



CENTRO DE ESTUDIOS DEMOGRÁFICOS
URBANOS Y AMBIENTALES

MÉTODOS Y MODELOS PARA PRONOSTICAR LA POBLACIÓN
PARA ÁREAS PEQUEÑAS EN MÉXICO, EL CASO DE LA
CIUDAD DