trabajadores y las personas a su cargo cuyos principales medios de vida están en la agricultura, a fin de apreciar la adecuación del ingreso en este sector y evaluar el grado de superpoblación agrícola. Las estimaciones de la población agrícola también permiten calcular el excedente comerciable de la producción agropecuaria.

3.2.3. Educación

Las proyecciones de población suministran la base para formular programas adecuados de formación de personal docente, así como planes para la construcción de escuelas y otras instituciones de enseñanza. Estas proyecciones también son indispensables para estimar el costo del sistema educativo: cuanto más alta sea la proporción de la población en edad escolar estimada dentro de la población total, tanto mayor será la necesidad de maestros, aulas, libros, etc. La planeación de la educación supone no sólo proporcionar los medios y servicios básicos para satisfacer las exigencias de las cohortes de población en edad escolar, sino que también requiere mejoras en la calidad y cambios en los tipos de enseñanza para impartir a la futura fuerza de trabajo los conocimientos que exige una economía en proceso de industrialización.

3.2.4. Salud pública

Las proyecciones de población proporcionan los medios para prever con más acierto la demanda de distintos medios y servicios de sanidad, tales como camas de hospital y centros de sanidad, así como de personal médico y sanitario en sus distintas especialidades. Dado que las necesidades en materia de sanidad varían mucho con la edad y hasta cierto punto, con el sexo, la composición por sexo y edad de la población futura adquiere especial pertinencia. Deben formularse distintos programas sanitarios para los niños pequeños, que constituyen el grupo más castigado por las enfermedades, los trabajadores de determinados ramos de la industria, y las personas de edad, que constituyen una proporción cada vez mayor de la población en muchos países.

3.2.5. Vivienda

Las proyecciones de población proporcionan datos fundamentales para estimar las futuras necesidades de vivienda. Las proyecciones dan una indicación del número de nuevas unidades de habitación que deberán suministrarse en un plazo dado para alojar a la población según las normas habitacionales que se adopten en cada caso, tal vez sean necesarias unidades adicionales para compensar la escasez existente y sustituir las viviendas en estado ruinoso. Además de tener presentes las estimaciones de las futuras necesidades de vivienda, la planeación debe tomar en consideración la probable demanda efectiva de vivienda que puede producirse como resultado de los cambios previstos en la estructura socioeconómica, el ingreso real per cápita y el costo de la construcción de viviendas.

3.2.6. Desarrollo regional y urbano

Dado que las tasas de crecimiento demográfico y la composición de la población no son las mismas en las diversas regiones de un país, la planeación del desarrollo de las distintas regiones exige proyecciones demográficas separadas para las áreas subnacionales. Las proyecciones para las zonas urbanas y rurales, que tienen en cuenta las diferencias en el crecimiento natural y la tasa de migración del campo a la ciudad, son particularmente valiosas debido a las apreciables diferencias de condición económica y social que existe entre ambas zonas. Las proyecciones sobre zonas pequeñas también pueden ser necesarias para fines tales como la planeación de grupos de viviendas, la construcción de escuelas, el emplazamiento de plantas industriales, la construcción de las obras de ingeniería sanitaria (alcantarillado sanitario, plantas de tratamiento de aguas residuales, sistemas de abastecimiento de agua potable, sistemas de almacenamiento, recolección y disposición de residuos sólidos, etc.), obras del sistema de transporte (carreteras, puentes, túneles, líneas férreas, puentes, aeropuertos, redes de comunicación), trabajos de vivienda y recreación (centros de trabajo, conjuntos habitacionales, centros recreativos y de reunión), estas proyecciones son parte fundamental de la etapa de planeación en muchos proyectos de la ingeniería civil, como se describe a continuación.

La planeación de los sistemas de transporte tiene diversos procedimientos y problemas que habrán de variar con el tipo de necesidad que se ha de satisfacer. Se puede tratar de la ubicación detallada de una ruta específica o de la planeación de todo un sistema privado de transportación para una industria. Se puede tratar igualmente de la construcción de una carretera o la necesidad de incrementar la transportación por medio de una vía aérea o acuática, el incrementar la transportación pública dependiendo de las necesidades de la región, el aumentar la comunicación por medio de un puente, una línea férrea o un puerto.

Si bien es cierto que gran parte de la transportación moderna está orientada a las carreteras ya que éstas satisfacen de una manera inmediata a la población, es de igual importancia mencionar otros sistemas de transporte como las vías férreas, aerovías, o acuáticas. Un ejemplo de esto es el Metro que en el caso del Distrito Federal es parte de un plan de vialidad y transporte, el cual viene a constituir lo que se ha llamado la columna vertebral del sistema de transporte colectivo de la Ciudad de México. El Metro con sus grandes ventajas por sí solo, no resuelve el problema del transporte urbano, forma parte de un todo constituido por el transporte de superficie autobuses, trolebuses, tranvías y taxis. La utilización de modelos para el diseño e implantación de sistemas,

ya sea el caso del Metro o de algún otro sistema de transporte es necesario que los modelos tiene como objetivo determinar la demanda de transporte y los medios con los que puede satisfacerla, entre los modelos más importantes están el modelo definitivo de generación de viajes, el modelo de distribución de viajes y el modelo de crecimiento poblacional.

Por otra parte el ingeniero debe tomar en cuenta el actual sistema de carreteras federales, estatales y municipales, así como las proposiciones federales para el futuro, formular proyecciones de población y de crecimiento agrícola, industrial y comercial y elaborar a partir de todo ello un plan (o varios) para el mejoramiento de los caminos existentes y la construcción de otros nuevos a fin de formar un sistema integral que satisfaga las necesidades de la región proyectadas al futuro.

Las etapas de planeación y la ejecución de los planes siguen en general un patrón, de acuerdo con las etapas que se describen a continuación, que varían dependiendo del proyecto.

1. *Reconocimiento de la necesidad*, la cual en muchas ocasiones no es evidente y es necesario llevar a cabo un estudio que establezca las necesidades presentes y futuras.
2. *Objetivos y metas*, debido a que la planeación debe de tener una dirección y un propósito específico.
3. *Estudio de la demanda*, para adquirir la mayor información posible a partir de la cual se puede proceder a planear. Las cargas de tránsito que habrá de transportar el sistema son en buena medida una función del uso de suelo y de la población. Estos estudios determinan la historia de crecimiento de la población, el uso del suelo, la industria, el comercio, los actuales sistemas de transporte y el uso que se hace de esos sistemas.
4. *Análisis de la demanda; proyecciones*, esto es, una vez establecida la demanda se aplican procedimientos para distribuir el tránsito entre las modalidades existentes. La capacidad actual se compara con la demanda actual y se nota un exceso o una falta de capacidad. La demanda de tránsito se proyecta a futuro tomando como base la población del proyecto.
5. *Diseño de soluciones*, se generan todas las soluciones posibles para resolver el problema en estudio. Es importante mencionar que el conjunto de datos por lo general es tan voluminoso que sólo con la ayuda de la computadora es posible compilarlo, manipularlo y analizarlo en forma debida.
6. *Evaluación de alternativas y presentación*, las varias alternativas que se seleccionen para su análisis detallado se deben evaluar considerando la efectividad, utilidad y costo de cada una.
7. *Ejecución del plan*, una vez aprobado y autorizado el plan, se establecen los métodos de financiamiento para llevar a cabo la obra.

El desarrollo de un plan de financiamiento adecuado es uno de los puntos más importante dentro de la planeación, ya que puede regir todo el proyecto. El ingeniero tiene que participar en todas las etapas.

La proyección de la demanda futura es una de las etapas más importantes. Consiste en proyectar

a generación y el costo en de viajes a los que las personas desearían ir, para determinar la demanda futura. Se han desarrollado métodos, los cuales utilizan el crecimiento de la población para encontrar la demanda de transportación. Los modelos de uso de suelo constituyen un medio con el cual se puede relacionar los futuros usos, las actividades de empleo, la población y el tiempo de viaje.

La demanda actual del sistema de transporte se puede multiplicar por factores simples de crecimiento, los cuales son muy útiles en pequeñas comunidades. Estos factores se pueden obtener conociendo la población a futuro por medio de algún método de proyección de población, analizando el incremento previsto de la población, los otros factores se pueden obtener extrapolando el incremento de automóviles, el nivel de actividad industrial, el comercio y otros factores que resulten pertinentes, y calcular luego la relación entre la actividad futura y la presente, o crecimiento de cada uno. Las relaciones individuales se multiplican para obtener un factor de incremento por el cual se multiplicará la demanda actual y la generación de viajes en el presente para obtener la demanda y la generación de viajes en la fecha de que se trate.

Un ejemplo de lo anterior es al calcular el factor de crecimientos del tránsito de automóviles. Los factores en los que se puede basar es en el crecimiento de la población, el número de propietarios de automóvil y el consumo de gasolina per cápita. Basándose en la información recopilada y utilizando los métodos de proyección de población se sabe que la población actual y futura es de 16,000 y 20,800 respectivamente, el número de propietarios por automóvil crece de 10,000 a 15,000 y el combustible que se consume per cápita aumenta de 2450 a 2700 litros por persona. Sobre la base de esto se calculan los factores de crecimiento, los cuales son de 1.3, 1.5 y 1.1 respectivamente. Al multiplicar estos factores nos da como resultado un factor general de crecimiento de 2.15. Si la demanda actual del sistema fuera de 8,000 viajes por día, la demanda futura sería la multiplicación del factor general de crecimiento por la demanda actual del sistema, en nuestro caso sería de $8,000 \times 2.15 = 17,200$ viajes por día.

Por otro lado se tienen los estudios que son necesarios para proyectar un puerto. Dentro de estos estudios es necesario desarrollar los estudios de planeación y de ingeniería básica o ingeniería de proyectos.

Los puertos, en innumerables ocasiones, están ligados a una actividad existente en la zona, o a ciudades que al ir desarrollándose y creciendo, requieren los servicios de un puerto. Un ejemplo de esto es el puerto de Guaymas en Sonora, su origen fue el desarrollo integral de la zona del noroeste. El proyecto de Lázaro Cárdenas obedece a las actividades de la siderúrgica. Los puertos interiores de San Pedrito en Manzanillo, San Carlos en Baja California Sur, y el Abrigo en Yukalpetén, cerca de Progreso, en Yucatán, responden a necesidades de la región y en ocasiones a una época determinada; el puerto de San Carlos, con un muelle de 102 metros de largo, obedece a la productividad y grandes ganancias de las cosechas de trigo, cártamo, algodón y otros productos del valle de Santo Domingo. El puerto de Veracruz, se puede decir que es el puerto de la Ciudad de México; es el enlace más antiguo entre la operación marítima y la capital.

En la evaluación de un proyecto es indispensable hacer un análisis de la demanda y su proyección. Como parte de esto se puede considerar la correlación de la demanda, la cual consiste en analizar el crecimiento de la demanda de un producto o servicio respecto a la población. Con base en esto se calcula la demanda de azúcar, electricidad, granos, algodón, siderúrgica y otros.

productos que son en algunas cosas parte fundamental del ciclo de vida de un país. Por lo tanto, esto se puede analizar la factibilidad de desarrollar un puente por el abastecimiento de esos productos o por el otro lado como un enlace entre el medio terrestre y marítimo para vender productos en diferentes lugares.

Un relleno sanitario es una obra de ingeniería civil en el cual se depositan en una superficie preparada los desechos sólidos (basura) de una población, de manera que se minimicen los riesgos ambientales, esparciendo los residuos a su menor volumen practicable, y aplicando y compactando material de cobertura al final de cada día. Para estimar el volumen anual requerido se utilizan la siguiente ecuación:

$$V_R = \frac{PEC}{D_c}$$

donde,

V_R = volumen del relleno sanitario, en m^3

P = población

E = proporción de material de cubierta / residuos compactados.

C = masa promedio de residuos colectada por persona, por año, (kg/persona)

D = densidad del residuo compactado

De acuerdo con las normas oficiales mexicanas, el pródio para la construcción del relleno debe ser suficiente para depositar los residuos de una localidad por lo menos durante 7 años. En consecuencia, deberá estimarse la población de los próximos años para calcular los requerimientos del terreno.

El agua es un recurso finito y vulnerable, esencial para sostener la vida, el desarrollo y el medio ambiente. El aprovechamiento y la gestión del agua deben apoyarse en la participación de los usuarios y de la sociedad al nivel de las cuencas hidrográficas pues desempeñan un papel cada vez más importante e insustituible en su cuidado y preservación. El agua tiene un valor económico, social y ambiental en todos los usos a los que se destina y por tanto, su análisis, administración, planeación y, en general la gestión integrada de este recurso, debe contemplar las relaciones existentes entre economía, sociedad y medio ambiente, en el marco geográfico de las cuencas, que son los espacios físicos en donde se verifica el ciclo hidrológico. Estos principios ilustran la importancia del agua en el mundo actual.

Sin agua las especies animales y vegetales no existirían. Sin embargo, siendo un recurso natural tan importante y vital, los seres humanos parece que se empeñan en degradarlo y usarlo ineficazmente, suponiendo, por ignorancia o por inconsciencia, que se trata de un recurso natural infinito del que se puede disponer libre e ilimitadamente, pero no es así.

El agua se encuentra desigualmente distribuida en el espacio y el ciclo que la produce es irregular en el tiempo. Por ello son cada vez más las regiones en las que se registra una presión creciente sobre los recursos hídricos al aumentar la población y, con ella, la contaminación del agua y la demanda de este recurso esencial para la vida. México no es la excepción. Por su clima y por sus

características geográficas, económicas, sociales y demográficas en el país. Debido a su gran dimensión y complejidad para satisfacer sus necesidades, estas regiones agotan sus potencialidades. Las regiones del centro norte del país son áridas o semiáridas y en ellas la escasez y los períodos recurrentes de sequía son mayores pero son territorios en donde se asienta una parte mayoritaria de la producción y la población mexicana. En contrapartida, en la región sureste se verifican las mayores precipitaciones pluviales y, por ende, se concentran ahí los mayores escurrimientos y disponibilidades de agua, pero cuentan con una menor densidad demográfica.

Al finalizar el siglo XX son múltiples los retos para conciliar la oferta con la demanda nacional de agua. Estos retos son mayores y más complejos, cuando se analizan a la luz de las tendencias que se perfilan para el futuro en los procesos de crecimiento demográfico, distribución de la población rural y urbana y de la economía por regiones y cuencas hidrográficas. Por ello, en los próximos años existe la necesidad de realizar esfuerzos mayores y cambios de diverso tipo en las instituciones y organizaciones públicas y privadas, así como en las actitudes y comportamientos de la sociedad para asegurar la preservación y sustentabilidad de su fuente primordial de vida: el agua.

En la etapa de planeación de un proyecto de abastecimiento de agua, es necesario determinar la cantidad de agua requerida, lo que exige obtener información sobre el número de habitantes que serán servidos y su consumo de agua per cápita, junto con un análisis de los factores que pueden afectar este consumo. Este consumo de agua per cápita se denomina dotación, y es la cantidad de agua que se asigna a cada habitante y que comprende todos los consumos de los servicios que se hacen en un día promedio. La dotación de agua potable, si el sistema de abastecimiento es eficiente y suficiente, es función del clima, del número de habitantes y sus costumbres, del costo de agua distribuida y de las medidas de control para evitar fugas y desperdicios.

Para fines de proyecto se deben considerar la aplicación de los datos experimentales recabados, los que se adaptan de otras poblaciones con condiciones similares o, a falta de estos, se acatan normas de dotación media en función del clima y del nivel socioeconómico de sus habitantes, como se muestra en el Cuadro 3.1.

Cuadro 3.1 Dotación de agua potable (l/hab/día)

CLIMA	CONSUMO POR CLASE SOCIOECONÓMICA (l/hab/día)		
	RESIDENCIA	MEDIA	POPULAR
CÁLIDO	400	230	185
SEMICÁLIDO	300	205	130
TEMPLADO	250	195	100

Notas: 1) Para climas semifrío y frío se consideran los mismos valores que para clima templado.
 2) El clima se selecciona en función de la temperatura media anual (Cuadro 3.2)

Cuadro 5.2 Clasificación de climas por su temperatura

TEMPERATURA MEDIA ANUAL (°C)	TIPO DE CLIMA
Mayor que 22	CÁLIDO
De 18 a 22	SEMICÁLIDO
De 12 a 17.9	TEMPLADO
De 5 a 11.9	SEMIFRIO
Menor que 5	FRIO

El consumo medio anual de agua en una población es el que resulta de multiplicar la dotación (D) por el número de habitantes de proyecto (P) y por los 365 días del año. El consumo medio diario anual (V_{md}) en m^3 es por consiguiente:

$$V_{md} = \frac{D \times P}{1000}$$

Con respecto a los aspectos financieros correspondientes a la etapa de operación de un sistema de AAP, el estudio tarifario se basa fundamentalmente en la obtención del costo medio por m^3 de agua consumida. Para obtener este costo es necesario conocer una serie de datos que intervienen en su integración y que son de diversa índole; es decir de carácter técnico del proyecto, económico, financiero, y social; a continuación se mencionan los datos básicos requeridos

- o Población actual y de censos anteriores.
- o Población servida actual
- o Número de predios de la localidad.
- o Número de tomas con y sin medidor.
- o Volúmenes de agua producido y consumido
- o Consumo por toma
- o Ingresos por servicio (facturación) así como por otros conceptos (derecho de conexión, instalación de tomas domiciliarias, etc.).
- o Egresos del sistema, por concepto de Administración, Operación, Conservación, Amortización, Depreciaciones, Rezagos, etc
- o Socioeconómicos.
- o Aspecto financiero.

Para obtener el consumo de agua potable en el período de vida del proyecto es necesario llevar a cabo una proyección demográfica y así conocer la población futura de la localidad, llamada también población de proyecto. Esta proyección tiene mucha importancia en el estudio de los aspectos técnicos, económicos, financieros y sociales de los sistemas de agua potable. El logro es:

a mayor aproximación que se tenga en la proyección de la población, más se acerca a la realidad y cumple con su cometido futuro en forma eficiente.

3.5. LOS DESAFÍOS DEMOGRÁFICOS DE MÉXICO

3.5.1. El arte de imaginar el futuro

Las proyecciones de población son un instrumento indispensable para llevar a cabo la planeación demográfica del país, y estas, son utilizadas para calcular los requerimientos futuros en materia de educación, empleo, salud y vivienda, entre otras.

La evolución descrita en el Capítulo I referente a la población a futuro de México, tendría profundas consecuencias en la formación de una amplia gama de demandas. Entre las diversas necesidades y demandas futuras derivadas del tamaño, dinámica y estructura de la población, presentamos cuatro: educación, empleo, salud y vivienda.

Educación

Se prevé que la población en edad de asistir a la escuela primaria (entre los 6 y 11 años) se mantendrá casi constante entre 1997 y el 2000 (en alrededor de 13.1 millones) y a partir de este último año se reducirá gradualmente, hasta alcanzar 12.2 millones en el 2010 y 10.0 millones en el 2030. Una consecuencia de ello es que en el mediano y largo plazo habrá de disminuir el número de maestros requeridos para atender la población escolar en estas edades, que hoy es de aproximadamente 512.6 mil. Si suponemos una cobertura de 100 por ciento de la demanda de este grupo de edad y que el número de estudiantes por maestro se mantiene en alrededor de 25, se necesitará alrededor de 478.4 mil y 392.4 mil docentes en el 2010 y 2030 respectivamente, es decir, 34.2 mil y 120.2 mil maestros menos que los que había en 1997. Así, la reducción en el número potencial de alumnos en el sistema escolar permitirá aumentar la cantidad de recursos asignados por estudiante.

La población en edad de asistir a la escuela secundaria (entre los 12 y los 14 años) tampoco experimentaría cambios significativos entre 1997 y 2010 (se mantendría en un monto de aproximadamente 6.4 a 6.5 millones) y a partir de este último año se reduciría paulatinamente hasta registrar una cifra de 5.2 millones en el 2030. Se estima que en 1997 el número de maestros requeridos para atender la población escolar en estas edades fue 222.5 mil. Si suponemos que la cobertura de este grupo de edad se incrementará gradualmente de 61 a 100 por ciento entre 1997 y el año 2015 y el número de estudiantes por maestro se mantiene en alrededor de 17.7, en el año 2010 se necesitarán 321 mil docentes, mientras que su número se reduciría a 291 mil en el año 2030. Es decir, en el año 2010 el número de docentes tendría que aumentar en casi 100 mil maestros adicionales respecto a los que había en 1997 para atender la demanda de educación secundaria del grupo 12 a 14 años de edad.

Empleo

Una de las actividades más apremiantes para toda economía es la creación de empleos. En cada uno de los próximos 13 años ingresarán al mercado de trabajo alrededor de 1 millón de

mexicanos más. No hay que ver mucho más allá de la expectativa de vida que los mexicanos harán para hacerlo en los próximos años ya está con nosotros. De no encontrarse medidas que generen los empleos correspondientes, el país se verá sometido a una mayor tensión social de la que ya vive. La población económicamente activa en los años 2000 y 2010 será de 11.5 millones (28.4 millones de hombres y 13.1 millones de mujeres) y 51.4 millones (37.8 millones de hombres y 16.6 millones de mujeres), es decir, 3.1 y 13 millones adicionales al monto de 38.4 millones en 1997. El número de empleos que la economía debería generar adicionalmente a partir de 1997 para satisfacer la demanda de largo plazo (en 2030) debería de alcanzar la cantidad de 26.8 millones.

Salud

El personal de salud requerido para atender a una población en continuo crecimiento es cada vez más significativo. En 1997 había un médico por cada 767 habitantes y 1.4 enfermeras por cada médico. Si se mantiene esta misma proporción de médicos por habitantes, en el 2010 y el 2030 harán falta 22 mil y 46 mil médicos adicionales respectivamente, y para cumplir con la recomendación internacional de 3 enfermeras por cada médico se necesitarán en el 2010 y el 2030 alrededor de 327 mil y 310 mil enfermeras adicionales a las que existían en 1997.

El proceso de envejecimiento demográfico implicará una cuantiosa reasignación de recursos para atender las necesidades de la población, en particular la demanda de servicios de salud y seguridad social. Entre 1997 y 2030 la población de 65 años y más, aumentará 3.7 veces, hasta llegar a 15.5 millones, lo que representa un incremento de 11.4 millones. Sin embargo, la mitad de este incremento ocurrirá entre 2020 y 2030, lo que puede brindar al sector salud el tiempo suficiente para desarrollar estrategias dirigidas a la prevención y atención de enfermedades crónicas y degenerativas (como el cáncer, deterioro funcional, enfermedades del sistema circulatorio y del corazón). Ello sugiere la urgente necesidad de que la reforma de la seguridad social en México enfrente el desafío de ampliar la cobertura de los servicios de atención dirigidos al cuidado de los individuos que padecen de algún tipo de estas enfermedades. Son ellos los que conforman uno de los grupos más vulnerables de la población.

Vivienda

La provisión de vivienda para satisfacer las demandas y necesidades de la estructura familiar y el cambiante tamaño de los hogares mexicanos exigirá desplegar enormes esfuerzos en materia habitacional en el futuro próximo. Al déficit acumulado de viviendas en el país, debe añadirse la demanda que en el curso de los próximos años surgirá como el resultado del arribo de generaciones todavía numerosas a la edad de contraer matrimonio y formar un hogar independiente. Se estima que durante el período de 1997 al 2000 la demanda acumulada de viviendas se incrementará en poco más de 2.1 millones, es decir, un promedio anual de 700 mil viviendas. En 1997 existían un total de 20.7 millones de viviendas que en promedio cuentan con 4.5 ocupantes. Se prevé que el número de ocupantes por vivienda continuará disminuyendo hasta alcanzar 3.7 y 2.9 personas en los años 2010 y 2030 respectivamente. Así, el requerimiento total de unidades habitacionales para esos años ascenderá a 30.2 y 44.7 millones, respectivamente, por lo que, hará falta construir 9.5 millones adicionales de vivienda entre 1997 y el 2010 ó 24.7 millones entre 1997 y el 2030.

Aunque la población total habrá crecido a 175 millones de habitantes (2030), la cantidad de unidades habitacionales deberá aumentar a más de 10 millones de unidades. Además, hay que considerar el impacto ambiental y el costo de la infraestructura de apoyo (agua, electricidad, drenaje, carreteras, transportación, etc.) necesario para poder construir tal cantidad de viviendas.

Los ejemplos y datos presentados en este capítulo nos dice que la proyección demográfica aporta valiosos elementos para valorar y preparar las respuestas y acciones necesarias para encarar los nuevos desafíos económicos, sociales y demográficos que habrá de enfrentar el país en el nuevo milenio.

Capítulo IV

MODELOS TRADICIONALES DE PROYECCIÓN DE POBLACIÓN EN INGENIERÍA

Como parte de la etapa de planeación de un proyecto de ingeniería civil, por ejemplo, un sistema de abastecimiento de agua nuevo o la ampliación de una instalación existente, es necesario estimar las futuras demandas de suministro de acuerdo con uno o más periodos planeados convenientemente. La capacidad de los elementos del sistema se diseña según la población que se prevé que existirá al final de dicho periodo -denominada "población de proyecto"- y con base en el consumo por habitante o demanda per cápita.

En la práctica cotidiana de la ingeniería sanitaria, la población de proyecto para una obra de este tipo se estima observando los cambios del tamaño total de la población con respecto al tiempo.

Generalmente se toma como base para estimar las tendencias de la población futura de una localidad su pasado desarrollo. Una manera es iniciar graficando los datos censales en un sistema *versus* población y dibujando la curva que resulta al unir las coordenadas. Si la curva de población es, hasta el momento actual, relativamente uniforme y el ingeniero no vislumbra mayores cambios en los factores influyentes en el crecimiento de la población, entonces prolonga la curva tanto como el periodo planeado. Si la localidad puede extender libremente sus límites, no hay manera de saber si el grado de crecimiento durante el periodo planeado seguirá aproximadamente el grado actual, si disminuirá o aumentará. En caso preciso, la probabilidad del ensanche de límites y el efecto de dicho ensanche sobre la población, deberán tenerse en cuenta al prolongar la curva.

En la biografía de la ingeniería sanitaria de mediados del siglo XX, se sugiere que el trazado de la curva de crecimiento se estime por comparación con el pasado crecimiento de otras ciudades. Se sugiere, además, que las curvas del pasado crecimiento de las ciudades escogidas para la comparación sean algo similares a la curva de crecimiento de la comunidad en el tiempo anterior en que sus poblaciones eran las mismas que las de la comunidad en el momento presente. En el caso de existir dicha semejanza, es de suponer que su crecimiento subsiguiente a este tiempo será un indicio de la tendencia presumible del crecimiento futuro de la comunidad.

Existen otros métodos que se aplican tradicionalmente, los cuales se describen en este capítulo. Todos tienen en común que sólo consideran los cambios del tamaño total de la población con respecto al tiempo.

4.1 DATOS BÁSICOS DE UN PROYECTO

En la elaboración de cualquier proyecto, es necesario tener especial cuidado en la definición de los *datos básicos*. Estimaciones exageradas provocan la construcción de sistemas

sobredimensionados, mientras que están hechos escasos y de poca resistencia los cables de acero o saturados en un corto tiempo, ambos casos requieren inversiones adicionales que imposibilitan su recuperación, en detrimento del funcionamiento de los propios sistemas.

Se entiende por datos básicos, a la población de proyecto, al periodo de diseño y a los de ítem.

4.1.1 Población actual y población de proyecto

En caso de tratarse de proyectos de obras de ingeniería sanitaria, por ejemplo, considerando la identificación de las diferentes zonas habitacionales por su clase socioeconómica, diferenciándolas en popular, media y residencial, se debe definir la *población actual* correspondiente.

Los resultados obtenidos de la población actual, por clase socioeconómica, se validan con fuentes indirectas, como puede ser la información que proporcione la Comisión Federal de Electricidad (CFE), referente a número de contratos de servicio doméstico, índice de hacinamiento (número de habitantes /vivienda) y cobertura en el servicio de energía eléctrica.

De acuerdo con las características socioeconómicas de la población y con base en los planes de desarrollo urbano, se definirán las zonas habitacionales actuales y futuras para cada grupo demográfico, para así poder diseñar el sistema de que se trate: un sistema de distribución de agua potable; una red de alcantarillado, etcétera.

En general, el diseño de un proyecto, se basa en una estimación de la población futura de la localidad para la que se está diseñando, a la que se llama, *población de proyecto*.

Utilizando la información que proporciona el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), relativa a cuando menos los últimos tres censos disponibles, se realiza la proyección de la población de proyecto al término del periodo de diseño en que se ejecutan los estudios y proyectos.

De la mayor o menor aproximación que se logre en la predicción de la población, dependerá que la obra cumpla su cometido futuro, y que efectivamente al reducirse el grado de incertidumbre en el diseño pueda ser más económica.

4.1.2 Período de diseño y vida útil

Se entiende por período de diseño, al intervalo de tiempo durante el cual la obra llega a su nivel de saturación, es decir, el tiempo en el cual se estima que la obra por construir sea eficiente y sus instalaciones sirvan a la comunidad; este período debe ser menor que la vida útil. Una vez sobrepasado el período de diseño, el funcionamiento de la obra continuará hasta llegar a su vida útil, o sea, al tiempo que se espera que los gastos de operación y mantenimiento se eleven a tal grado que hagan antieconómica e ineficiente la obra.

La vida útil de los elementos de sistemas de agua potable depende de que manejen y de la calidad de los materiales de algunos factores como:

1. Calidad de la construcción y de los materiales utilizados en la ejecución de la obra
2. Calidad de los equipos electromecánicos y de control
3. Calidad del agua a manejar
4. Diseño del sistema
5. Operación y mantenimiento

Los períodos de diseño están vinculados con aspectos económicos y financieros. Los primeros están en función del costo del dinero, esto es, de las tasas de interés, y los segundos están relacionados con los flujos de efectivo del organismo operador que habrá de liquidar el préstamo.

Para localidades con menos de 2,500 habitantes de proyecto, se recomienda tomar de entre 5 a 7 años como período de diseño, el valor dependerá de los programas de desarrollo sexenales que regirán las inversiones. Para localidades de más de 2,500 habitantes, el período de diseño se dará sobre lo señalado por las normas de proyecto aplicables a localidades urbanas del país.

En la Cuadro 4.1 se presentan ejemplos de diferentes períodos de diseño recomendables para los elementos de los sistemas de agua potable y alcantarillado, recomendados por la Comisión Nacional del Agua.

Cuadro 4.1 Períodos de diseño

Elemento	Período de diseño (años)
Fuente	
Pozo	5
Embalse (presa)	hasta 50
Línea de conducción	de 5 a 20
Planta potabilizadora	de 5 a 10
Estación de bombeo	de 5 a 10
Tanque	de 5 a 20
Distribución primaria	de 5 a 20
Distribución secundaria	a saturación
Red de tratamiento	a saturación
Colector y emisor	de 5 a 20
Planta de tratamiento	de 5 a 10

Fuente: Lineamientos técnicos para la elaboración de estudios y proyectos de agua potable y alcantarillado sanitario. CNA

4.2.1 Densidad de población

4.2.1 Densidad de población

Es la medida de distribución espacial de la población más tradicional y usada. Se conoce como el número de habitantes en una zona sobre el total de su superficie. Su resultado se interpreta como la cantidad promedio de habitantes que existe por unidad de superficie (normalmente por cada kilómetro cuadrado).

Pese a su utilidad y facilidad de cálculo, esta medida tiene limitaciones, que se relacionan, por un lado, con su carácter de promedio, que supone una distribución homogénea de la población en el territorio considerado y, por otro lado, con las interpretaciones equivocadas que pueden deducirse al considerar toda la superficie del territorio analizado. Con respecto al supuesto de homogeneidad el problema es evidente, ya que una densidad de población moderada puede darse en un territorio donde coexisten zonas de densidad extremadamente alta y otras de densidad extremadamente baja.

En los proyectos de abastecimiento de agua potable y alcantarillado, de los planes urbanísticos se extrae la información relativa al uso del suelo, en zonas de viviendas, industriales, parques, etc. y de ellas las densidades de población establecidas y el tipo de industria presente, que serán los consumidores de agua potable y generadores de agua residual. Como complemento se analizará la evolución demográfica con estudios de población.

4.2.2 Grado de urbanización y otras medidas de la distribución regional de la población

Existe una gran cantidad de criterios para definir la condición urbana o rural. Los de orden demográfico se basan en el número de población residente en la unidad administrativa o localidad respectiva. Los de orden administrativo, en la posición que tiene la localidad dentro del gobierno regional o nacional. Existen también los de orden socioeconómico, que trabajan con la cantidad de población involucrada en actividades campesinas, o con la cobertura o existencia de ciertos servicios básicos. Por último también hay combinaciones de criterios.

En América Latina y el Caribe existe una situación heterogénea. Varios países utilizan el criterio demográfico (Argentina, Bolivia, México), pero el tamaño considerado urbano varía entre 2,000 y 2,500 habitantes. Otros usan un criterio administrativo (Brasil, Colombia, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Paraguay, Panamá, República Dominicana y Venezuela). Dentro de éstos se diferencian los que consideran como urbana a toda localidad o unidad administrativa que tenga algún rango (capital, cabecera, etc.) y los que adjudican la calidad urbana según una ley nacional (Guatemala y Uruguay). Por último, una parte importante de los países de la región opera con criterios combinados.

A menudo se usa el porcentaje de población que vive en localidades urbanas como indicador sintético del nivel o grado de urbanización de un país. Operativamente se define como la proporción de personas que viven en zonas urbanas en relación con el total de habitantes, ponderada por cien, es decir, la población urbana sobre la población total multiplicada por cien. Cifras cercanas al 100% indican que la gran mayoría de la población vive en zonas urbanas.

Complementariamente, es de interés saber cómo se relaciona el crecimiento urbano como una relación porcentual entre ambos períodos. En consecuencia, el resultado numérico se obtiene el número de años, en los términos de cada uno de los períodos.

Una forma de establecer el ritmo o velocidad del proceso de urbanización entre dos fechas, consiste en calcular el incremento medio anual del grado de urbanización expresado por el porcentaje urbano. De esta manera, la relación que describe tal cambio es

$$IU = \frac{PU^{t+n} - PU^t}{n}$$

donde:

PU: es el porcentaje urbano

t y t + n: son dos momentos en el tiempo

n: es el lapso que media entre ambos

IU: es el incremento medio anual del porcentaje urbano.

Una interpretación de la DCUR (crecimiento urbano-rural) en tanto medida de la urbanización, consiste en que su valor indica el grado de dinamismo que posee la población urbana en relación con la rural. Esta interpretación permite reconocer las diferencias específicas entre urbanización (fenómeno que afecta al conjunto de la población total) y crecimiento urbano (fenómeno que sólo atañe al subconjunto urbano de la población total)

4.2.3 El proceso de urbanización

Uno de los rasgos recurrentes observado en los cambios de la distribución espacial de la población mundial en los últimos 200 años es el creciente porcentaje de la población que vive en localidades consideradas urbanas. Este aumento se denomina, dentro del análisis demográfico, urbanización.

Es posible que en un país aumente significativamente la población que reside en zonas urbanas y que, sin embargo, no se urbanice. Eso ocurrirá cada vez que la población rural aumente proporcionalmente más que la población urbana. En definitiva, habrá urbanización cuando el ritmo de crecimiento de la población urbana sea más rápido que el de la población rural

También puede ocurrir que un país se urbanice en términos demográficos pero que, sin embargo, en términos socioeconómicos no se registren cambios sustantivos (situación de algunos países latinoamericanos, cuya urbanización es mucho más intensa que su industrialización)

Fuentes de crecimiento de la población urbana y de la urbanización

Se identifican tres grandes fuentes del crecimiento urbano.

- b) Migración neta: La población de áreas urbanas puede incrementarse en el tiempo, aun cuando el saldo migratorio no sea positivo, es decir, porque los inmigrantes a zonas urbanas son más numerosos que los emigrantes de esas mismas zonas. Los inmigrantes a zonas urbanas de un país pueden provenir, de zonas rurales del mismo país o del extranjero. La migración entre zonas urbanas no tiene efectos y, por tanto, no se considera, porque el traslado desde una localidad urbana a otra evidentemente no incrementa la población urbana del país.
- b) Crecimiento natural: cada vez que el número de nacimientos supere al número de defunciones en las zonas urbanas, éstas incrementarán, por efecto del balance natural, su población.
- c) Reclasificación: Se subdivide en dos componentes
 - 1 Incorporación de otras áreas: esta incorporación puede darse naturalmente o arbitrariamente. Ocurre de manera natural cuando una ciudad se expande físicamente y, en este proceso, va absorbiendo localidades consideradas previamente rurales también llamada conurbación. También se da de manera natural cuando al incrementar su población una localidad antes definida como rural toma características que la definen e asigna a las localidades urbanas. Es arbitraria cuando una localidad rural pasa administrativamente a la jurisdicción de una localidad urbana y, por tal razón, termina clasificada como urbana. Hay otra posibilidad de incorporación arbitraria: la anexión, por parte de un país, de un territorio fronterizo de otro país que tenga población urbana.
 - 2 Cambios en la definición: si se cambia la definición de lo que se considera urbano se producirán, de manera consecuente, cambios en la población que habita en zonas urbanas.

En general, las dos primeras fuentes son las que más contribuyen al incremento de la población urbana.

4.2.4 Crecimiento del área poblada

No siempre es posible predecir la dirección en que crecerá una comunidad, ni tampoco es fácil predecir la extensión de la comunidad después de 30 o 50 años. Debido al mejoramiento de los medios de transporte, la población tiende a alejarse hacia zonas suburbanas que demandan los mismos servicios que en la zona urbana, quedando a veces extensiones enormes que se van llenando paulatinamente.

Sin embargo, de acuerdo con la Ley de Asentamientos Humanos, los niveles de gobierno municipal deben elaborar su Plan de Desarrollo Urbano y actualizarlo cada tres años. En dichos planes se establecen las áreas de crecimiento de la localidad y se determina el área urbana a la que se le deberán proporcionar los servicios.

En caso de que el plan no especifique los horizontes de crecimiento a 5, 10 y 20 años, éstos se establecerán de acuerdo con los lineamientos seguidos en el mismo; si la localidad en estudio no cuenta con un plan de desarrollo urbano, se definirá, con ayuda de las autoridades municipales o estatales, las proyecciones de crecimiento de la mancha urbana.

4.3 ESTIMACIONES DE LA Población CON LOS MÉTODOS TRADICIONALES

En la estimación de la fracción de agua residual del gasto medio diario, por ejemplo, es costumbre multiplicar la población tributaria por la contribución probable per capita de agua residual. Obviamente, la aproximación de la estimación de población es extremadamente importante en este cálculo. No deben escatimarse esfuerzos en estudiar cuánta información sobre la población sea posible.

Adicionalmente a su valor inmediato en la estimación de gastos, las estimaciones de la población futura podrían influir en la selección del periodo de diseño. Por ejemplo, una población que crezca muy rápidamente puede hacer que el uso de un periodo de diseño largo resulte antieconómico.

Los métodos usados en el pasado para las predicciones de población han incluido:

- Incremento aritmético por un año o por década,
- Incremento geométrico por un año o por década,
- Extensión gráfica de la curva del crecimiento pasado, etc

Los detalles de estos y otros métodos se describen a continuación.

4.3.1 Método aritmético

El método aritmético considera al crecimiento de la población como una constante. Es decir, que este método se basa en suponer que la población crece siguiendo una progresión aritmética. Gráficamente, este crecimiento se representa por una línea recta. El modelo matemático se plantea con la siguiente ecuación diferencial:

$$\frac{dP}{dt} = K$$

en donde dP/dt es la tasa de cambio de la población con respecto al tiempo y K es una constante.

La integración entre los límites P_2 (población del último censo) y P_1 (población del penúltimo censo), y los límites t_2 (fecha del último censo) y t_1 (fecha del penúltimo censo) da:

$$K = \frac{P_2 - P_1}{t_2 - t_1} \quad (4.1)$$

Finalmente la población futura se puede estimar como:

$$P_f = P_0 + K(t_f - t_0) \quad (4.2)$$

en donde:

P_t es la población futura en el tiempo t
 P_0 es la población actual en el tiempo t_0

Ejemplo 4.1

Una ciudad registró una población de 81,261 habitantes en el censo de 1980 y en el censo de 1990 se registró una población de 114,158 habitantes. Calcular la población que tendrá la ciudad para un periodo de 10 y de 20 años por medio del método aritmético

Datos

$$P_2 = 114,158$$

$$P_1 = 81,261$$

$$t_2 = 1990$$

$$t_1 = 1980$$

Solución

Obteniendo la constante K aplicando la ec. (4.1) se tendría

$$K_{80-90} = \frac{114,158 - 81,261}{1990 - 1980}$$

$$K_{80-90} = 3,289.7$$

La población futura se estima con la ec. (4.2)

$$P_{2000} = P_{1990} + K_{80-90}(t_{2000} - t_{1990})$$

$$P_{2000} = 114,158 + 3,289.7(2000 - 1990)$$

$$P_{2000} = 147,055 \text{ habitantes}$$

De forma similar para el año 2010 utilizando la ec. (4.2)

$$P_{2010} = 114,158 + 3,289.7(2010 - 1990)$$

$$P_{2010} = 179,952 \text{ habitantes}$$

4.3.2 Método geométrico

El método geométrico considera que la tasa de crecimiento es proporcional a la población en cada instante de tiempo, se basa en suponer que la población crece siguiendo una progresión geométrica. El modelo matemático se plantea con la siguiente ecuación diferencial

$$\frac{dP}{dt} = K \cdot P$$

La integración entre los límites P_2 (población del último censo) y P_1 (población del penúltimo censo), y los límites t_2 (fecha del último censo) y t_1 (fecha del penúltimo censo) da

$$\ln P_2 - \ln P_1 = K'(t_2 - t_1)$$

quedando el valor de K' de la siguiente manera

$$K' = \frac{\ln P_2 - \ln P_1}{t_2 - t_1} \quad (4.3)$$

finalmente la población futura se puede estimar como

$$\ln P_f = \ln P_0 + K'(t_f - t_0) \quad (4.4)$$

al sacar antilogaritmos en la ec. (4.4) se obtiene.

$$P_f = P_0 e^{K'(t_f - t_0)} \quad (4.5)$$

en donde

P_f : es la población futura en el tiempo t_f

P_0 : es la población actual en el tiempo t_0

Con la ec. (4.5) se observa que el crecimiento geométrico es análogo al crecimiento de interés compuesto, debido a que en el interés compuesto los intereses a su vez generan más intereses

En el interés compuesto $e^{K'(t_f - t_0)}$ es representada como $(1+i)^T$, donde i es la tasa de interés y T es $t_f - t_0$. Por lo tanto, la ecuación para obtener la población futura P_f por medio de la tasa de interés compuesto sería:

$$P_f = P_0 (1+i)^T \quad (4.6)$$

donde la tasa de interés i se puede obtener con un simple despeje de la ec. (4.6)

Ejemplo 4.2

Los datos censales de la Piedad, Michoacan son los siguientes

Datos censales

Año	Población (hab)
1970	52,432
1980	63,608
1990	81,162

Calcular la población para un periodo de 10 años por medio del método geométrico y comprobar por medio de la tasa de interés compuesto

Solución

Utilizando los dos últimos datos censales en la ec (4.3), ya que representan la tendencia más reciente del crecimiento de la población se obtiene

$$K'_{80-90} = \frac{\ln P_{1990} - \ln P_{1980}}{t_{1990} - t_{1980}}$$

$$K'_{80-90} = \frac{\ln 81,162 - \ln 63,608}{1990 - 1980}$$

$$K'_{80-90} = .02437$$

Una vez determinado K' , se utiliza en la ec (4.4) para obtener la población futura en el año 2000

$$\ln P_{2000} = \ln P_{1990} + K'_{80-90} (t_{2000} - t_{1990})$$

$$\ln P_{2000} = \ln 81,162 + .02437(2000 - 1990)$$

$$\ln P_{2000} = 11.5479$$

$$P_{2000} = e^{11.5479}$$

$$P_{2000} = 103,560 \text{ habitantes}$$

Por medio de la tasa de interés compuesta, también se puede calcular la tasa de crecimiento de la población (4.7)

$$i_{80-90} = (1+i)^n \cdot \sqrt[n]{\frac{P_{1990}}{P_{1980}}} - 1$$

$$i_{80-90} = (1+i)^{10} \sqrt[10]{\frac{81,162}{63,608}} - 1$$

$$i_{80-90} = \sqrt[10]{\frac{81,162}{63,608}} - 1$$

$$i_{80-90} = .02467$$

esto quiere decir que tiene un interés de 2.467 % anual

Con esta tasa y utilizando la ec. (4.6) se obtiene la población para el año 2000

$$P_{2000} = P_{1990} (1+i)^{(t_{2000}-t_{1990})}$$

$$P_{2000} = 81,162(1 + 0.02467)^{(2000 - 1990)}$$

$$P_{2000} = 103,560 \text{ habitantes}$$

Se comprueba que se obtiene la misma población por los dos métodos

4.3.3 Método geométrico decreciente

Generalmente mientras más grande y vieja sea la localidad, puede presentarse una disminución en el incremento de la población debido a que tiende a un valor máximo llamado "de saturación". Esta tendencia se puede presentar por falta de capacidad en el terreno disponible, limitaciones de sus recursos económicos, naturales, etc. Es conveniente utilizar este método de proyección de la población cuando se presentan estas características

El método geométrico decreciente considera que la tasa de crecimiento es proporcional a la población faltante de saturación en cada instante de tiempo. El modelo matemático se plantea con la siguiente ecuación diferencial:

$$\frac{dP}{dt} = K''(P_{sat} - P)$$

La integración entre los límites t_1 y t_2 (donde t_1 y t_2 son los años de los censos), y los límites P_1 (donde P_1 es el número de habitantes en el primer censo) y P_2 (donde P_2 es el número de habitantes en el segundo censo),

$$\ln \left(\frac{P_2 - P_{sat}}{P_1 - P_{sat}} \right) = K''(t_2 - t_1)$$

quedando el valor de K'' de la siguiente manera:

$$K'' = - \frac{1}{(t_2 - t_1)} \ln \frac{P_2 - P_{sat}}{P_1 - P_{sat}} \quad (4.8)$$

finalmente la población futura se puede estimar como

$$P_f = P_0 + (P_{sat} - P_0)(1 - e^{-K''(t_f - t_0)}) \quad (4.9)$$

en donde

- P_f es la población futura en el tiempo t_f
- P_0 es la población actual en el tiempo t_0
- P_{sat} es la población de saturación

Ejemplo 4.3

En el periodo de 1980 a 1990, una población creció de 128,347 a 143,043 habitantes. Si la población de saturación es de 180,000 habitantes, calcular la población en el año 2010 por el método geométrico decreciente.

Datos:

- P_2 : 143,043 habitantes
- P_1 : 128,347 habitantes
- t_2 : 1990
- t_1 : 1980
- P_{sat} : 180,000 habitantes

Solución:

Utilizando la ec. (4.8) se obtiene el valor de K'' de la siguiente manera:

$$K'' = - \frac{1}{(t_{1990} - t_{1980})} \ln \frac{P_{sat} - P_{1990}}{P_{sat} - P_{1980}}$$

$$K'' = - \frac{1}{(1990 - 1980)} \ln \frac{180,000 - 143,043}{180,000 - 128,347}$$

$$N = 0.3248$$

y utilizando la ec (4.6)

$$P_{2010} = P_{1990} + (P_{1990} - P_{1990})(1 - e^{-N(t - t_0)})$$

$$P_{2010} = 143,043 + (180,000 - 143,043)(1 - e^{-0.3248(2010 - 1990)})$$

$$P_{2010} = 161,081 \text{ habitantes}$$

4.3.4 Método logístico

La curva logística es muy conocida entre estadísticos, biólogos y demógrafos como modelo determinístico para describir y pronosticar el crecimiento de una población humana o de algunas especies animales, a lo largo del tiempo, cuando están sujetas a ciertas condiciones en su crecimiento

Este método, al igual que el método geométrico decreciente supone que la localidad tiene una población límite de saturación

Si el crecimiento de las poblaciones no estuviera sometido a tantas y tan variadas influencias, su curva de crecimiento sería la que es característica de todas las formas de vida que se desarrollan dentro de un espacio limitado. Esta curva tiene una forma de S como se muestra en la Figura 4.1

Inicialmente el crecimiento es creciente, hasta llegar a un punto de inflexión en que la razón de crecimiento se invierte y de ahí en adelante el crecimiento es decreciente hasta alcanzar el valor de saturación.

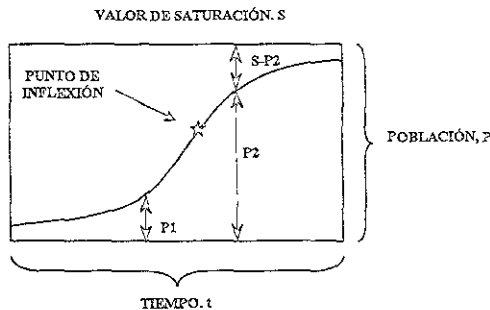


Figura 4.1 Curva logística de crecimiento.

Las curvas en forma de S, pueden ser descritas por ecuaciones que busquen una base biológica razonable. Una de las más conocidas es comúnmente denominada como "curva logística de

elemental. Los censos sucesivos de una ciudad de México se ajustan a una curva matemática entre 1833 y 1977. En 1921 se introdujo el estudio de la teoría de población, con lo que se adoptó el método de las curvas matemáticas de Verhulst-Pearl.

La presentación matemática de esta curva logística es

$$P_t = \frac{P_{sat}}{(1 + b'e^{-at})} \quad (4.10)$$

en donde

t es la diferencia entre el tiempo futuro y el tiempo del censo inicial

P_t es la población futura en el tiempo t

P_{sat} es la población de saturación

m y a son constantes

P_{sat} , m y a pueden determinarse a partir de tres censos de población sucesivos equidistantes en su tiempo uno del otro y las ecuaciones son

$$P_{sat} = \frac{2P_0P_1P_2 - P_1^2(P_0 + P_2)}{P_0P_2 - P_1^2} \quad (4.11)$$

$$m = \frac{P_{sat} - P_0}{P_0} \quad (4.12)$$

$$a = \frac{1}{\Delta t} \ln \frac{P_0^2(P_{sat} - P_1)}{P_1(P_{sat} - P_0)} \quad (4.13)$$

en donde:

P_0 es la población en el tiempo t_0

P_1 es la población en el tiempo t_1

P_2 es la población en el tiempo t_2

Δt : es la equidistancia entre t_0 , t_1 y t_2 .

Ejemplo 4.4

Basándose en los datos censales de la ciudad de Cuautla, Morelos, calcular la población de saturación y la población en el año 2010 por medio del método logístico

Datos censales de Cuautla, Morelos

Año	Población (millones)
1970	69,020
1980	94,101
1990	120,315

Datos

P_2 : 120,315 habitantes

P_1 : 94,101 habitantes

P_0 : 69,020 habitantes

t_2 : 1990

t_1 : 1980

t_0 : 1970

Δt : 10 años

Solución:

Utilizando la ec. (4.11) se obtiene el valor de P_{sat} de la siguiente manera

$$P_{sat} = \frac{2P_{1970}P_{1980}P_{1990} - P_{1980}^2(P_{1970} + P_{1990})}{P_{1970}P_{1990} - P_{1980}^2}$$

$$P_{sat} = \frac{2(69,020 * 94,101 * 120,315) - (94,101)^2 (69,020 + 120,315)}{(69,020 * 120,315) - (94,101)^2}$$

$$P_{sat} = 206,415$$

Calculando m y a con las ecs. (4.12) y (4.13):

$$m = \frac{206,415 - 69,020}{69,020}$$

$$m = 1.99$$

$$a = \frac{1}{10} \ln \frac{69,020(206,415 - 94,101)}{94,101(206,415 - 69,020)}$$

$$a = -.05115$$

Finalmente, los valores obtenidos se substituyen en la ec. (4.10)

$$P_{2010} = \frac{206,415}{1 + (1.99 * e^{(-.05115)(2010-1970)})}$$

4.3.5 Método de similitud de crecimiento

El método de similitud de crecimiento supone que la población en estudio crezca en el futuro como otras poblaciones similares de tamaño superior, que una o más décadas atrás hayan alcanzado la población actual de la población en estudio.

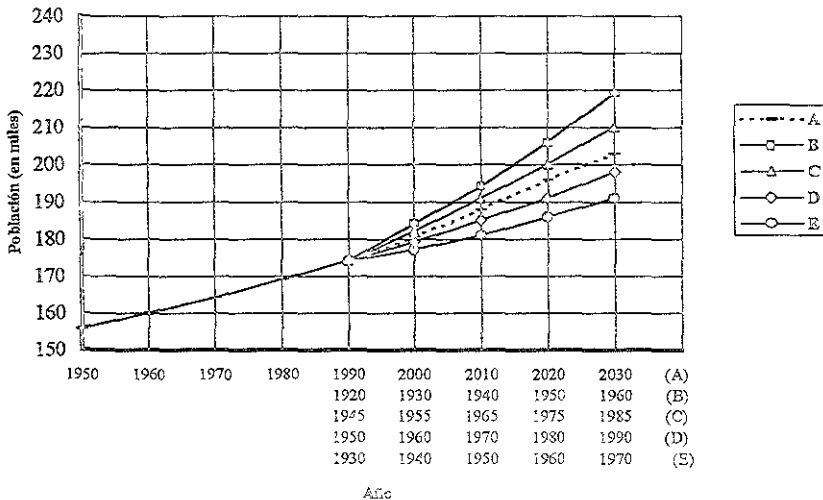
Primero se traza gráficamente la curva de crecimiento de la población en estudio, después se trazan curvas de ciudades de tamaño superior, de manera que estas coincidan con el valor de la población presente de la población en estudio y, finalmente, puede entonces prolongarse la curva inicial admitiéndose que está influida por las mismas proporciones de crecimiento de las otras ciudades.

En la medida de lo posible, las ciudades de tamaño superior deben ser semejantes en costumbres, actividades, desarrollo, clima, y situación geográfica a la población en estudio.

Ejemplo 4.5

Si la población que se está estudiando en la Figura 4.2 es la A, se ha representado su población hasta 1990, año en el que tenía 175,000. La población B era de 175,000 habitantes en 1920 y su curva se ha representado a partir de este año, y de igual manera se ha procedido con las poblaciones C, D y E a partir de los años en que tenían la misma población que A en 1990. La curva de A puede continuarse teniendo en cuenta las tasas de crecimiento de las otras poblaciones de mayor tamaño.

Figura 4.2 Método de Similitud de Crecimiento



4.3.6 Método de graspio

El método de graspio se basa en que el error de la proyección es menor cuando más es el área para la cual se intenta proyectar la población, y en que al estar entre una relación entre localidades pequeñas y localidades grandes, estas últimas absorben las variaciones de crecimiento que afectarían a la proyección de la localidad pequeña. Se desarrolla de la siguiente manera:

Se calcula la relación R_i de la población de la localidad pequeña a la grande con censos anteriores, con la siguiente expresión:

$$R_i = \frac{P_{gi}}{P_{pi}} \quad (4.14)$$

en donde

- P_{gi} : es la población de la localidad grande para el censo i
- P_{pi} : es la población de la localidad pequeña para el censo i
- R_i : es la relación del censo i .

Se extrapolan las relaciones obtenidas encontrando la relación futura R_f . Se obtiene la población futura de la localidad grande P_{fg} empleando cualquiera de los métodos anteriores de proyección de población, para finalmente aplicar la relación futura R_f y así obtener la población futura de la localidad pequeña P_{fp} .

$$P_{fp} = R_f * P_{fg} \quad (4.15)$$

en donde

- P_{fp} : es la población futura de la localidad pequeña
- P_{fg} : es la población futura de la localidad grande.
- R_f : es la relación futura

Ejemplo 4.6

Calcular la población de la ciudad de Tepic, Nayarit para un periodo de 10 años, por medio del método de graspio, dados los datos censales siguientes:

Año	Población de Tepic	Población de la República Mexicana
1980	177,007	69,390,000
1990	241,463	83,770,000

Solución:

Primero se calculan las relaciones R_i de la población de la localidad pequeña con la grande de cada uno de los censos, utilizando la ec. (4.14) como se muestra a continuación:

$$R_{1980} = \frac{P_{p1980}}{P_{g1980}}$$

$$R_{1980} = \frac{77,000}{69,390,000}$$

$$R_{1980} = 0.0025509$$

y de la misma manera para la otra relación, se obtiene

$$R_{1990} = 0.00288245$$

Al extrapolar R_{1980} y R_{1990} , se obtiene que $R_{2000} = 0.003214$

Para obtener la población futura de la localidad grande, o sea, de la población de la República Mexicana, es necesario utilizar uno de los métodos descritos anteriormente. En nuestro caso se utilizará el método aritmético

Utilizando la ec (4.1)

$$K_{g80-90} = \frac{83,770,000 - 69,390,000}{1990 - 1980}$$

$$K_{g80-90} = 1,438,000$$

La población futura de la localidad grande se estima con la ec (4.2)

$$P_{g2000} = 83,770,000 + 1,438,000(2000 - 1990)$$

$$P_{g2000} = 98,150,000 \text{ habitantes}$$

Finalmente se obtiene la población futura de la localidad pequeña, o sea, la ciudad de Tepic, empleando la ec (4.15)

$$P_{p2000} = R_{2000} * P_{g2000}$$

$$P_{p2000} = .003214 * 98,150,000$$

$$P_{p2000} = 315,454 \text{ habitantes}$$

4.3.7 Método de extensión gráfica

En el método de extensión gráfica, descrito brevemente al iniciar el capítulo, se utilizan los datos censales disponibles para que a través de un sistema coordinado (en donde las ordenadas representan los datos de población y las abscisas representan los datos de tiempo en el que se

levanto el censo respectivo), del tiempo que tiene a un lado los niveles de años anteriores, se traza una curva que representa el crecimiento de la población, y a partir de esta tendencia se prolonga el crecimiento, se continúa a ojo la curva hasta el tiempo futuro deseado, encontrando así la población futura. Es importante tener el mayor número de datos censales para conocer lo mejor posible la tendencia del crecimiento de la población.

Este método es útil ya que uno no está obligado a emplear cálculos de algún sistema matemático particular.

Ejemplo 4.7

Por medio del método de extensión gráfica, determine la población para un periodo de diseño de 10 y 20 años, o sea, la población para los años 2000 y 2010, basándose en los datos censales siguientes.

Datos censales

Año	Población (hab.)
1930	9,755
1940	13,788
1950	15,187
1960	29,990
1970	41,578
1980	60,620
1990	144,057

Solución:

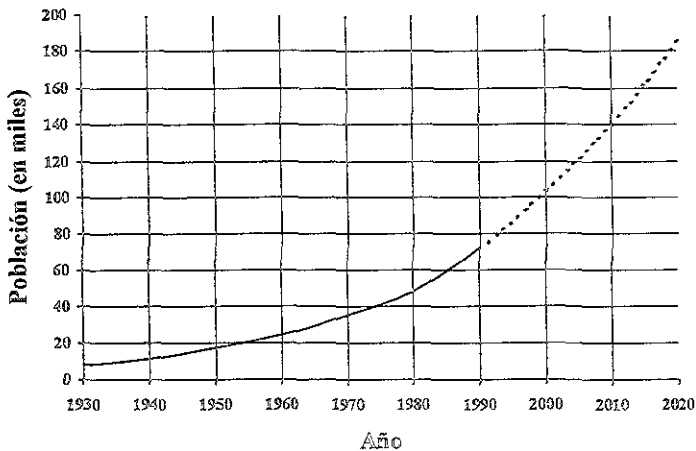


Figura 4.3 Ejemplo del método de extensión gráfica

se proyecta en los próximos años en la forma $P = mt + b$ si en el censo del año 2000 se registró 103,000 habitantes y la población para el año 2005 se registró en 110,000.

4.3.8 Método de los mínimos cuadrados

En el método de los mínimos cuadrados se determinan los valores numéricos de la pendiente m y la ordenada al origen b de la ecuación lineal $p = mt + b$ por medio de un ajuste de la curva. Esta ecuación representa la relación lineal entre las variables p y t .

El método se desarrolla por medio de las fórmulas siguientes:

$$\sum p = nb + m \sum t \quad (4.16)$$

$$\sum tp = b \sum t + m \sum t^2 \quad (4.17)$$

en donde:

t es el año.

p es la población

n es el número de censos obtenidos

m y b son constantes

Se obtienen las sumatorias y se substituyen los datos necesarios de las ec. (4.16) y (4.17), para poder así encontrar los valores de las incógnitas m y b . Finalmente, se puede calcular con el tiempo futuro deseado t_f , la población P_f , con la siguiente ecuación de la recta:

$$P_f = m t_f + b \quad (4.18)$$

Es importante tener el mayor número de censos posibles registrados para que se calcule la población futura de manera más cercana a la realidad.

Cuando los puntos de los censos encontrados están lejos de ser una línea recta, este método se puede ajustar a una curva logarítmica de la siguiente manera:

$$\log P_f = m t_f + b \quad (4.19)$$

Por medio de los datos censales y de los años en que fueron realizados se calculan de nuevo las dos constantes pero ahora con las siguientes fórmulas:

$$\sum \log p = nb + m \sum t \quad (4.20)$$

$$\sum t \log p = b \sum t + m \sum t^2 \quad (4.21)$$

donde

t es el año

p es la población

n es el número de censos obtenidos

m y b son constantes

y al igual que en el ajuste anterior, se obtienen las sumatorias y se substituyen los datos necesarios en las ec (4.20) y (4.21), para poder así encontrar los valores de las incógnitas m y b . Finalmente teniendo la ecuación $\log P_t = m t + b$ se puede calcular al tiempo futuro deseado t_f , la población futura deseada P_f .

Ejemplo 4.3

Con base en los siguientes datos censales, calcular la cantidad de habitantes que se tendrá en el año 2000 y 2010 (considerando un periodo de diseño de 10 y 20 años), por medio del método de mínimos cuadrados

Datos censales

Año	Población (hab.)
1940	10,590
1950	12,103
1960	14,566
1970	18,110
1980	23,597
1990	28,229

Solución:

Para resolver de una forma más sencilla este método, se pueden llevar acabo en una tabla los cálculos para encontrar las sumatorias de las ecs (4.16) y (4.17). De esta forma, en el Cuadro 4.2 se presentan esta serie de cálculos.

Cuadro 4.2 Operaciones del método de mínimos cuadrados

T	p	t^2	tp
1940	10,590	3,763,600	20,544,600
1950	12,103	3,802,500	23,600,850
1960	14,566	3,841,600	28,549,360
1970	18,110	3,880,900	35,676,700
1980	23,597	3,920,400	46,722,060
1990	28,229	3,960,100	56,175,710
$\Sigma t = 11,790$	$\Sigma p = 107,195$	$\Sigma t^2 = 23,169,100$	$\Sigma tp = 211,269,280$

Se sustituye en las ecs. (4.17) y (4.18)

$$107,195 = 6b + 11,790m$$

$$211,269,280 = 11,790b + 23,169,100m$$

Resolviendo el sistema de dos ecuaciones con dos incógnitas

$$m = 360.63$$

$$b = -690,774.92$$

Finalmente, se obtiene la población futura con la ecuación (4.18)

$$P_f = 360.63t_f - 690,774.92$$

$$P_{2000} = 360.63(2000) - 690,774.92$$

$$P_{2000} = 30,485 \text{ habitantes}$$

Para el año 20010.

$$P_{2010} = 360.63(2010) - 690,774.92$$

$$P_{2010} = 34091 \text{ habitantes}$$

De manera similar considerando que los datos censales encontrados están lejos de ser una línea recta, se ajusta a una curva logarítmica para encontrar las incógnitas m y b de la ec. (4.19)

Desarrollando el Cuadro 4.3 para encontrar las sumatorias de las ecs (4.20) y (4.21) se tiene:

Cuadro 4.3 Operaciones del método de mínimos cuadrados

t	$\text{Log } p$	t^2	$t \log p$
1940	4.025	3,763,600	7,809
1950	4.083	3,802,500	7,962
1960	4.163	3,841,600	8,159
1970	4.258	3,880,900	8,388
1980	4.373	3,920,400	8,659
1990	4.451	3,960,100	8,857
$\Sigma t = 11,790$	$\Sigma \log p = 25.3526$	$\Sigma t^2 = 23,169,100$	$\Sigma t \log p = 49,834$

Sustituyendo en las ecs. (4.20) y (4.21)

$$25,352 = (b) + 1,790m$$

$$49,834 = 11,790b + 23,69,100m$$

Resolviendo el sistema de dos ecuaciones con dos incógnitas

$$m = .0088385$$

$$b = -13,14225$$

Finalmente, se obtiene la población futura con la ecuación (4.19)

$$\log P_f = 0088385t_f - 13,14$$

$$P_{2000} = 10^{0088385(2000) - 13,14}$$

$$P_{1990} = 34,254 \text{ habitantes}$$

$$P_{2010} = 10^{0088385(2010) - 13,14}$$

$$P_{2010} = 41,992 \text{ habitantes}$$

4.3.9 Método de incrementos diferenciales

En este método, también llamado de la *segunda diferencia constante*, se obtiene una primera diferencia de los datos de población, los cuales tienen que ser equidistantes en su tiempo y de esa diferencia se saca una segunda. El método considera que la segunda diferencia entre cada uno de los datos de población es constante, lo que equivale a ajustar los datos a los de una parábola de segundo grado.

Por lo tanto, una vez obtenido el promedio de la segunda diferencia, se le suma al promedio de la primera para después sumárselo a la población del último censo de población, obteniendo la población en un tiempo futuro. El tiempo futuro es n años más del último censo de población, dependiendo de la equidistancia de los datos y así sucesivamente se pueden encontrar poblaciones futuras en un tiempo más lejano sumando el promedio de la segunda diferencia al promedio de la primera.

Ejemplo 4.9

Calcular la población en el año 2000 y 2010, dados los siguientes datos censales.

Datos censales

Año	Población
1930	5,688
1940	7,902
1950	10,747
1960	13,689
1970	17,312
1980	21,556
1990	26,003

Solución

En el Cuadro 4.4 se presentan los cálculos para obtener la primera y segunda diferencia de cada censo, así como la suma total y el promedio de las diferencias

Cuadro 4.4 Operaciones del método de incrementos diferenciales

Año	Población	Primera Diferencia	Segunda Diferencia
1930	5,688		
1940	7,902	$7,902 - 5,688 = 2,214$	
1950	10,747	$10,747 - 7,902 = 2,845$	$2,845 - 2,214 = 631$
1960	13,689	2,942	$2,942 - 2,845 = 97$
1970	17,312	3,623	681
1980	21,556	4,244	621
1990	26,003	4,447	203
		$\Sigma 1^{\text{ra}} \text{ Dif} = 20,315$	$\Sigma 2^{\text{da}} \text{ Dif} = 2,233$
		No. de datos = 6	No. de datos = 5
		Promedio = 3,386	Promedio = 447

En el método original, el promedio de la segunda diferencia permanece constante y se suma sucesivamente al promedio de la primera diferencia.

En el problema el promedio de la segunda diferencia es de 447 y el promedio de la primera diferencia es de 3,386, por lo que la población en el año 2000 sería de:

$$P_{2000} = (447 + 3,386) + 26,003$$

$$P_{2000} = (3,833) + 26,003$$

$$P_{2000} = 29,836 \text{ habitantes}$$

Para el año 2010 sería de:

$$P_{2010} = (447 + 447 + 3,386) + 26,003$$

$$P_{2010} = (4,47 + 3,894) + 26,003$$

$$P_{2010} = (4,280) + 26,003$$

$$P_{2010} = 30,283 \text{ habitantes}$$

Hay otra forma de utilizar este método, la cual se apega más a la realidad y consiste en obtener el promedio de la segunda diferencia y sumárselo a la último de los resultados de la primera diferencia, para después sumárselo a la población del último censo de población, obteniendo la población en un tiempo futuro

De esta forma, el promedio de la segunda diferencia es de 447, el último resultado de la primera diferencia es de 4,447 y la población del último censo de población es de 26,003, por lo que

$$P_{2000} = (447 + 4,447) + 26,003$$

$$P_{2000} = (4,894) + 26,003$$

$$P_{2000} = 30,897 \text{ habitantes}$$

Para el año 2010 sería de

$$P_{2010} = (447 + 447 + 4,447) + 26,003$$

$$P_{2010} = (447 + 4,894) + 26,003$$

$$P_{2010} = (5,341) + 26,003$$

$$P_{2010} = 31,344 \text{ habitantes}$$

4.3.10 Modelo de la parábola cúbica

En este modelo es necesario disponer de por los menos cuatro datos correspondientes a la población en estudio. El método estima que la curva de crecimiento de la población se acerca a la de una parábola cúbica. En la parábola cúbica se considera que x son los años y y es del tipo:

$$P = a + bx + cx^2 + dx^3 \quad (4.22)$$

En el método se considera al primer dato censal como el año $x = 0$, al segundo dato censal como el año $x = 1$ y así respectivamente con los demás.

Para encontrar las incógnitas a, b, c y d de la ec. (4.22), primero se sustituye el valor de y en el censo de población con $x = 0$ en la ec. (4.22) para obtener el valor de la incógnita a . Después se sustituyen los otros valores de población con sus respectivas x en la ec. (4.22) para obtener 3 ecuaciones con 3 incógnitas. Al resolver el sistema se encuentran los valores de b, c y d .

Una vez obtenidos los valores de a, b, c y d se sustituyen en la ec. (4.22), con lo que se obtiene la ecuación de la parábola cúbica.

Para encontrar la población descada se sustituye el año descado en la x , teniendo en cuenta que se consideró en el inicio del modelo al primer dato censal como el año $x = 0$, al segundo dato censal como el año $x = 1$ y así respectivamente con los demás.

Ejemplo 4.10

Dados los siguientes datos censales, calcular la población para un periodo de 10 y 20 años, por medio del modelo de la parábola cúbica.

Datos censales

Año	Población (hab.)
1960	17,043
1970	23,889
1980	32,741
1990	45,956

Solución

Considerando al primer dato censal como el año $x = 0$ y así sucesivamente, se tiene.

Año	Población (hab.)	x
1960	17,043	0
1970	23,889	1
1980	32,741	2
1990	45,956	3

Sustituyendo cada uno de los años x con sus respectivas poblaciones en la ec. (4.22)

con $x = 0$

$$17,043 = a + b(0) + c(0)^2 + d(0)^3$$

obteniendo que $a = 17,043$

con $x = 1$

$$23,889 = a + b(1) + c(1)^2 + d(1)^3$$

con $x = 2$

$$32,741 = a + b(2) + c(2)^2 + d(2)^3$$

con $x = 3$

$$45,956 = a + b(3) + c(3)^2 + d(3)^3$$

con lo que se obtiene un sistema de 3 ecuaciones con 3 incógnitas

$$b + c + d = 6,846$$

$$2b + 4c + 8d = 15,698$$

$$3b + 9c + 27d = 28,913$$

Al resolver el sistema los valores de b, c y d son:

$$b = 6,628.667$$

$$c = -175.5$$

$$d = 392.833$$

Sustituyendo las variables en la ec (4.22)

$$P = 17,043 + 6,628.667x - 175.5x^2 + 392.833x^3$$

Para obtener la población del año 2000, o sea, para el periodo de 10 años, se toma el valor de $x = 4$ y de la misma manera para obtener la población del año 2010 (periodo de 20 años) se debe tomar el valor de $x = 5$

$$P_{2000} = 17,043 + 6,628.667(4) - 175.5(4)^2 + 392.833(4)^3$$

$$P_{2000} = 65,891 \text{ habitantes}$$

y para el año 2010

$$P_{2010} = 17,043 + 6,628.667(5) - 175.5(5)^2 + 392.833(5)^3$$

$$P_{2010} = 94,903 \text{ habitantes}$$

El Cuadro 4.5 resume la exposición de los métodos de proyección de población tradicionalmente usados en proyectos de obras de ingeniería civil

Cuadro 4.5 Métodos de Proyección de Población

MÉTODO	DESCRIPCION	FORMULA
Aritmético	Se basa en suponer que la población crece en forma constante representada gráficamente por una línea recta	$K = \frac{P_2 - P_1}{t_2 - t_1} \quad (4.1)$ $P_t = P_0 + K(t_f - t_0) \quad (4.2)$
Geométrico	Se basa en suponer que la tasa de crecimiento es proporcional a la población en cada instante de tiempo	$K' = \frac{\ln P_2 - \ln P_1}{t_2 - t_1} \quad (4.3)$ $P_t = P_0 e^{K'(t_f - t_0)} \quad (4.5)$
Interés compuesto	Es un método análogo al método geométrico	$P_t = P_0 (1+i)^T \quad (4.6)$ $i = \sqrt[T]{\frac{P_2}{P_1}} - 1 \quad (4.7)$
Geométrico decreciente	Se basa en suponer una disminución en el crecimiento de la población con respecto al tiempo, debido a que tiende a un valor máximo llamado "de saturación"	$K'' = -\frac{1}{(t_2 - t_1)} \ln \frac{P_{sat} - P_2}{P_{sat} - P_1} \quad (4.8)$ $P = P_0 + (P_{sat} - P_0)(1 - e^{-K''(t - t_0)}) \quad (4.9)$

METODO	DESCRIPCION	FORMULA	
Logístico	Se basa en suponer inicialmente un crecimiento creciente, donde al llegar a un punto de inflexión el crecimiento se invierte siendo decreciente hasta alcanzar el valor de saturación.	$P_f = \frac{P_{sat}}{(1 + me^{at})}$	(4 10)
		$P_{sat} = \frac{2P_0P_1P_2 - P_1^2(P_0 + P_2)}{P_0P_2 - P_1^2}$	(4 11)
		$m = \frac{P_{sat} - P_0}{P_0}$	(4 12)
		$a = \frac{1}{\Delta t} \ln \frac{P_0(P_{sat} - P_1)}{P_1(P_{sat} - P_0)}$	(4 13)
De Similitud de Crecimiento	Se basa en suponer que la población crecerá en el futuro como otras poblaciones similares de tamaño superior, que una o más décadas atrás habían alcanzado la población actual de la población en estudio. Se prolonga la curva inicial, admitiendo que esta influida por las mismas proporciones de crecimiento de las otras ciudades		
De graspio	Se basa en suponer que el error en la proyección es menor cuanto mayor es el área para la cual se intenta proyectar la población, estableciendo una relación entre localidades pequeñas y grandes	$R_i = \frac{P_{pi}}{P_{gi}}$	(4 14)

METODO	DESCRIPCION	FORMULA	
		$P_{fp} = R_f \wedge P_{fx}$	(4 15)
De Extensión Gráfica	Se basa en suponer que los puntos censales $p-t$ son representados por una línea curva, y a partir de esta tendencia pasada de crecimiento, se puede continuar a ojo la curva hasta el tiempo deseado en el futuro, encontrando así la población futura.		
De Mínimos Cuadrados	Se basa en suponer una relación lineal entre las variables $p-t$, donde se ajusta la curva, determinándose los valores numéricos de la pendiente y la ordenada al origen	$\sum p = nb + m \sum t$	(4 16)
		$\sum tp = b \sum t + m \sum t^2$	(4 17)
		$P_f = m t_f + b$	(4 18)
	Cuando los puntos de los censos encontrados están lejos de ser una línea recta, se puede ajustar la curva por medio de logaritmos	$\sum \log p = nb + m \sum t$	(4 20)
	$\sum t \log p = b \sum t + m \sum t^2$	(4 21)	
	$\log P_f = m t_f + b$	(4 19)	
Incrementos diferenciales	Son necesarios datos equidistantes, el método considera que la segunda diferencia entre los datos de población es constante lo que equivale a ajustar los datos a los de una parábola de segundo grado.		

METODO	DESCRIPCION	FORMULA	
Parábola cúbica	En el modelo de la parábola cúbica es necesario tener por los menos cuatro datos sobre la población en estudio. El método estima que la curva de crecimiento de la población se acerca a la de una parábola cúbica.	$P = a + bx + cx^2 + dx^3$	(4.22)

MÉTODO BASADO EN EL ANÁLISIS DE PERÍODOS DE LA POBLACIÓN

El método para efectuar proyecciones de población descrito en este capítulo, denominado de las componentes, está basado en el uso de tablas de vida, y consiste en calcular el número de personas de cada generación de una población determinada que sobrevivirán durante sucesivos periodos futuros.

Si la estructura de edad para una población se combina con datos de una edad específica de tasas de nacimiento y muerte, es posible hacer proyecciones reales del tamaño de la población futura y su composición.

Una proyección demográfica mediante grupos clasificados por sexo y edad consiste principalmente en multiplicar las diferentes generaciones que viven en un momento determinado por unas relaciones adecuadas de sobrevivencia. Es frecuente que estas relaciones se determinen específicamente para una determinada proyección de la población, pero el procedimiento resulta mucho más sencillo cuando se usa un sistema de modelos de tablas de vida.

Para estimar la población por sexo y 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, suponiendo que estos permanecerán constantes a través del periodo de proyección.

No hace mucho tiempo, los cálculos requeridos para desarrollar estos escenarios eran tediosos y dejados a los mejores profesionales demógrafos. Pero ahora, con el uso de un simple programa de hoja de cálculo en la computadora, es posible calcular la población con relativa facilidad.

Una ventaja importante de este tipo de proyecciones es que considera los cambios con respecto a los ritmos de crecimiento y permite calcular la cantidad de personas esperada por grupos de edad y sexo, a diferencia de los métodos expuestos en el Capítulo 4, que sólo estiman el volumen total de la población.

El punto de inicio en una proyección de población es la estructura de edad actual combinada con datos de mortalidad obtenidos de las tablas de vida. A continuación se describen los principios que rigen el método de las componentes, explicando las tablas de vida y la manera en que se proyectan los diferentes grupos de edad.

5.1. TABLA DE VIDA

5.1.1. Conceptos básicos

La *tabla de vida* es principalmente un producto de la actividad actuarial. Es comúnmente utilizado por las compañías aseguradoras para predecir el número promedio de años de vida

testantes en las personas, como una función de su edad. Gracias a los estudios de este tipo, la estadística ha hecho posible el estudio de la edad de los individuos desde un punto de vista puramente estadístico, haciendo de las tablas de vida una herramienta analítica importante para los demógrafos, epidemiólogos, ingenieros, biólogos, médicos e investigadores de otros campos, para determinar por ejemplo las primas de seguros de vida, el valor de las pensiones, la ganancia en la esperanza de vida de la gente, y disminución de la probabilidad de muerte debido a las mejoras en fármacos y técnicas quirúrgicas.

La tabla de vida es un medio que permite presentar información sobre el volumen de población y muertes en algún período de tiempo pasado, edad por edad, de manera que se pueda obtener en forma conveniente las probabilidades de mortalidad y sobrevivencia futuras.

El punto de partida para calcular los valores de una tabla de vida suele ser la estimación de las tasas de mortalidad para los distintos grupos de edad. De estas tasas se derivan otras funciones y, de las últimas, las relaciones de sobrevivencia, que expresan el porcentaje de personas que entre las que sobreviven en una edad determinada seguirán viviendo y llegarán al nivel de vida inmediatamente superior.

La tabla de vida incluye una serie de funciones colocadas en columnas, donde casi todas pueden ser calculadas por cualquiera de las otras.

Las variables de las funciones que se van a considerar para cada columna son

1. ${}_n m_x$, es la tasa de mortalidad para las personas de una edad determinada.
2. ${}_n q_x$, que es la probabilidad de morir dentro de un intervalo de edad determinado.
3. ${}_n p_x$ la probabilidad de sobrevivir durante ese intervalo de edad.
4. ${}_n l_x$, el número de sobrevivientes que alcanzan una edad determinada partiendo de un supuesto número inicial de nacimientos.
5. ${}_n d_x$, el número de fallecimientos en un intervalo de edad determinado.
6. ${}_n L_x$, el número de años vivido colectivamente por los sobrevivientes que quedan dentro del intervalo de edad determinado.
7. p_x la probabilidad de sobrevivencia entre un intervalo de edad y el siguiente.

En todos estos símbolos, el sufijo «x» indica edad. Como estamos refiriéndonos a tablas de vida abreviadas clasificadas por grupos quinquenales de edad, ese sufijo indica el límite inferior de un grupo de edades o el grupo entero, según el carácter de la función.

El sufijo «n» se refiere a la amplitud del grupo de edad. Así, en el caso de un grupo quinquenal n sería 5, mientras que en un grupo de un solo año sería igual a la unidad.

5.1.2. Construcción de la tabla de vida

Cuando se construye una tabla de vida es común que las funciones se representen en las columnas y los grupos de edad en los renglones. Para ejemplificar mejor esto, en el Cuadro 5.1 se presenta el esquema de una tabla de vida.

Cuadro 5.1 ESQUEMA DE UNA TABLA DE VIDA

n	Edad (x)	${}_nK_x$	${}_nD_x$	${}_nm_x$	${}_nq_x$	l_x	${}_nd_x$	${}_nL_x$
5	0-4							
5	5-9							
5	10-14							
:	:							
:	:							
5	85+							

A continuación se explicará la función para cada columna y su forma de cálculo:

La primera columna, n, indica la amplitud del grupo de edad

La segunda columna, x, indican los grupos de edad de cada intervalo a que se aplican las funciones. Cada intervalo de edad en esta columna es definido por dos valores de edad perfectamente indicados excepto para el intervalo de edad final, donde es abierto (85 y las siguientes). Se pueden encontrar tablas de vida por grupos de edad de cada año de vida, pero es preferible construir tablas de vida donde los grupos de edad sean de 5 años. Esto es tal vez porque los datos usados no son suficientemente confiables para una tabla de vida completa o porque una representación más concisa es preferible. En realidad, para la proyección de la población las tablas de vida por grupos quinquenales son más comunes e igual de confiables que las completas.

La tercera columna, ${}_nK_x$, representa la población existente para un determinado grupo de edad en un tiempo específico. Este dato es obtenido de los censos de población, encuestas demográficas, entrevistas o alguna otra forma descrita en el Capítulo 2.

La cuarta columna, ${}_nD_x$, representa el promedio anual de defunciones en cada grupo de edad. Este dato es obtenido de las estadísticas vitales, censos, encuestas o alguna otra forma descrita en el Capítulo 2.

La quinta columna, ${}_nm_x$, representa la tasa de mortalidad. Las tasas de mortalidad por grupos de edades se obtienen dividiendo el promedio anual de defunciones ${}_nD_x$ en cada grupo de edad por el número de personas ${}_nK_x$ (población) de cada grupo, con esto se obtiene la primera función de la tabla de vida, es decir, las tasas de mortalidad por grupos de edad, siendo su fórmula.

$$m = \frac{d}{K} \quad (5.1)$$

Esta función disminuye con gran rapidez desde el nacimiento hasta llegar al mínimo al aproximarse a los 10 años, después aumenta de nuevo con la edad, gradualmente al principio y con un ritmo más acelerado luego

La sexta columna, ${}_nq_x$, representa la probabilidad de defunción entre la edad exacta x y $x+n$, es decir, expresa la probabilidad de que un individuo que va a pasar a un determinado grupo de edad fallezca antes de llegar a la edad superior de ese grupo

Se puede considerar que los valores ${}_nq_x$ tienen el carácter de tasas de defunción, aunque con un sentido diferente del de las tasas de mortalidad expresadas por el símbolo ${}_nm_x$. Mientras ${}_nm_x$ se refiere al número de defunciones de personas que viven dentro de cada grupo de edad, ${}_nq_x$ se refiere al mismo número de defunciones de personas que, en el curso de un año determinado, pasan a ese grupo de edad, es decir, ${}_nq_x$ se refiere al número de individuos que pasan anualmente a cada uno de esos grupos. Los valores de ${}_nm_x$ y ${}_nq_x$ son generalmente muy similares, se presenta ${}_nq_x$ ligeramente menor que ${}_nm_x$ en poblaciones en crecimiento y ${}_nq_x$ mayor que ${}_nm_x$ en poblaciones en decrecimiento.

En el caso de un grupo quinquenal, el valor de ${}_nq_x$ es casi cinco veces mayor que el de ${}_nm_x$, porque el número de personas que viven dentro del grupo es casi cinco veces mayor que el de personas que pasan a él durante un año cualquiera. Para el grupo final de edad de 85 en adelante tiene que ser tratado en una forma diferente, porque todas las personas vivas en el inicio del intervalo morirán antes del final de este, simplemente no tiene fin. Por lo tanto el valor de ${}_nq_x$ en el último intervalo de edad es 1

La ecuación utilizada para encontrar el valor de ${}_nq_x$, es:

$${}_nq_x = \frac{(n)({}_nm_x)}{1 + (n - {}na_x)({}_nm_x)} \quad (5.2)$$

donde ${}na_x$ es el número promedio de años vividos en el intervalo x al $x+n$ por aquellos que mueren en este intervalo. Este valor en la tabla de vida no es calculado de otras tablas de vida pero tampoco es calculado de bases de datos, es más frecuente suponerlo. Una forma sencilla de suponer ${}na_x$ es tomando ${}na_x = n/2$, para obtener un valor muy aceptable de ${}_nq_x$.

La séptima columna, l_x , representa el número de sobrevivientes a la edad exacta x , pero en este caso el sufijo «x» se refiere al límite inferior de cada grupo de edad. Es diferente de las funciones que hemos discutido hasta ahora, en ésta se refiere a una edad exacta y no a un intervalo de edad. El primer número en esta columna l_0 , es un número arbitrario llamado "radix", mientras que los números sucesivos representan el número de sobrevivientes a la edad exacta x de un grupo con tamaño l_0 . Así, las cantidades en esta columna tienen significado solamente en conjunción con el radix l_0 y no describen ninguna población observada.

Usualmente l_0 es un número redondo como 1, 1000 o 100,000. En la mayoría de las tablas de vida, las cifras se refieren a 100,000 nacimientos y la función l_x indica cuántas personas de l_0 de esas 100,000 llegan a cada una de las edades.

Para obtener el número de sobrevivientes l_x que alcanzan una edad, es necesario encontrar primero p_x , que es la probabilidad de sobrevivir entre las edades x y $x+1$. Esto es solo un complemento de las probabilidades de mortalidad dentro de un intervalo de edad determinado. La ecuación utilizada para encontrar el valor de p_x es

$$p_x = 1 - q_x \quad (5.3)$$

En particular, la probabilidad de sobrevivir por un año para un niño recién nacido es p_0 , la probabilidad de sobrevivir los dos primeros años de vida para un niño recién nacido es p_0p_1 , de sobrevivir los primeros x años de vida es $p_x = p_0p_1 \dots p_{x-1}$.

Para calcular l_x , primero se tiene que escoger el valor del radix l_0 , para así calcular los demás valores de la columna usando la fórmula:

$$l_x = (l_0)(p_0)(p_1) \dots (p_{x-1}) \quad (5.4)$$

$$l_x = (l_0)(1-q_0)(1-q_1) \dots (1-q_{x-1}) \quad (5.5)$$

La octava columna, ${}_n d_x$, representa el número de fallecimientos en un intervalo de edad determinado, los valores en esta columna resultan del producto de l_x y q_x y también depende del radix. Su fórmula es la siguiente:

$${}_n d_x = (l_x)(nq_x) \quad (5.6)$$

La novena columna, ${}_n L_x$, representa el número de años vividos por persona entre las edades exactas x y $x+n$. Por ejemplo, para una generación compuesta por 100,000 personas en el momento del nacimiento, si no hubiera defunciones hasta los cinco años, los 100,000 niños vivirían colectivamente 500,000 años hasta llegar a esa edad. Los estragos de la mortalidad se reflejan en la disminución del valor de la función ${}_n L_x$ desde un intervalo de edad hasta el siguiente.

La conversión de l_x en ${}_n L_x$ exige unos cuantos procedimientos aritméticos muy sencillos. Hay un procedimiento que puede aplicarse a todos los grupos de edad desde 5 a 9 años hasta 80 a 84. Para calcular los dos valores extremos, es decir, L_{0-4} y L_{85+} se sigue un procedimiento especial.

Para los grupos desde 5 a 9 años hasta 80 a 84 basta con aplicar la siguiente fórmula:

$${}_n L_x = \left(\frac{n}{2}\right)(l_x + l_{x+n}) + \left(\frac{n}{24}\right)(d_{x+n} - d_{x-n}) \quad (5.7)$$

Debido a que la distribución de las defunciones en los primeros cinco años y después de los ochenta y cinco años de vida es muy irregular, para calcular estos valores extremos se utiliza la

siguiente expresión

$$nL_x = \frac{dL_x}{dm_x} \quad (5.8)$$

Un ejemplo representativo de la obtención de las columnas de la tabla de vida mencionadas anteriormente, está basado en datos del INEGI de la población mexicana de 1995. En el Cuadro 5.2 se representa la tabla de vida para la población de los Estados Unidos Mexicanos en 1995.

Cuadro 5.2 TABLA DE VIDA DE LA POBLACIÓN TOTAL DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS, 1995

n	Edad (x)	${}_nK_x$	${}_nD_x$	${}_nm_x$	${}_nq_x$	l_x	${}_nd_x$	${}_nL_x$
5	0-4	10724100	58831	0.005486	0.027058	100000	2706	493235
5	5-9	10867563	4150	0.000382	0.001908	97294	186	485483
5	10-14	10670048	4165	0.000390	0.001950	97109	189	485117
5	15-19	10142071	8632	0.000851	0.004247	96919	412	483658
5	20-24	9397424	12225	0.001301	0.006483	96508	626	481050
5	25-29	7613090	12408	0.001630	0.008116	95882	778	477529
5	30-34	6564605	13010	0.001982	0.009860	95104	938	473256
5	35-39	5820178	14516	0.002494	0.012393	94166	1167	468041
5	40-44	4434317	14960	0.003374	0.016727	92999	1556	461303
5	45-49	3612452	16879	0.004672	0.023093	91443	2112	452237
5	50-54	2896049	19724	0.006811	0.033483	89332	2991	439667
5	55-59	2231897	23585	0.010567	0.051476	86341	4444	421178
5	60-64	1941953	28535	0.014694	0.070867	81896	5804	395727
5	65-69	1425809	31937	0.022399	0.106057	76092	8070	361240
5	70-74	1079803	35671	0.033035	0.152573	68022	10378	315119
5	75-79	666196	32836	0.049289	0.219408	57644	12648	257626
5	80-84	434120	35572	0.081940	0.340044	44996	15301	190282
5	85+	421762	62642	0.148525	1.000000	29696	29696	199938
	TOTAL	90943437	430278					

Fuente. Calculada por los autores.

5.2. CÁLCULO DE LA PROBABILIDAD DE VIDA

El punto de inicio en una proyección de población es la estructura de edad de una comunidad, con datos de mortalidad obtenidos en las tablas de vida.

Con base en el número de años vividos por persona entre las edades exactas x y $x+5$, (I_{x+5}), que se encuentra en la novena columna de la tabla de vida, se puede obtener P_x , que representa la probabilidad de que alguien de edad x a $x+4$ viva 5 años más, es decir, el porcentaje de personas, entre las que viven en los grupos de edad indicados en la población, que sobreviven hasta alcanzar cinco años más.

Para encontrar las relaciones de sobrevivencia (P_x) basándose en el número de sobrevivientes de los grupos de edad (L_x), basta con dividir los pares sucesivos de valores de L_x de la siguiente manera:

$$P_x = \frac{L_{x+5}}{L_x} \quad (5.9)$$

Así, dividiendo del Cuadro 5.2 L_{5-9} (que en nuestro ejemplo es 485483) por L_{0-4} (es decir, 493235), obtenemos 0.98428, que es el valor de P_{0-4} buscado. En otras palabras, de cada 1000 personas vivas de 0 a 4 años, se espera que 984.3 seguirán con vida cinco años después, cuando tengan de 5 a 9 años.

Si suponemos que la tasa de mortalidad por edad que utilizamos para obtener la tabla de vida permanece constante, podemos usar la tabla para hacer proyecciones de población futura en todos los intervalos de 5 años de edad excepto en la categoría de edad de 0-4. La categoría de edad de 0-4 que será discutida más adelante dependerá de los datos de la fertilidad.

Si $K_x(t)$ es el número de personas que están en la categoría x a $x+4$ en el año t y $K_{x+5}(t+5)$ es el número de personas en el siguiente intervalo de edad a 5 años desde el año t , entonces

$$K_{x+5}(t+5) = K_x(t) \frac{L_{x+5}}{L_x}, \quad x = 0, 5, 10, \dots, w-5 \quad (5.10)$$

siendo w la máxima edad posible (85) tomada como múltiplo de 5.

Esto es, a 5 años desde el año t , el número de personas en el siguiente intervalo de 5 años de edad será igual al número de personas en el intervalo actual por la probabilidad de sobrevivir 5 años más. El desarrollo es repetido para cada grupo de edad para obtener la población proyectada a $t+5$ años, excepto para el intervalo de 0-4, como ya se dijo.

Evidentemente, la misma operación consistente en multiplicar por una proporción esperada de sobrevivientes dará, basada en las mismas suposiciones, el número esperado de sobrevivientes 10 años después del año de partida t .

$$K_{x+10}(t+10) = K_x(t) \frac{L_{x+10}}{L_x} \quad (5.11)$$

Cuadro 5.3 PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN DE 1995 DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS

Edad (x)	n_{0-x}	P_x	$K_x(t)$	$K_x(t+5)$
0-4	493235	0.98428	10724100	$K_0(2000)$
5-9	485483	0.99925	10867563	10555536
10-14	485117	0.99699	10670048	10859370
15-19	483658	0.99461	10142071	10637970
20-24	481050	0.99268	9397424	10087389
25-29	477529	0.99105	7613090	9328639
30-34	473256	0.98898	6564605	7544953
35-39	468041	0.98560	5820178	6492278
40-44	461303	0.98035	4434317	5736383
45-49	452237	0.97220	3612452	4347170
50-54	439667	0.95795	2896049	3512044
55-59	421178	0.93957	2231897	2774263
60-64	395727	0.91285	1941953	2097027
65-69	361240	0.87233	1425809	1772715
70-74	315119	0.81755	1079803	1243771
75-79	257626	0.73860	666196	882795
80-84	190282	1.05075	434120	492050
85+	199938	0.00000	421762	456149
	TOTAL		90943437	$K_0(2000)+88820502$

Por ejemplo, en México en 1995, había 10.7 millones de personas en el intervalo de edad de 0-4 años; esto es, $K_0(1995) = 10.7$ millones. Esperaríamos que en 1995 el número de personas vivas en el intervalo de edad de 5-9 años sería:

$$K_5(2000) = K_0(1995)(L_5/L_0) \quad (5.12)$$

$$K_5(1995) = (10.7 \times 10^6)(0.98428) = 10.5 \text{ millones}$$

Vamos a considerar lo hasta aquí expuesto y aplicarlo a la estructura de edad de México en 1995, para predecir la estructura de edad en el 2000. Esto envuelve la aplicación anterior para todas las estructuras, dándonos una completa distribución de la población en el 2000 excepto para el intervalo de edad de 0-4. Los resultados son presentados en el Cuadro 5.3.

Estas relaciones nos permiten proyectar la población que ya se encuentra con vida en el momento inicial t , proporcionándonos la población mayor a 5 años en el momento $t+5$ y sucesivamente. Ahora bien, solo falta agregar las generaciones que se van incluyendo conforme avanza el horizonte de proyección, es decir, quienes nacerán en el futuro. Las estadísticas de fecundidad generalmente están referidas a las madres y por esa razón es que el volumen de nacimientos se determina a partir de las mujeres en edad fértil.

Si F_x es la tasa de fecundidad por edad, es decir, el promedio de hijos nacidos vivos por mujer, que se obtiene dividiendo la cantidad de nacimientos en las madres que tenían de x a $x+4$ años de edad (N_x) entre la cantidad promedio de mujeres en el mismo grupo de edad durante el período de observación (M_x), esto es:

$$F_x = \frac{N_x}{M_x} \quad (5.13)$$

Dado que las mujeres están en riesgo de procrear durante el período x a $x+4$, un buen estimador de la exposición total es la población a mitad del período de observación, la cual es la media aritmética de la población inicial y final de edades x a $x+4$, obteniendo:

$$\frac{K_x^f(t) + K_x^f(t+5)}{2} \quad (5.14)$$

donde el superíndice f indica la población femenina

El número de nacimientos ocurridos $G_x(t)$ durante el período x a $x+4$ se obtiene multiplicando la tasa de fecundidad por edad F_x por la media aritmética de la población inicial y final de edades x a $x+4$, y ya que este número está expuesto durante 5 años, multiplicamos también por 5. El número de nacimientos ocurridos en el período x a $x+4$ sería:

$$G_x(t) = \frac{5}{2} (F_x) (K_x^f(t) + K_x^f(t+5)) \quad (5.15)$$

Si este número de nacimientos se suma con todos los nacimientos de las mujeres de todas las edades que están expuestas a procrear y ordenando convenientemente obtenemos:

$$G(t) = \frac{5}{2} \sum_{\alpha=5}^{\beta-5} (F_x) (K_x^f(t) + K_x^f(t+5)) \quad (5.16)$$

donde α y β son las edades que indican el inicio y el final del período fértil, respectivamente. Es común adoptar 10 y 45 años como las edades límite del intervalo de reproducción.

$G(t)$ se puede interpretar como una razonable aproximación al número esperado de nacimientos de las mujeres de todas las edades que están expuestas a procrear en un período de 5 años.

Para nuestro ejemplo, si tomamos el intervalo en edad de edad de 10-14 años, se registraron 11,756 nacimientos en mujeres de 10-14 años y la cantidad de mujeres de 10-14 años en 1995 fue de 5,265,787 por lo que resulta una tasa de fecundidad por edad de

$$F_{20} = \frac{11756}{5265787} = 0.002$$

y de esta manera se calculan las otras tasas de fecundidad como se muestra en la Cuadro 5.4

Ya obtenidas éstas, se suman para obtener la cantidad de nacimientos ocurridos durante el período x a $x+4$, obteniendo el valor de $G(t) = 13,800,170$ como se muestra en la Cuadro 5.4

Cuadro 5.4 NÚMERO ESPERADO DE NACIMIENTOS EN LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS PARA EL AÑO 2000

Edad (x)	$N_x(t)$	$M_x(t)$	$F_x(t)$	$G_x(t)$
10-14	11756	5265787	0.002	1108285
15-19	420861	5119828	0.082	3240330
20-24	835139	4858738	0.172	4125607
25-29	669246	3960095	0.169	2847992
30-34	408581	3412143	0.120	1574777
35-39	197806	3015882	0.066	694177
40-44	60757	2261276	0.027	183030
45-49	10388	1848947	0.006	25970
			TOTAL	13800170

Una vez calculada $G(t)$, la proyección requiere la población sobreviviente esperada al final del intervalo, para la cual hay que multiplicar $G(t)$ por un factor de sobrevivencia

El factor de sobrevivencia para el intervalo de edad de 0-4 años será:

$$\frac{{}_5L_0}{5(l_0)} \quad (5.17)$$

donde l_0 es el radix de la tabla de vida

Finalmente sólo se tiene que multiplicar $G(t)$ por la proporción de sobrevivientes, obtenemos el número de personas del intervalo de edad de 0-4, esto es:

$$K_0(t+5) = G(t) \frac{{}_5L_0}{5(l_0)} \quad (5.18)$$

que era el término que faltaba agregar en nuestro nuevo horizonte de proyección.

Aplicando en la población de los Estados Unidos Mexicanos en 1995 se tiene:

$$K_0(2000) = 13800170 \left(\frac{493235}{5 \cdot 100000} \right)$$

$$K_0(2000) = 13613453$$

Con estos 13,613,453 sumados en el Cuadro 5.3, la población total en los Estados Unidos Mexicanos en el 2000 sería de 102,433,955 habitantes

APLICACIÓN Y COMPARACIÓN DE LOS DIFERENTES MODELOS DE PROYECCIÓN DE POBLACIÓN

La Ingeniería, es una actividad encauzada hacia la solución de problemas que aquejan al individuo. La Ingeniería Civil es una profesión que cumple un papel vital en el desarrollo social y económico de México, y ha sido desarrollada con el esfuerzo de una gran cantidad de destacados profesionales a través de más de seis décadas. De esta manera ha logrado evolucionar, convirtiendo a un país, donde las obras se realizaban con tecnología e ingenieros extranjeros, en una nación autosuficiente en ingenieros civiles.

El futuro desarrollo de nuestro país enfrentará varios retos de tipo socioeconómico que requerirá de profesionales capaces de enfrentarlos. El ingeniero civil debe poder aplicar sus conocimientos en la realización de obras de infraestructura, en las etapas de estudio, planeación, organización, diseño, construcción, operación y mantenimiento.

Ya se ha mencionado la importancia que representa en la etapa de la planeación una proyección de población hecha de manera adecuada. Para poder aplicar los diferentes métodos de proyección de población se requiere la información del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) y del Consejo Nacional de Población (CONAPO).

En México, el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) es la institución responsable de proveer a la sociedad de la mayor parte de la información estadística producida en el país, aportando así lo básico para sustentar el conocimiento de los diferentes aspectos que lo caracterizan, además, su utilización es indispensable en la realización de diagnósticos, como respaldo de estudios e investigaciones, en la formulación, instrumentación y control de planes y programas, así como en los procesos de evaluación de resultados.

El INEGI produce información estadística mediante los programas Censos Nacionales (población, económicos y agropecuario) y Encuestas (en hogares y en establecimientos), cuyos resultados se ofrecen a los usuarios a través de publicaciones y medios magnéticos.

Otro de los programas desarrollados por la INEGI, es el de Integración de Estadísticas, programa orientado a conjuntar, en un solo producto, estadísticas seleccionadas producidas por el Instituto y por instituciones de los sectores público, privado y social, a fin de facilitar a los usuarios el acceso a un significativo volumen de información sobre un sector o actividad económica, o bien, cubriendo una amplia gama de temas, pero referidos a una unidad geográfica determinada (el país, una entidad federativa, un municipio o una localidad).

En este Capítulo se presentan los resultados obtenidos de proyectar la población con los diferentes métodos convencionales utilizados en la Ingeniería Civil y el método de las componentes demográficas, para poder así compararlos con los que el Consejo Nacional de Población nos proporciona.

Los valores necesarios para generar los resultados de las proyecciones de población son obtenidos de las Estadísticas Demográficas de cada estado de la República Mexicana y son presentados en una tabla en donde aparece:

- Los valores proyectados para el 2000, 2005 y 2010 para cada uno de los métodos
- Los valores proyectados por el CONAPO
- Porcentaje de variación de cada uno de los métodos con respecto al valor proyectado por el CONAPO

6.1. PROYECCIÓN DE POBLACIÓN

A continuación se muestran las proyecciones de población para los estados de la República Mexicana por los métodos ya mencionados en los capítulos anteriores. Al final de cada cuadro se muestran los valores obtenidos en proyecciones por el Consejo Nacional de Población (CONAPO), con la finalidad de ver que aproximación tienen los métodos. También se muestran columnas con el porcentaje de variación (% Var) de cada uno de los métodos con respecto a los datos proporcionados por el CONAPO para ver que tanto se aproximan los valores proyectados.

6.1.1. Agrascalientes

MÉTODOS	Población 2000	% Var	Población 2005	% Var	Población 2010	% Var
Aritmético	919,879	95%	1,019,989	95%	1,120,099	95%
Geométrico	997,055	103%	1,173,586	109%	1,381,374	117%
De Interés Compuesto	997,055	103%	1,173,586	109%	1,381,374	117%
Geométrico Decreciente	863,601	89%	919,602	85%	967,085	82%
Logístico	899,590	93%	972,966	90%	1,033,701	88%
De Similitud de Crecimiento	985,000	102%	1,155,000	107%	1,390,000	118%
De Gaspro	951,662	98%	1,079,582	100%	1,215,447	103%
De Extensión Gráfica	935,000	97%	1,015,000	94%	1,105,000	94%
De Mínimos Cuadrados	704,158	73%	751,048	70%	797,938	68%
De Mínimos Cuadrados(log)	866,341	90%	999,171	93%	1,152,368	98%
De Incrementos Diferenciales	851,738	88%	868,880	81%	886,023	75%
De Incrementos Diferenciales 2da	954,164	99%	971,307	90%	988,450	84%
De la Parábola Cúbica	871,207	90%	907,606	84%	906,488	77%
De las Componentes	979,124	101%	1,111,074	103%	1,253,744	106%
Proyección de la CONAPO	967,904	100%	1,076,341	100%	1,177,759	100%

6.1.2. Baja California Norte

MÉTODOS	Poblacion 2000	% Var	Poblacion 2005	% Var	Poblacion 2010	% Var
Antmético	2,145,827	86%	2,385,309	82%	2,626,793	79%
Geométrico	2,341,856	94%	2,780,830	96%	3,302,088	100%
De Interés Compuesto	2,341,856	94%	2,780,830	96%	3,302,088	100%
Geométrico Decreciente	2,221,475	89%	2,534,732	87%	2,872,232	87%
Logístico	2,507,138	100%	3,213,984	111%	4,318,733	130%
De Similitud de Crecimiento	1,985,000	80%	2,505,000	86%	3,100,000	93%
De Graspio	2,225,833	89%	2,539,076	87%	2,872,821	87%
De Extensión Gráfica	2,110,000	85%	2,350,000	81%	2,600,000	78%
De Mínimos Cuadrados	1,751,789	70%	1,888,914	65%	2,026,039	61%
De Mínimos Cuadrados(log)	4,286,530	172%	5,844,560	201%	7,968,888	240%
De Incrementos Diferenciales	2,020,087	81%	2,065,326	71%	2,110,565	64%
De Incrementos Diferenciales 2da	2,234,302	89%	2,279,541	78%	2,324,780	70%
De la Parábola Cúbica	2,537,623	102%	3,191,899	110%	4,026,485	121%
De las Componentes	2,327,955	93%	2,553,171	88%	2,776,779	84%
Proyección de la CONAPO	2,496,659	100%	2,906,012	100%	3,317,148	100%

6.1.3. Baja California Sur

MÉTODOS	Población 2000	% Var	Población 2005	% Var	Población 2010	% Var.
Antmético	420,389	98%	471,702	98%	523,014	98%
Geométrico	469,343	109%	570,405	118%	693,228	130%
De Interés Compuesto	469,343	109%	570,405	118%	693,228	130%
Geométrico Decreciente	389,700	91%	417,145	87%	440,123	83%
Logístico	410,750	96%	447,550	93%	476,991	90%
De Similitud de Crecimiento	415,000	97%	455,000	94%	545,000	102%
De Graspio	440,316	102%	509,064	106%	582,794	110%
De Extensión Gráfica	420,000	98%	465,000	97%	515,000	97%
De Mínimos Cuadrados	301,208	70%	322,756	67%	344,304	65%
De Mínimos Cuadrados(log)	382,118	89%	451,431	94%	533,317	100%
De Incrementos Diferenciales	382,525	89%	392,349	81%	402,174	76%
De Incrementos Diferenciales 2da	440,038	102%	449,862	93%	459,686	86%
De la Parábola Cúbica	410,704	96%	445,670	93%	468,769	88%
De las Componentes	416,442	97%	460,107	96%	504,052	95%
Proyección de la CONAPO	429,942	100%	481,733	100%	531,912	100%

6.1.4. Campeche

MÉTODOS	Población 2000	% Var	Población 2005	% Var	Población 2010	% Var
Aritmético	649,817	90%	707,133	88%	764,449	86%
Geométrico	681,063	94%	768,296	95%	866,703	98%
De Interés Compuesto	681,063	94%	768,296	95%	866,703	98%
Geométrico Decreciente	581,695	80%	593,223	74%	600,566	68%
Logístico	586,122	81%	597,714	74%	604,464	68%
De Similitud de Crecimiento	730,000	101%	785,000	97%	835,000	94%
De Graspio	659,251	91%	724,822	90%	792,751	90%
De Extensión Gráfica	640,000	89%	695,000	86%	750,000	85%
De Mínimos Cuadrados	544,858	75%	583,096	72%	621,334	70%
De Mínimos Cuadrados(log)	719,950	100%	850,456	105%	1,004,620	113%
De Incrementos Diferenciales	632,038	87%	642,918	80%	653,798	74%
De Incrementos Diferenciales 2da	671,577	93%	682,458	85%	693,338	78%
De la Parábola Cúbica	455,428	63%	298,896	37%	41,258	5%
De las Componentes	719,044	99%	806,325	100%	899,398	102%
Proyección de la CONAPO	723,153	100%	806,373	100%	885,335	100%

6.1.5. Coahuila

MÉTODOS	Población 2000	% Var	Población 2005	% Var.	Población 2010	% Var.
Aritmético	2,387,415	103%	2,594,953	106%	2,802,490	110%
Geométrico	2,498,050	108%	2,811,323	115%	3,163,882	125%
De Interés Compuesto	2,498,050	108%	2,811,323	115%	3,163,882	125%
Geométrico Decreciente	2,251,223	97%	2,354,196	97%	2,438,601	96%
Logístico	2,297,151	99%	2,419,446	99%	2,517,046	99%
De Similitud de Crecimiento	2,425,000	105%	2,680,000	110%	2,965,000	117%
De Graspio	2,419,123	105%	2,654,405	109%	2,897,613	114%
De Extensión Gráfica	2,400,000	104%	2,630,000	108%	2,850,000	112%
De Mínimos Cuadrados	2,039,319	88%	2,164,590	89%	2,289,861	90%
De Mínimos Cuadrados(log)	2,502,601	108%	2,837,868	116%	3,218,051	127%
De Incrementos Diferenciales	2,288,482	99%	2,318,561	95%	2,348,639	93%
De Incrementos Diferenciales 2da	2,447,572	106%	2,477,650	102%	2,507,728	99%
De la Parábola Cúbica	2,097,860	91%	1,970,062	81%	1,671,504	66%
De las Componentes	2,412,649	104%	2,669,672	110%	2,929,370	115%
Proyección de la CONAPO	2,313,239	100%	2,436,835	100%	2,536,786	100%

6.1.6. Colima

MÉTODOS	Población 2000	% Var	Población 2005	% Var	Población 2010	% Var
Aritmético	510,727	96%	551,836	96%	592,944	97%
Geométrico	530,247	100%	589,844	103%	656,138	107%
De Interés Compuesto	530,247	100%	589,844	103%	656,138	107%
Geométrico Decreciente	473,282	89%	487,310	85%	497,663	81%
Logístico	478,505	90%	493,746	86%	504,404	83%
De Similitud de Crecimiento	-	-	-	-	-	-
De Graspio	514,316	97%	558,564	98%	603,710	99%
De Extensión Gráfica	520,000	98%	565,000	99%	605,000	99%
De Mínimos Cuadrados	456,718	86%	488,210	85%	519,702	85%
De Mínimos Cuadrados(log)	640,689	121%	759,519	133%	900,389	147%
De Incrementos Diferenciales	502,675	95%	509,208	89%	515,741	84%
De Incrementos Diferenciales 2da	523,794	99%	530,327	93%	536,861	88%
De la Parábola Cúbica	436,444	82%	396,505	69%	318,735	52%
De las Componentes	541,780	102%	601,022	105%	662,391	108%
Proyección de la CONAPO	529,794	100%	571,970	100%	610,693	100%

6.1.7. Chiapas

MÉTODOS	Población 2000	% Var.	Población 2005	% Var.	Población 2010	% Var.
Aritmético	4,336,275	107%	4,899,165	113%	5,462,054	119%
Geométrico	4,944,213	122%	6,135,637	141%	7,614,163	166%
De Interés Compuesto	4,944,213	122%	6,135,637	141%	7,614,163	166%
Geométrico Decreciente	5,060,318	125%	6,392,364	147%	8,099,851	177%
Logístico	7,575,132	187%	26,441,588	607%	-16,813,695	-366%
De Similitud de Crecimiento	4,195,000	103%	4,735,000	109%	5,260,000	115%
De Graspio	4,574,455	113%	5,345,752	123%	6,176,595	135%
De Extensión Gráfica	4,400,000	108%	4,990,000	115%	5,560,000	121%
De Mínimos Cuadrados	3,100,751	76%	3,306,345	76%	3,511,938	77%
De Mínimos Cuadrados(log)	3,950,862	97%	4,573,310	105%	5,293,824	115%
De Incrementos Diferenciales	3,852,424	95%	3,950,011	91%	4,047,599	88%
De Incrementos Diferenciales 2da	4,531,450	112%	4,629,038	106%	4,726,626	103%
De la Parábola Cúbica	5,399,024	133%	7,033,267	162%	9,102,935	198%
De las Componentes	4,136,033	102%	4,799,685	110%	5,550,282	121%
Proyección de la CONAPO	4,056,500	100%	4,353,819	100%	4,588,604	100%

6.1.8. Chihuahua

MÉTODOS	Poblacion 2000	% Var	Población 2005	% Var	Poblacion 2010	% Var
Aritmético	2,878,269	94%	3,096,467	94%	3,314,665	94%
Geométrico	2,973,230	97%	3,280,811	99%	3,620,211	102%
De Interés Compuesto	2,973,230	97%	3,280,811	99%	3,620,211	102%
Geométrico Decreciente	2,831,555	93%	3,010,463	91%	3,179,525	90%
Logístico	2,905,551	95%	3,141,190	95%	3,375,632	95%
De Similitud de Crecimiento	2,955,000	97%	3,325,000	100%	3,640,000	103%
De Graspio	2,885,407	94%	3,109,851	94%	3,336,080	94%
De Extensión Gráfica	2,860,000	94%	3,090,000	93%	3,300,000	93%
De Mínimos Cuadrados	2,661,177	87%	2,828,667	85%	2,996,156	85%
De Mínimos Cuadrados(log)	3,470,359	114%	3,988,094	121%	4,583,068	130%
De Incrementos Diferenciales	2,827,735	92%	2,858,160	86%	2,888,584	82%
De Incrementos Diferenciales 2da	2,939,118	96%	2,969,542	90%	2,999,967	85%
De la Parábola Cúbica	2,957,937	97%	3,257,165	98%	3,589,893	101%
De las Componentes	3,067,993	100%	3,361,021	102%	3,658,073	103%
Proyección de la CONAPO	3,057,265	100%	3,309,070	100%	3,538,710	100%

6.1.9. Distrito Federal

MÉTODOS	Población 2000	% Var.	Población 2005	% Var.	Población 2010	% Var.
Aritmético	7,640,409	89%	7,342,742	85%	7,045,074	81%
Geométrico	7,680,543	90%	7,417,139	86%	7,162,770	83%
De Interés Compuesto	7,680,543	90%	7,417,139	86%	7,162,770	83%
Geométrico Decreciente	-	-	-	-	-	-
Logístico	-	-	-	-	-	-
De Similitud de Crecimiento	-	-	-	-	-	-
De Graspio	6,807,705	79%	5,781,421	67%	4,546,962	52%
De Extensión Gráfica	7,650,000	89%	7,340,000	85%	7,030,000	81%
De Mínimos Cuadrados	10,548,391	123%	11,244,629	130%	11,940,867	138%
De Mínimos Cuadrados(log)	16,050,849	187%	19,102,311	221%	22,733,892	262%
De Incrementos Diferenciales	9,178,781	107%	9,066,452	105%	8,954,123	103%
De Incrementos Diferenciales 2da	7,415,751	87%	7,303,422	85%	7,191,093	83%
De la Parábola Cúbica	2,582,286	30%	-2,924,325	-34%	-10,635,169	-123%
De las Componentes	9,198,938	107%	9,898,391	115%	10,536,468	122%
Proyección de la CONAPO	8,570,491	100%	8,627,644	100%	8,670,029	100%

6.1.10. Durango

MÉTODOS	Población 2000	% Var	Población 2005	% Var	Población 2010	% Var
Aritmético	1,516,436	103%	1,599,965	107%	1,683,494	113%
Geométrico	1,540,041	104%	1,645,249	110%	1,757,644	118%
De Interés Compuesto	1,540,041	104%	1,645,249	110%	1,757,644	118%
Geométrico Decreciente	1,440,570	98%	1,469,197	99%	1,490,348	100%
Logístico	1,447,179	98%	1,477,457	99%	1,499,148	101%
De Similitud de Crecimiento	1,575,000	107%	1,775,000	119%	1,900,000	128%
De Graspio	1,489,671	101%	1,549,780	104%	1,603,199	108%
De Extensión Gráfica	1,540,000	104%	1,640,000	110%	1,730,000	117%
De Mínimos Cuadrados	1,470,167	100%	1,551,262	104%	1,632,358	110%
De Mínimos Cuadrados(log)	1,730,566	117%	1,919,475	129%	2,129,005	144%
De Incrementos Diferenciales	1,524,399	103%	1,533,158	103%	1,541,918	104%
De Incrementos Diferenciales 2da	1,533,955	104%	1,542,714	103%	1,551,473	105%
De la Parábola Cúbica	1,299,588	88%	1,149,377	77%	892,156	60%
De las Componentes	1,643,790	111%	1,888,421	127%	2,155,072	145%
Proyección de la CONAPO	1,476,062	100%	1,490,649	100%	1,483,396	100%

6.1.11. Guanajuato

MÉTODOS	Población 2000	% Var.	Población 2005	% Var	Población 2010	% Var.
Aritmético	4,958,968	104%	5,447,183	109%	5,935,397	114%
Geométrico	5,276,127	111%	6,072,853	121%	6,989,891	135%
De Interés Compuesto	5,276,127	111%	6,072,853	121%	6,989,891	135%
Geométrico Decreciente	4,961,237	104%	5,451,439	109%	5,942,210	114%
Logístico	5,280,112	111%	6,081,913	121%	7,007,489	135%
De Similitud de Crecimiento	5,120,000	108%	5,510,000	110%	6,025,000	116%
De Graspio	5,080,318	107%	5,674,714	113%	6,299,447	121%
De Extensión Gráfica	5,000,000	105%	5,500,000	110%	6,100,000	117%
De Mínimos Cuadrados	4,029,089	85%	4,276,359	85%	4,523,629	87%
De Mínimos Cuadrados(log)	4,814,109	101%	5,438,627	109%	6,144,161	118%
De Incrementos Diferenciales	4,665,410	98%	4,757,284	95%	4,849,158	93%
De Incrementos Diferenciales 2da	5,142,716	108%	5,234,590	105%	5,326,464	103%
De la Parábola Cúbica	5,239,486	110%	5,985,600	120%	6,816,780	131%
De las Componentes	5,005,389	105%	5,710,527	114%	6,491,105	125%
Proyección de la CONAPO	4,760,989	100%	5,006,169	100%	5,194,822	100%

6.1.12. Guerrero

MÉTODOS	Población 2000	% Var.	Población 2005	% Var.	Población 2010	% Var.
Aritmético	3,131,761	99%	3,387,323	101%	3,642,885	104%
Geométrico	3,255,604	103%	3,628,640	108%	4,044,419	116%
De Interés Compuesto	3,255,604	103%	3,628,640	108%	4,044,419	116%
Geométrico Decreciente	3,006,891	95%	3,163,041	94%	3,298,782	94%
Logístico	3,073,663	97%	3,266,653	97%	3,434,863	98%
De Similitud de Crecimiento	3,185,000	100%	3,495,000	104%	3,975,000	114%
De Graspio	3,157,153	99%	3,434,933	102%	3,719,061	106%
De Extensión Gráfica	3,120,000	98%	3,350,000	100%	3,640,000	104%
De Mínimos Cuadrados	2,739,462	86%	2,906,748	87%	3,074,034	88%
De Mínimos Cuadrados(log)	3,319,627	105%	3,754,114	112%	4,245,467	121%
De Incrementos Diferenciales	3,034,442	96%	3,076,433	92%	3,118,423	89%
De Incrementos Diferenciales 2da	3,215,742	101%	3,257,732	97%	3,299,723	94%
De la Parábola Cúbica	3,028,194	95%	3,161,092	94%	3,229,646	92%
De las Componentes	3,577,277	113%	4,363,756	130%	5,260,167	150%
Proyección de la CONAPO	3,174,741	100%	3,354,929	100%	3,496,073	100%

6.1.13. Hidalgo

MÉTODOS	Población 2000	% Var.	Población 2005	% Var.	Población 2010	% Var.
Aritmético	2,229,239	98%	2,399,676	100%	2,570,112	103%
Geométrico	2,304,325	102%	2,545,496	106%	2,811,908	113%
De Interés Compuesto	2,304,325	102%	2,545,496	106%	2,811,908	113%
Geométrico Decreciente	2,141,840	94%	2,243,049	94%	2,330,324	93%
Logístico	2,181,139	96%	2,303,351	96%	2,408,707	97%
De Similitud de Crecimiento	2,360,000	104%	2,580,000	108%	2,895,000	116%
De Graspio	2,236,167	99%	2,412,665	101%	2,590,896	104%
De Extensión Gráfica	2,240,000	99%	2,390,000	100%	2,580,000	103%
De Mínimos Cuadrados	1,921,553	85%	2,020,242	84%	2,118,931	85%
De Mínimos Cuadrados(log)	2,113,553	93%	2,302,890	96%	2,509,188	101%
De Incrementos Diferenciales	2,139,497	94%	2,164,180	90%	2,188,862	88%
De Incrementos Diferenciales 2da	2,278,604	100%	2,303,287	96%	2,327,970	93%
De la Parábola Cúbica	2,049,288	90%	2,010,025	84%	1,863,083	75%
De las Componentes	2,400,676	106%	2,735,748	114%	3,098,044	124%
Proyección de la CONAPO	2,269,396	100%	2,394,095	100%	2,495,494	100%

6.1.14. Jalisco

METODOS	Poblacion 2000	% Var	Población 2005	% Var.	Poblacion 2010	% Var
Aritmético	6,308,792	97%	6,811,844	98%	7,314,895	100%
Geométrico	6,544,384	100%	7,270,347	104%	8,076,839	110%
De Interés Compuesto	6,544,384	100%	7,270,347	104%	8,076,839	110%
Geométrico Decreciente	6,191,811	95%	6,596,819	95%	6,977,554	95%
Logístico	6,370,927	97%	6,910,902	99%	7,444,853	102%
De Similitud de Crecimiento	-	-	-	-	-	-
De Graspío	6,348,515	97%	6,886,324	99%	7,434,064	102%
De Extensión Gráfica	6,260,000	96%	6,750,000	97%	7,270,000	99%
De Mínimos Cuadrados	5,629,706	86%	5,978,785	86%	6,327,863	87%
De Mínimos Cuadrados(log)	6,959,651	106%	7,915,115	114%	9,001,752	123%
De Incrementos Diferenciales	6,145,874	94%	6,230,188	89%	6,314,502	86%
De Incrementos Diferenciales 2da	6,477,420	99%	6,561,734	94%	6,646,048	91%
De la Parábola Cúbica	6,574,323	101%	7,359,535	106%	8,270,916	113%
De las Componentes	6,700,744	103%	7,516,374	108%	8,389,703	115%
Proyección de la CONAPO	6,535,159	100%	6,964,400	100%	7,314,727	100%

6.1.15. Estado de México

METODOS	Población 2000	% Var.	Población 2005	% Var.	Población 2010	% Var.
Aritmético	12,067,255	92%	13,192,985	92%	14,318,715	92%
Geométrico	12,737,383	98%	14,509,671	101%	16,528,557	106%
De Interés Compuesto	12,737,383	98%	14,509,671	101%	16,528,557	106%
Geométrico Decreciente	10,504,249	81%	10,639,805	74%	10,714,765	69%
Logístico	10,556,177	81%	10,684,018	74%	10,747,198	69%
De Similitud de Crecimiento	-	-	-	-	-	-
De Graspío	12,302,042	94%	13,633,210	95%	15,023,075	97%
De Extensión Gráfica	12,050,000	92%	13,270,000	92%	14,700,000	95%
De Mínimos Cuadrados	9,770,593	75%	10,516,204	73%	11,261,814	73%
De Mínimos Cuadrados(log)	13,889,607	106%	17,107,350	119%	21,070,534	136%
De Incrementos Diferenciales	11,705,850	90%	11,915,404	83%	12,124,957	78%
De Incrementos Diferenciales 2da	12,486,363	96%	12,695,916	88%	12,905,470	83%
De la Parábola Cúbica	7,312,059	56%	3,253,397	23%	-3,222,379	-21%
De las Componentes	13,025,018	100%	14,447,656	101%	15,891,635	102%
Proyección de la CONAPO	13,046,239	100%	14,354,323	100%	15,531,504	100%

6.1.16. Michoacán

MÉTODOS	Población 2000	% Var	Población 2005	% Var	Población 2010	% Var
Aritmético	4,227,574	103%	4,567,262	107%	4,906,949	113%
Geométrico	4,388,459	107%	4,880,497	115%	5,427,703	125%
De Interés Compuesto	4,388,459	107%	4,880,497	115%	5,427,703	125%
Geométrico Decreciente	4,234,821	103%	4,580,873	108%	4,928,766	113%
Logístico	4,399,572	107%	4,904,659	115%	5,472,596	126%
De Similitud de Crecimiento	4,405,000	107%	4,985,000	117%	5,890,000	136%
De Graspio	4,256,707	104%	4,621,885	109%	4,994,347	115%
De Extensión Gráfica	4,210,000	102%	4,550,000	107%	4,900,000	113%
De Mínimos Cuadrados	3,717,262	90%	3,927,522	92%	4,137,783	95%
De Mínimos Cuadrados(log)	4,336,043	106%	4,819,684	113%	5,357,270	123%
De Incrementos Diferenciales	4,073,986	99%	4,128,561	97%	4,183,137	96%
De Incrementos Diferenciales 2da	4,336,725	106%	4,391,300	103%	4,445,875	102%
De la Parábola Cúbica	4,424,880	108%	4,956,751	117%	5,561,396	128%
De las Componentes	4,439,156	108%	5,120,590	120%	5,883,200	135%
Proyección de la CONAPO	4,109,508	100%	4,252,684	100%	4,342,883	100%

6.1.17. Morelos

MÉTODOS	Población 2000	% Var.	Población 2005	% Var	Población 2010	% Var.
Aritmético	1,443,029	88%	1,567,014	86%	1,690,999	83%
Geométrico	1,507,953	92%	1,693,898	92%	1,902,771	94%
De Interés Compuesto	1,507,953	92%	1,693,898	92%	1,902,771	94%
Geométrico Decreciente	1,315,919	81%	1,350,608	74%	1,374,826	68%
Logístico	1,329,517	81%	1,366,133	75%	1,389,923	69%
De Similitud de Crecimiento	1,350,000	83%	1,530,000	83%	1,685,000	83%
De Graspio	1,460,779	89%	1,600,295	87%	1,744,249	86%
De Extensión Gráfica	1,440,000	88%	1,570,000	86%	1,700,000	84%
De Mínimos Cuadrados	1,256,165	77%	1,346,541	73%	1,436,916	71%
De Mínimos Cuadrados(log)	1,869,196	114%	2,263,290	124%	2,740,473	135%
De Incrementos Diferenciales	1,411,690	86%	1,431,422	78%	1,451,155	72%
De Incrementos Diferenciales 2da	1,482,494	91%	1,502,227	82%	1,521,960	75%
De la Parábola Cúbica	1,175,914	72%	1,008,637	55%	705,539	35%
De las Componentes	1,581,384	97%	1,736,286	95%	1,896,797	94%
Proyección de la CONAPO	1,633,112	100%	1,832,489	100%	2,026,339	100%

6.1.18. Nayarit

MÉTODOS	Población 2000	% Var.	Población 2005	% Var	Población 2010	% Var
Aritmético	923,166	98%	972,428	99%	1,021,689	101%
Geométrico	936,534	99%	998,050	102%	1,063,607	106%
De Interés Compuesto	936,534	99%	998,050	102%	1,063,607	106%
Geométrico Decreciente	864,583	92%	874,475	89%	880,774	87%
Logístico	866,616	92%	876,585	89%	882,652	88%
De Similitud de Crecimiento	965,000	102%	1,020,000	104%	1,100,000	109%
De Graspio	905,329	96%	938,983	96%	968,178	96%
De Extensión Gráfica	920,000	97%	970,000	99%	1,030,000	102%
De Mínimos Cuadrados	914,682	97%	972,602	99%	1,030,522	102%
De Mínimos Cuadrados(log)	1,188,610	126%	1,366,861	139%	1,571,844	156%
De Incrementos Diferenciales	944,039	100%	948,994	97%	953,949	95%
De Incrementos Diferenciales 2da	933,076	99%	938,031	96%	942,986	94%
De la Parábola Cúbica	728,047	77%	571,719	58%	324,779	32%
De las Componentes	1,011,166	107%	1,143,016	117%	1,285,233	128%
Proyección de la CONAPO	943,794	100%	981,064	100%	1,007,876	100%

6.1.19. Nuevo León

MÉTODOS	Población 2000	% Var.	Población 2005	% Var	Población 2010	% Var
Aritmético	3,684,428	94%	3,977,274	93%	4,270,120	92%
Geométrico	3,820,930	98%	4,242,885	99%	4,711,439	102%
De Interés Compuesto	3,820,930	98%	4,242,885	99%	4,711,439	102%
Geométrico Decreciente	3,381,411	87%	3,461,913	81%	3,517,839	76%
Logístico	3,409,785	87%	3,494,237	82%	3,549,233	77%
De Similitud de Crecimiento	3,890,000	100%	4,195,000	98%	4,595,000	99%
De Graspio	3,706,710	95%	4,019,054	94%	4,336,967	94%
De Extensión Gráfica	3,700,000	95%	4,000,000	94%	4,320,000	93%
De Mínimos Cuadrados	3,289,453	84%	3,520,561	82%	3,751,669	81%
De Mínimos Cuadrados(log)	4,664,859	119%	5,568,212	130%	6,646,501	144%
De Incrementos Diferenciales	3,638,017	93%	3,684,221	86%	3,730,425	81%
De Incrementos Diferenciales 2da	3,776,835	97%	3,823,039	89%	3,869,242	84%
De la Parábola Cúbica	3,016,588	77%	2,589,081	61%	1,831,423	40%
De las Componentes	3,906,749	100%	4,272,269	100%	4,622,226	100%
Proyección de la CONAPO	3,908,951	100%	4,276,740	100%	4,630,363	100%

6.1.20. Oaxaca

MÉTODOS	Poblacion 2000	% Var	Poblacion 2005	% Var	Poblacion 2010	% Var
Aritmético	3,670,044	104%	3,995,286	109%	4,320,528	116%
Geométrico	3,848,649	109%	4,345,009	119%	4,905,384	131%
De Interés Compuesto	3,848,649	109%	4,345,009	119%	4,905,384	131%
Geométrico Decreciente	4,037,412	115%	4,744,992	130%	5,630,106	151%
Logístico	4,554,981	129%	6,471,420	177%	12,122,765	325%
De Similitud de Crecimiento	-	-	-	-	-	-
De Graspio	3,724,814	106%	4,097,980	112%	4,484,838	120%
De Extensión Gráfica	3,690,000	105%	4,020,000	110%	4,370,000	117%
De Mínimos Cuadrados	3,083,099	87%	3,239,379	89%	3,395,660	91%
De Mínimos Cuadrados(log)	3,424,905	97%	3,730,984	102%	4,064,316	109%
De Incrementos Diferenciales	3,450,510	98%	3,504,734	96%	3,558,957	95%
De Incrementos Diferenciales 2da	3,778,492	107%	3,832,716	105%	3,886,940	104%
De la Parábola Cúbica	4,198,214	119%	5,057,898	138%	6,136,376	164%
De las Componentes	3,698,461	105%	4,275,973	117%	4,933,484	132%
Proyección de la CONAPO	3,524,920	100%	3,656,502	100%	3,734,613	100%

6.1.21. Puebla

MÉTODOS	Población 2000	% Var	Población 2005	% Var.	Población 2010	% Var.
Aritmético	4,904,517	96%	5,293,725	97%	5,682,933	99%
Geométrico	5,085,517	100%	5,645,894	103%	6,268,020	109%
De Interés Compuesto	5,085,517	100%	5,645,894	103%	6,268,020	109%
Geométrico Decreciente	4,666,913	91%	4,871,837	89%	5,042,647	88%
Logístico	4,748,490	93%	4,990,873	91%	5,189,764	91%
De Similitud de Crecimiento	-	-	-	-	-	-
De Graspio	4,933,583	97%	5,348,223	98%	5,770,130	101%
De Extensión Gráfica	4,900,000	96%	5,300,000	97%	5,700,000	99%
De Mínimos Cuadrados	4,277,468	84%	4,525,960	83%	4,774,452	83%
De Mínimos Cuadrados(log)	5,006,235	98%	5,588,876	102%	6,239,327	109%
De Incrementos Diferenciales	4,748,891	93%	4,812,313	88%	4,875,735	85%
De Incrementos Diferenciales 2da	5,031,361	98%	5,094,783	93%	5,158,205	90%
De la Parábola Cúbica	4,477,361	88%	4,378,397	80%	4,035,352	70%
De las Componentes	5,222,941	102%	5,925,465	109%	6,694,683	117%
Proyección de la CONAPO	5,110,112	100%	5,455,479	100%	5,730,417	100%

6.1.22. Querétaro

MÉTODOS	Población 2000	% Var	Población 2005	% Var	Población 2010	% Var
Aritmético	1,362,865	97%	1,518,680	99%	1,674,495	100%
Geométrico	1,494,169	107%	1,781,352	116%	2,123,732	127%
De Interés Compuesto	1,494,169	107%	1,781,352	116%	2,123,732	127%
Geométrico Decreciente	1,302,143	93%	1,408,620	91%	1,504,161	90%
Logístico	1,380,804	99%	1,536,494	100%	1,678,977	101%
De Similitud de Crecimiento	1,675,000	120%	1,970,000	128%	2,470,000	148%
De Graspio	1,417,233	101%	1,620,620	105%	1,837,598	110%
De Extensión Gráfica	1,370,000	98%	1,540,000	100%	1,700,000	102%
De Mínimos Cuadrados	1,005,285	72%	1,070,295	69%	1,135,304	68%
De Mínimos Cuadrados(log)	1,174,571	84%	1,336,840	87%	1,521,527	91%
De Incrementos Diferenciales	1,247,621	89%	1,277,716	83%	1,307,812	78%
De Incrementos Diferenciales 2da	1,423,055	102%	1,453,150	94%	1,483,245	89%
De la Parábola Cúbica	1,354,357	97%	1,482,085	96%	1,582,915	95%
De las Componentes	1,426,256	102%	1,628,278	106%	1,846,330	111%
Proyección de la CONAPO	1,398,912	100%	1,540,225	100%	1,666,950	100%

6.1.23. Quintana Roo

MÉTODOS	Población 2000	% Var.	Población 2005	% Var.	Población 2010	% Var.
Aritmético	760,569	86%	894,215	83%	1,027,861	80%
Geométrico	1,076,718	122%	1,590,771	147%	2,350,246	183%
De Interés Compuesto	1,076,718	122%	1,590,771	147%	2,350,246	183%
Geométrico Decreciente	695,465	79%	777,263	72%	848,406	66%
Logístico	835,903	95%	985,169	91%	1,100,895	86%
De Similitud de Crecimiento	835,000	95%	950,000	88%	1,110,000	86%
De Graspio	836,258	95%	1,036,131	96%	1,254,927	98%
De Extensión Gráfica	750,000	85%	880,000	81%	1,010,000	79%
De Mínimos Cuadrados	405,363	46%	439,713	41%	474,063	37%
De Mínimos Cuadrados(log)	743,794	84%	1,019,878	94%	1,398,440	109%
De Incrementos Diferenciales	625,552	71%	651,468	60%	677,384	53%
De Incrementos Diferenciales 2da	812,401	92%	838,317	77%	864,233	67%
De la Parábola Cúbica	919,631	104%	1,201,708	111%	1,534,652	120%
De las Componentes	792,359	90%	886,326	82%	983,721	77%
Proyección de la CONAPO	882,807	100%	1,082,072	100%	1,283,360	100%

3.1.24. San Luis Potosí

MÉTODOS	Población 2000	% Var	Población 2005	% Var.	Población 2010	% Var.
Aritmético	2,332,481	99%	2,497,128	101%	2,661,775	105%
Geométrico	2,397,261	102%	2,622,480	106%	2,868,858	113%
De Interés Compuesto	2,397,261	102%	2,622,480	106%	2,868,858	113%
Geométrico Decreciente	2,215,099	94%	2,290,768	93%	2,351,471	93%
Logístico	2,240,168	95%	2,325,520	94%	2,392,362	94%
De Similitud de Crecimiento	2,370,000	101%	2,685,000	109%	3,020,000	119%
De Graspio	2,326,440	99%	2,485,802	101%	2,643,653	104%
De Extensión Gráfica	2,340,000	99%	2,500,000	102%	2,690,000	106%
De Mínimos Cuadrados	2,115,468	90%	2,234,865	91%	2,354,262	93%
De Mínimos Cuadrados(log)	2,475,789	105%	2,752,259	112%	3,059,602	121%
De Incrementos Diferenciales	2,286,482	97%	2,309,517	94%	2,352,551	92%
De Incrementos Diferenciales 2da	2,378,550	101%	2,401,585	98%	2,424,619	96%
De la Parábola Cúbica	2,049,077	87%	1,896,745	77%	1,590,762	63%
De las Componentes	2,493,008	106%	2,839,161	115%	3,225,499	127%
Proyección de la CONAPO	2,355,552	100%	2,462,695	100%	2,536,079	100%

6.1.25. Sinaloa

MÉTODOS	Población 2000	% Var	Población 2005	% Var	Población 2010	% Var.
Aritmético	2,558,229	100%	2,735,317	101%	2,912,404	104%
Geométrico	2,626,039	102%	2,866,425	106%	3,128,816	112%
De Interés Compuesto	2,626,039	102%	2,866,425	106%	3,128,816	112%
Geométrico Decreciente	2,351,278	92%	2,388,486	89%	2,412,475	86%
Logístico	2,361,816	92%	2,399,486	89%	2,422,306	86%
De Similitud de Crecimiento	-	-	-	-	-	-
De Graspio	2,548,210	99%	2,716,530	101%	2,882,346	103%
De Extensión Gráfica	2,540,000	99%	2,720,000	101%	2,900,000	103%
De Mínimos Cuadrados	2,350,465	92%	2,507,077	93%	2,663,689	95%
De Mínimos Cuadrados(log)	3,075,855	120%	3,579,228	133%	4,164,981	149%
De Incrementos Diferenciales	2,556,854	100%	2,582,552	96%	2,608,249	93%
De Incrementos Diferenciales 2da	2,609,623	102%	2,635,321	98%	2,661,018	95%
De la Parábola Cúbica	1,944,650	76%	1,464,730	54%	687,264	25%
De las Componentes	2,746,229	107%	3,103,136	115%	3,475,486	124%
Proyección de la CONAPO	2,567,363	100%	2,696,790	100%	2,803,545	100%

6.1.26. Sonora

MÉTODOS	Población 2000	% Var	Población 2005	% Var	Población 2010	% Var
Aritmético	2,133,481	93%	2,288,419	92%	2,443,356	91%
Geométrico	2,196,915	96%	2,411,318	97%	2,646,645	99%
De Interés Compuesto	2,196,915	96%	2,411,318	97%	2,646,645	99%
Geométrico Decreciente	1,991,545	87%	2,043,968	82%	2,082,561	78%
Logístico	2,008,580	88%	2,064,979	83%	2,104,616	79%
De Similitud de Crecimiento	2,300,000	101%	2,520,000	101%	2,835,000	106%
De Graspio	2,132,169	93%	2,285,958	92%	2,439,419	91%
De Extensión Gráfica	2,130,000	93%	2,300,000	93%	2,450,000	92%
De Mínimos Cuadrados	1,974,245	86%	2,106,553	85%	2,238,861	84%
De Mínimos Cuadrados(log)	2,681,095	117%	3,141,332	126%	3,680,573	138%
De Incrementos Diferenciales	2,127,223	93%	2,153,420	87%	2,179,617	82%
De Incrementos Diferenciales 2da	2,185,875	96%	2,212,072	89%	2,238,269	84%
De la Parábola Cúbica	1,823,540	80%	1,643,278	66%	1,308,728	49%
De las Componentes	2,316,337	101%	2,562,832	103%	2,812,254	105%
Proyección de la CONAPO	2,285,002	100%	2,484,559	100%	2,671,817	100%

6.1.27. Tabasco

MÉTODOS	Población 2000	% Var	Población 2005	% Var.	Población 2010	% Var
Aritmético	1,940,527	100%	2,159,919	102%	2,379,310	104%
Geométrico	2,121,654	109%	2,521,818	119%	2,997,458	131%
De Interés Compuesto	2,121,654	109%	2,521,818	119%	2,997,458	131%
Geométrico Decreciente	1,974,074	102%	2,223,613	105%	2,482,516	108%
Logístico	2,190,795	113%	2,693,592	127%	3,368,385	147%
De Similitud de Crecimiento	1,825,000	94%	2,005,000	95%	2,230,000	97%
De Graspio	2,015,543	104%	2,300,573	108%	2,604,358	114%
De Extensión Gráfica	1,960,000	101%	2,180,000	103%	2,410,000	105%
De Mínimos Cuadrados	1,499,311	77%	1,602,765	76%	1,706,219	74%
De Mínimos Cuadrados(log)	1,992,913	103%	2,344,003	111%	2,756,945	120%
De Incrementos Diferenciales	1,790,133	92%	1,827,850	86%	1,865,568	81%
De Incrementos Diferenciales 2da	2,015,962	104%	2,053,680	97%	2,091,397	91%
De la Parábola Cúbica	2,206,178	114%	2,695,984	127%	3,297,765	144%
De las Componentes	1,994,223	103%	2,274,577	107%	2,573,459	112%
Proyección de la CONAPO	1,938,669	100%	2,121,260	100%	2,290,458	100%

6.1.28. Tlaxcala

MÉTODOS	Poblacion 2000	% Var	Poblacion 2005	% Var	Poblacion 2010	% Var
Aritmético	2,574,728	94%	2,737,302	94%	2,899,875	94%
Geométrico	2,629,664	96%	2,817,149	97%	3,073,965	99%
De Interés Compuesto	2,629,664	96%	2,817,149	97%	3,073,965	99%
Geométrico Decreciente	2,420,739	89%	2,472,968	85%	2,510,857	81%
Logístico	2,434,845	89%	2,490,111	85%	2,528,627	82%
De Similitud de Crecimiento	-	-	-	-	-	-
De Graspio	2,549,438	93%	2,689,883	92%	2,824,006	91%
De Extensión Gráfica	2,590,000	95%	2,750,000	94%	2,910,000	95%
De Mínimos Cuadrados	2,508,945	92%	2,676,561	91%	2,844,178	92%
De Mínimos Cuadrados(log)	3,564,111	130%	4,201,084	144%	4,951,897	160%
De Incrementos Diferenciales	2,609,242	96%	2,630,278	90%	2,651,313	86%
De Incrementos Diferenciales 2da	2,616,799	96%	2,637,834	90%	2,658,870	86%
De la Parábola Cúbica	2,254,970	83%	2,082,340	71%	1,763,272	57%
De las Componentes	2,818,396	103%	3,124,403	107%	3,430,699	111%
Proyección de la CONAPO	2,732,143	100%	2,925,790	100%	3,099,751	100%

6.1.29. Tlaxcala

MÉTODOS	Población 2000	% Var	Población 2005	% Var	Población 2010	% Var
Aritmético	965,957	99%	1,068,297	100%	1,170,637	102%
Geométrico	1,041,225	107%	1,217,715	114%	1,424,119	124%
De Interés Compuesto	1,041,225	107%	1,217,715	114%	1,424,119	124%
Geométrico Decreciente	994,145	102%	1,122,343	105%	1,259,084	110%
Logístico	1,096,770	113%	1,356,924	127%	1,731,517	151%
De Similitud de Crecimiento	1,050,000	108%	1,230,000	115%	1,485,000	130%
De Graspio	996,627	102%	1,125,804	106%	1,262,648	110%
De Extensión Gráfica	950,000	97%	1,040,000	98%	1,160,000	101%
De Mínimos Cuadrados	752,556	77%	796,639	75%	840,721	73%
De Mínimos Cuadrados(log)	869,460	89%	970,212	91%	1,082,638	95%
De Incrementos Diferenciales	891,129	91%	909,736	85%	928,344	81%
De Incrementos Diferenciales 2da	1,003,172	103%	1,021,780	96%	1,040,387	91%
De la Parábola Cúbica	1,041,379	107%	1,211,807	114%	1,403,604	123%
De las Componentes	1,004,633	103%	1,142,970	107%	1,290,298	113%
Proyección de la CONAPO	974,699	100%	1,064,969	100%	1,145,153	100%

6.1.30. Veracruz

MÉTODOS	Población 2000	% Var	Población 2005	% Var	Población 2010	% Var
Aritmético	7,068,798	96%	7,289,078	97%	7,909,357	99%
Geométrico	7,199,938	98%	7,741,239	101%	8,323,236	104%
De Interés Compuesto	7,199,938	98%	7,741,239	101%	8,323,236	104%
Geométrico Decreciente	6,546,478	89%	6,621,068	86%	6,666,965	83%
Logístico	6,563,614	89%	6,638,070	86%	6,681,445	84%
De Similitud de Crecimiento	-	-	-	-	-	-
De Graspio	6,974,057	95%	7,311,438	95%	7,625,135	95%
De Extensión Gráfica	7,000,000	95%	7,420,000	96%	7,850,000	98%
De Mínimos Cuadrados	6,722,974	92%	7,149,129	93%	7,575,285	95%
De Mínimos Cuadrados(log)	8,436,649	115%	9,655,555	125%	11,050,567	138%
De Incrementos Diferenciales	7,156,433	97%	7,216,284	94%	7,276,136	91%
De Incrementos Diferenciales 2da	7,188,501	98%	7,248,352	94%	7,308,204	91%
De la Parábola Cúbica	5,120,665	70%	3,456,193	45%	848,524	11%
De las Componentes	7,663,441	104%	8,699,826	113%	9,803,800	123%
Proyección de la CONAPO	7,341,367	100%	7,700,132	100%	7,993,510	100%

6.1.31. Yucatán

MÉTODOS	Población 2000	% Var	Población 2005	% Var	Población 2010	% Var
Aritmético	1,662,147	98%	1,811,751	99%	1,961,354	100%
Geométrico	1,746,308	103%	1,976,710	108%	2,237,510	114%
De Interés Compuesto	1,746,308	103%	1,976,710	108%	2,237,510	114%
Geométrico Decreciente	1,571,940	93%	1,651,464	90%	1,717,929	87%
Logístico	1,609,793	95%	1,706,737	93%	1,786,158	91%
De Similitud de Crecimiento	1,735,000	102%	1,880,000	102%	2,110,000	107%
De Graspio	1,689,189	100%	1,862,454	101%	2,042,479	104%
De Extensión Gráfica	1,640,000	97%	1,800,000	98%	1,950,000	99%
De Mínimos Cuadrados	1,369,045	81%	1,448,742	79%	1,528,439	78%
De Mínimos Cuadrados(log)	1,570,140	92%	1,748,784	95%	1,947,755	99%
De Incrementos Diferenciales	1,579,166	93%	1,605,875	87%	1,632,585	83%
De Incrementos Diferenciales 2da	1,715,566	101%	1,742,275	95%	1,768,984	90%
De la Parábola Cúbica	1,488,733	88%	1,434,336	78%	1,273,869	65%
De las Componentes	1,725,623	102%	1,919,402	104%	2,125,541	108%
Proyección de la CONAPO	1,697,559	100%	1,838,799	100%	1,970,674	100%

6.1.32. Tablas

MÉTODOS	Poblacion 2000	% Var	Población 2005	% Var	Poblacion 2010	% Var
Aritmético	1,415,816	102%	1,485,563	107%	1,555,309	113%
Geométrico	1,432,932	103%	1,518,302	109%	1,608,758	117%
De Interés Compuesto	1,432,932	103%	1,518,302	109%	1,608,758	117%
Geométrico Decreciente	1,364,178	98%	1,395,028	100%	1,419,510	103%
Logístico	1,370,672	99%	1,403,961	101%	1,429,972	104%
De Similitud de Crecimiento	1,430,000	103%	1,585,000	114%	1,760,000	128%
De Graspío	1,382,824	100%	1,423,702	102%	1,456,332	106%
De Extensión Gráfica	1,440,000	104%	1,500,000	108%	1,580,000	115%
De Mínimos Cuadrados	1,393,287	100%	1,462,582	105%	1,531,878	111%
De Mínimos Cuadrados(log)	1,576,717	114%	1,718,500	123%	1,873,032	136%
De Incrementos Diferenciales	1,419,156	102%	1,422,467	102%	1,425,777	103%
De Incrementos Diferenciales 2da	1,422,437	103%	1,425,747	102%	1,429,057	104%
De la Parábola Cúbica	1,272,329	92%	1,186,021	85%	1,027,236	75%
De las Componentes	1,513,510	109%	1,726,876	124%	1,965,974	143%
Proyección de la CONAPO	1,386,610	100%	1,393,425	100%	1,377,105	100%

6.2. GRÁFICAS COMPARATIVAS

Basándose en las tablas donde se presentan las diferentes proyecciones de las poblaciones de cada uno de los estados, en las figuras de la 6.1 a la 6.6 se presentan las gráficas de los cálculos de las proyecciones hechas para el 2000 y 2010 de tres estados de la República escogidos aleatoriamente, para comparar los resultados de los diferentes métodos que se utilizan en la ingeniería civil, el método de las componentes demográficas y los datos proporcionados por el Consejo Nacional de Población (CONAPO).

En la Figuras 6.7 y 6.8 se presentan gráficas donde se comparan el cómo varían los resultados del método de las componentes demográficas con los datos proporcionados por el Consejo Nacional de Población. El dato que se incluye es el porcentaje de variación de cada uno de los estados para el año 2000 y 2010.

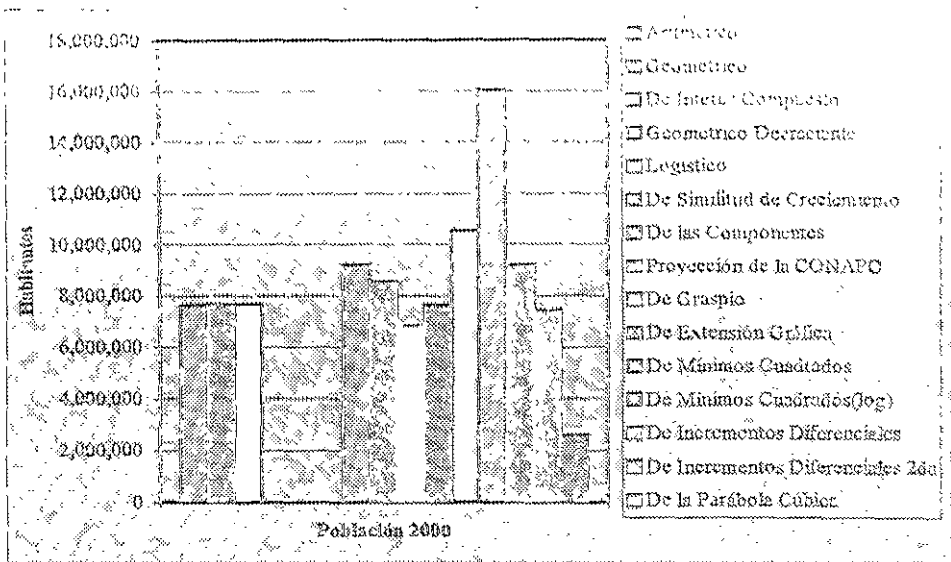


Figura 6.1 Proyección de la población del Distrito Federal para el año 2000

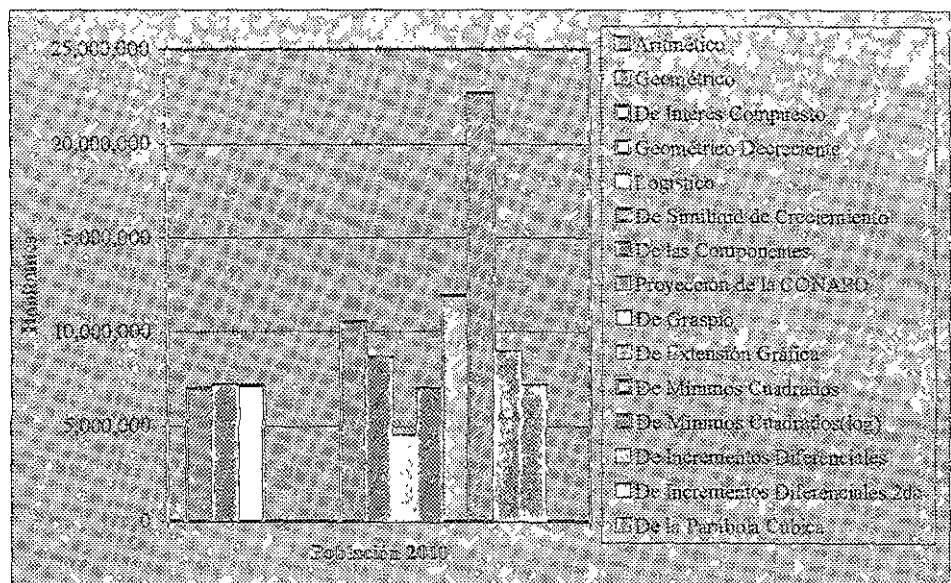


Figura 6.2 Proyección de la población del Distrito Federal para el año 2010

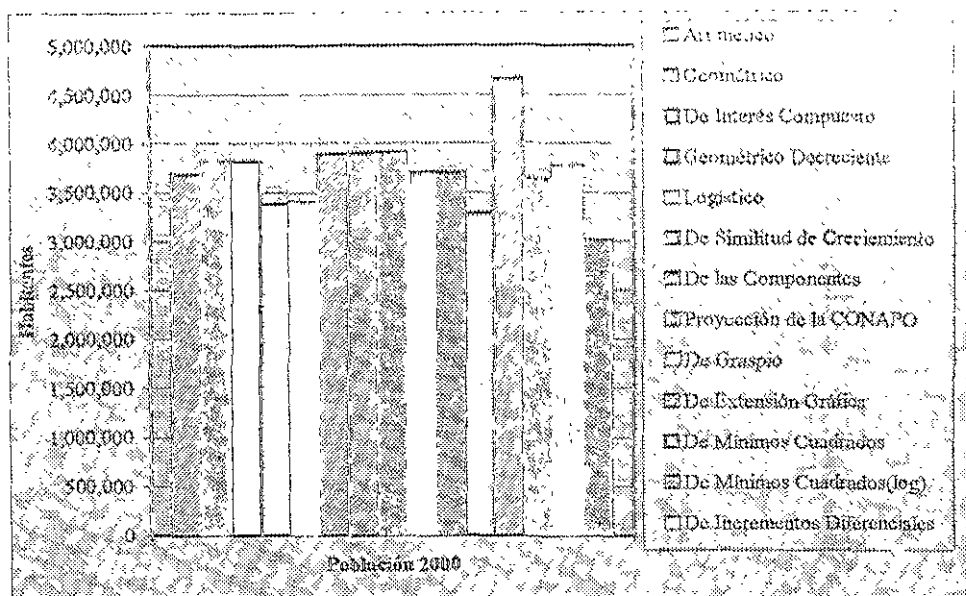


Figura 6.3 Proyección de la población de Nuevo León para el año 2000

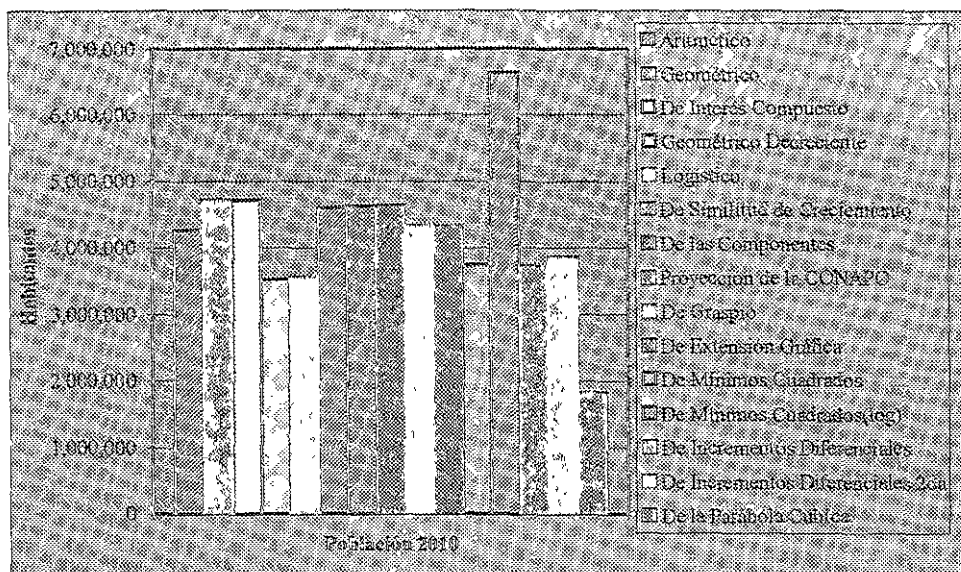


Figura 6.4 Proyección de la población de Nuevo León para el año 2010

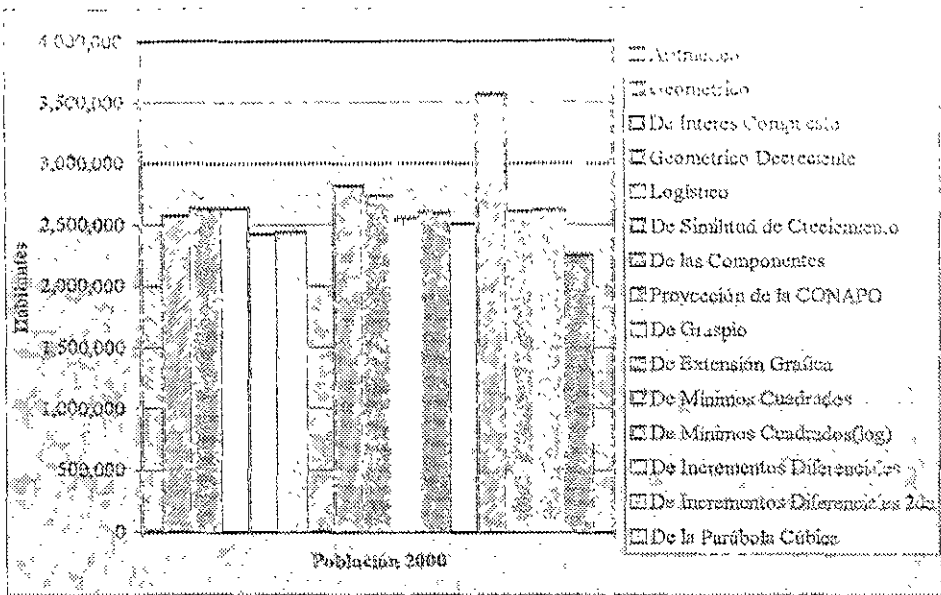


Figura 6.5 Proyección de la población de Tamaulipas para el año 2000

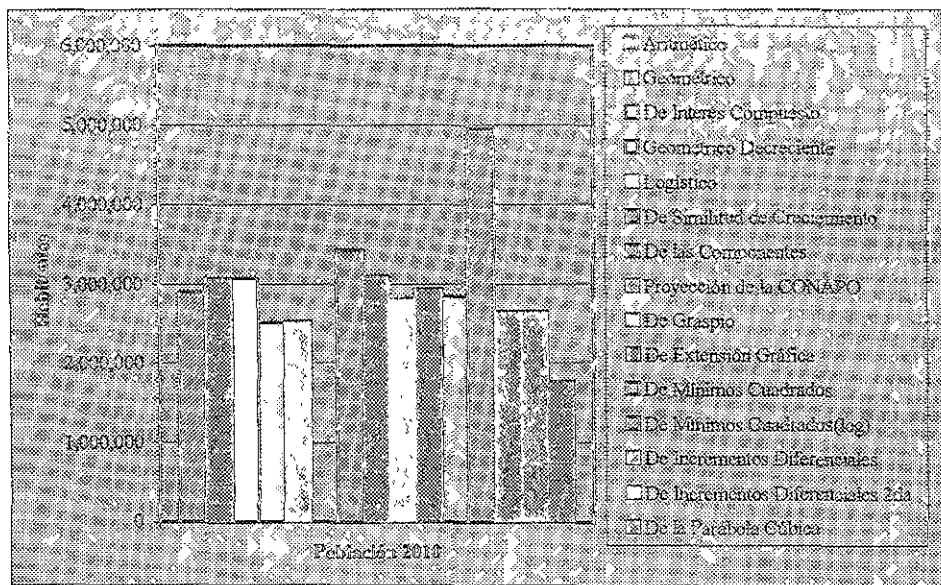


Figura 6.6 Proyección de la población de Tamaulipas para el año 2010

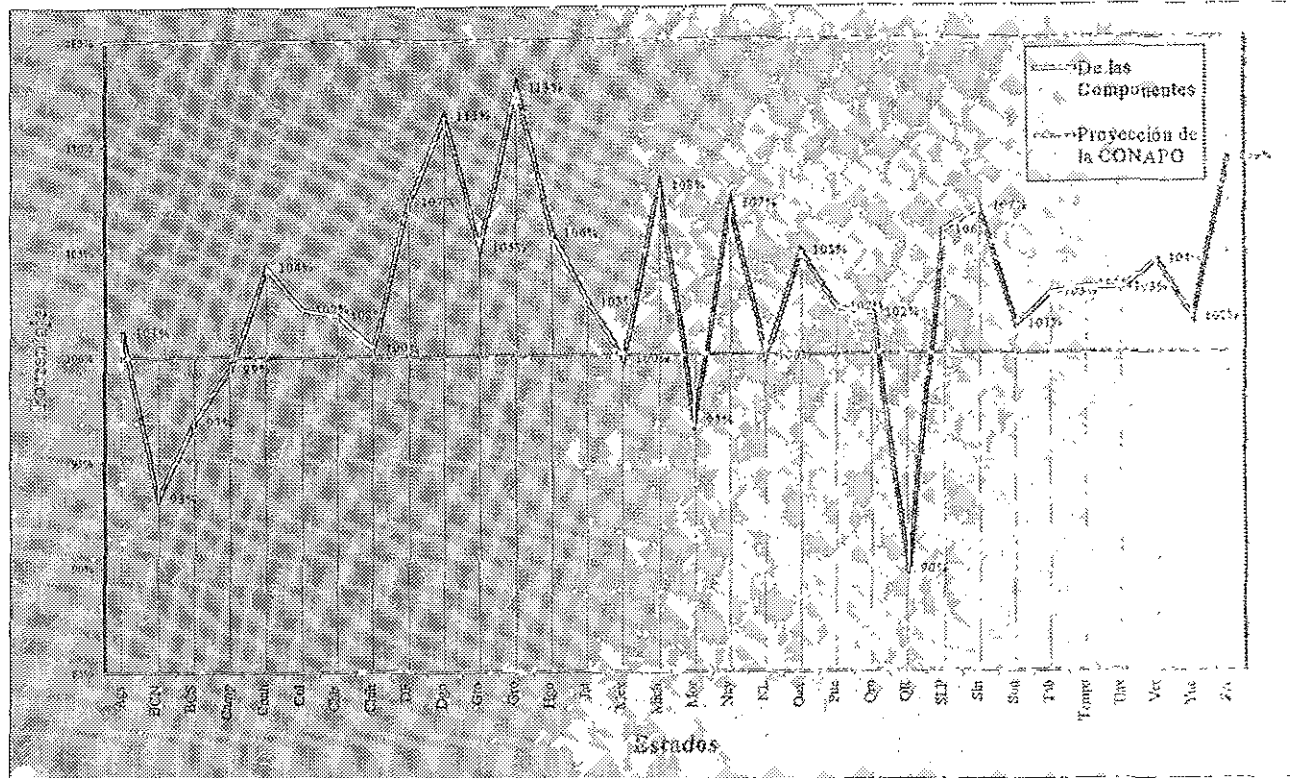


Figura 6.7 Porcentaje de Variación para el año 2000 de los Estados de la República Mexicana

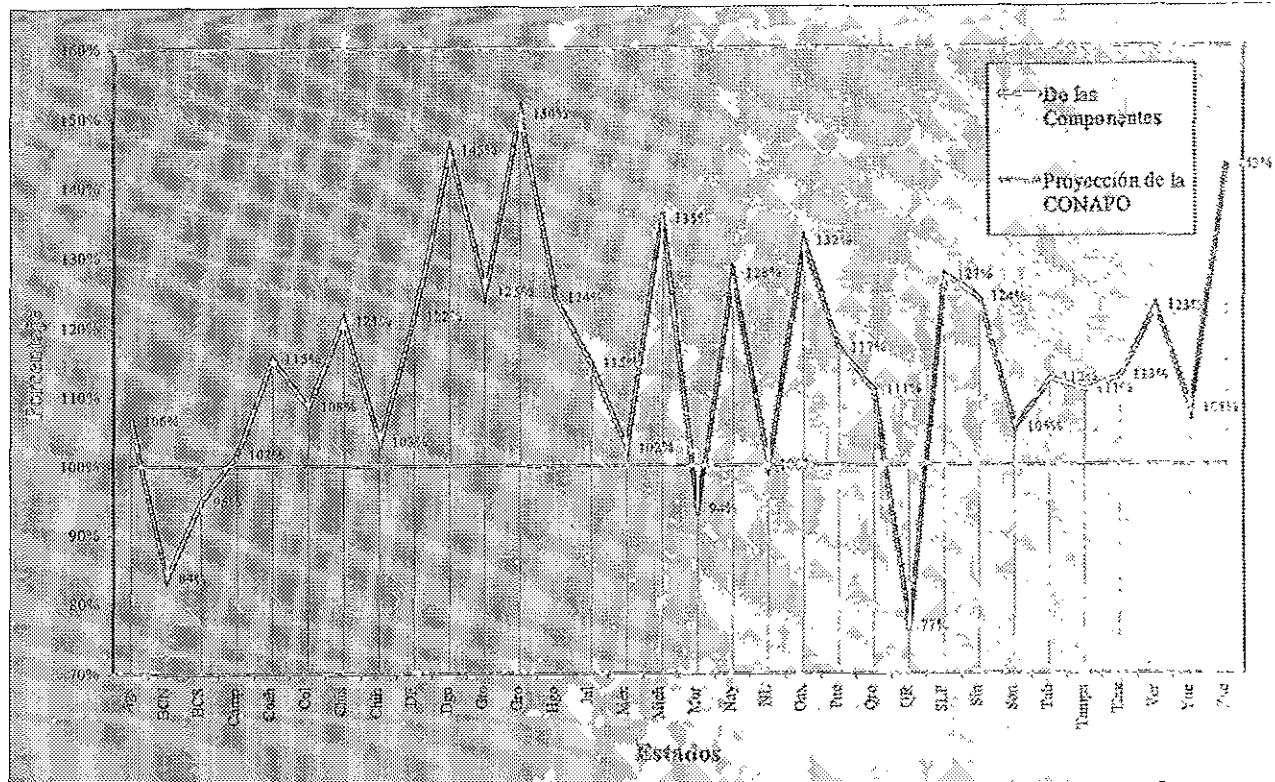


Figura 6.7 Porcentaje de Variación para el año 2010 de los Estados de la República Mexicana

CONCLUSIONES

- 1 No existe hasta nuestros días ningún método 100% exacto, debido a diferentes fenómenos que aumentan o disminuyen la población, como guerras, terremotos, programas de planificación, cambios económicos, etcétera.
- 2 Respecto a la obtención de información que se requiere para los cálculos de cada uno de los métodos, se concluye que el método de las componentes demográficas es más complicado en poblaciones pequeñas, debido a que se requiere obtener datos por grupos quinquenales de edad en los cuales no existe o hay poca información sobre la defunción y la fecundidad, en comparación con los otros métodos en los cuales la información requerida es únicamente la población total que es sencilla de obtener.
- 3 Los resultados que proporciona el método de las componentes demográficas generalmente son mayores a las poblaciones reales, no obstante, el valor es más aproximado al real que muchos de los valores que se obtiene con otros métodos.
- 4 En cuanto a los cálculos, el método de las componentes demográficas es más complicado que los otros métodos de proyección de población, pero utilizando la herramienta de la computadora los cálculos se vuelven relativamente más sencillos si se programa el modelo.
- 5 Al revisar la información se concluye que si incorporamos otras variables demográficas como el grado de urbanización o la migración, que permiten introducir más componentes relacionadas con el comportamiento de la población, el método de las componentes demográficas se vuelve más exacto; a diferencia de los otros modelos, que solo usan a la población total y no se puede incluir otro tipo de comportamiento de la población.
- 6 Al comparar los métodos se concluye que algunos métodos tradicionales utilizados en la Ingeniería Civil, como el geométrico, el logístico y el de la parábola, dan valores irreales en algunas poblaciones, mientras que en el método de las componentes demográficas siempre se obtienen valores coherentes y reales aunque estos varíen en un rango.
- 7 Una ventaja del método de las componentes demográficas es, que a diferencia de los otros métodos, no solo estima el volumen total de la población en estudio, si no que calcula el número de personas por grupos quinquenales de edad.
- 8 El método de las componentes demográficas es más confiable para proyecciones a corto que a largo plazo, debido a que a mayor tiempo de previsión, más inexactos son los resultados del método.
- 9 El método de las componentes demográficas se debería utilizar como una herramienta de proyección de población en proyectos de la Ingeniería Civil, ya que al trabajar con los fenómenos demográficos, nos puede decir con mayor exactitud cómo va a ser el crecimiento de la población en el futuro.

BIBLIOGRAFÍA

1. Dauby, M. "Estrimaciones y proyecciones demográficas" ONU, Nueva York, 1988
2. Barnes, D. & Bliss, P. "Water and wastewater engineering systems" Pitman U.S.A., 1984
3. Barnes, D. & Bliss, P. "Water and wastewater engineering systems" Pitman London, 1984
4. Camposortega, S. "Proyecciones de la población mexicana 1970 - 2004" Tesis de maestría, CICECO, Colegio de México, México, 1980
5. CELADE. "Algunas definiciones de demografía" Costa Rica, 1971
6. César Valdez, E. "Abastecimiento de agua potable" Facultad de Ingeniería, UNAM, México, 1991
7. CNA "Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento" Primera sección, libro 5 México.
8. Colegio de Ingenieros Civiles de México "Revista de Ingeniería Civil" N° 293 México, Septiembre de 1993
9. Colegio de Ingenieros Civiles de México "Revista de Ingeniería Civil" N° 323 México, Marzo de 1996.
10. Colin, Newell "Methods and models in demography" Guilford C New York, 1988
11. CONAPO. "La población de México en el año 2000" México, 1985
12. CONAPO. "La situación demográfica de México" México, 1997
13. CONAPO "La situación demográfica de México" México, 1998
14. Consejo Nacional de Población "Proyecciones de la población de México y de las entidades federativas 1990-2030" México, Marzo-1996
15. Consejo Nacional de Población "Situación demográfica del Distrito Federal" México, 1996.
16. Chiang Chir, L. "The life table and its applications" Robert E Krieger Publishing Company Florida, 1984.
17. Departamento del D.F "El Distrito Federal y sus Delegaciones" México, 14-Febrero-1995.
18. Duchesne, Louis "Proyecciones de población por sexo y edad para áreas intermedias y menores". CELADE Santiago de Chile, 1987.
19. El Colegio de México "Estudios demográficos y urbanos N°15". Vollúmen 5, número 3. México, 1990.
20. El Colegio de México "Estudios demográficos y urbanos N°33" Vollúmen 11, número 3 México, 1996.
21. Fliieger, W. & Keyfitz, N. "World population; an analysis of vital data". University of Chicago, Chicago & London. U.S.A., 1968.
22. Francisco, Alba. "Población economía y sociedad". Estudios Demográficos y Urbanos. Colegio de México México, 1996.
23. Glynn, J & Heinke Gary, W. "Environmental science and engineering". Prentice Hall, Englewood Cliffs. U.S.A., 1996.
24. Grover, B. "Manual de preparación de proyectos de abastecimiento de agua y saneamiento". Banco Mundial, volúmen 1. Washington, D C., 1986.
25. Hay, William. "An introduction to transportation engineering". Wiley. New york, 1961.
26. Hazas Sanchez, Alejandro "Método de simulación para el cálculo de proyecciones de población total y población económicamente activa" Centro nacional de informacion y estadísticas del trabajo. México, 1977-1999.
27. INEGI. "Dinámica demográfica". México, 1997
28. INEGI. "Estadísticas demográficas". Cuaderno de población núm. 8 y 10 México, 1997.

29. INEGI "Una década de estadísticas de México" México, 1990
30. INEGI "Estadísticas históricas de México" México, 1990
31. INEGI "Mujeres y hombres de México" México, 1993
32. INEGI "Migración reciente en México 1985-1990" México, 1992
33. Keyfitz, N & Flieger, W. "Population facts and methods of demography" W H. Freeman and Company San Francisco, 1971
34. Keyfitz, N. "Introduction to the mathematics of population" Addison-Wesley, Reading, MA, U.S.A., 1968
35. Keyfitz, Nathan "Applied mathematical demography" New York – USA, 1977
36. Keyfitz, Nathan. "Population" Facts and methods of demography. San Francisco – USA, 1978.
37. Lara, J. "Alcantarillado". Facultad de Ingeniería, UNAM México, 1991
38. Lucas, D & McDonald, P "Beginning population studies" Canberra development Studies Centre. Australian National University, 1980.
39. Lytton Waterman, E "Elements of water supply engineering" John Wiley and Sons, Inc New York, 1934.
40. Martínez, J. "Población y desarrollo". Carta Sobre Población. Boletín Oficial del Grupo Académico de Apoyo a Programas de Población, año 5, núm. 27 México, 1998
41. McGhee Terence, J "Water supply and sewerage" McGraw-Hill U.S.A., 1991
42. Naciones Unidas "Boletín de población de las Naciones Unidas" Nos. 19/20-1986 Nueva York, 1988
43. Naciones Unidas "Métodos para preparar proyecciones de población por sexo y edad" Manual III Nueva York, 1956
44. Naciones Unidas. "Proyecciones de población de México y entidades federativas 1980-2000". México, 1989
45. Newell, Colin "Methods and models in demography" Guilford. New York, 1988
46. Newell, Colin "Methods and models in demography" New York, 1988
47. ONU. "Boletín de población de las Naciones Unidas" Nueva York, USA, 1988.
48. Partida, Virgilio. "Migración interna" INEGI. México, 1994
49. Pérez Franco, D. "Recapitulación de conceptos básicos sobre alcantarillado sanitario" Universidad de la Habana. Cuba, 1972.
50. Pérez, Diosdado. "Recapitulación de conceptos básicos sobre alcantarillado sanitario" Serie 10, Ingeniería Hidráulica, N° 15 La Habana Cuba, 1972
51. Petersen, William. "Population". Mc Millan New York, 1975
52. Pressat, Roland. "El análisis demográfico". Fondo de Cultura Económica México, 1967.
53. Preston, S, Schoen, R & Keyfitz, N. "Causes of death. life tables for national populations" Seminar New York, 1972.
54. Rincon Manuel, J. "Teoría y métodos para la preparación de estimaciones y proyecciones de población". CELADE. Cuba, 1989.
55. Secretaría de Comunicaciones y Transportes – Dirección general de aeropuertos. "Ingeniería de aeropuertos". México, 1986.
56. Secretaría de Gobernación "El método de las componentes demográficas para realizar proyecciones de población". CONAPO. México, 1984.
57. Steel Ernest, W "Abastecimiento de agua y alcantarillado" Editorial Gustavo Gili Barcelona, 1958.
58. Swerdlow, Joel. "Población". National Geographic en español Octubre 1998

59. Farián, Rodolfo "Los resultados demográficos de México en el "nuevo milenio" - Evolución de la población - acafi México, 1998
60. Turk Amos, Turk Jonathan & Wittes Janet T. "Ecología-Contaminación-Medio ambiente" Editorial Interamericana México, 1985
61. UNAM "Instructivo para estudio y proyecto de abastecimiento de agua potable" Facultad de Ingeniería DICTG México, 1985
62. United Nations "Manual X, Indirect techniques for demographic estimation" New York, 1986.
63. United Nations "Model life tables for developing countries" New York, 1983
64. Vázquez, A & César, E "Impacto Ambiental" Facultad de Ingeniería, UNAM México, 1994.
65. Wright, P & Ashford, N "Transportation engineering" J Wiley New York, 1998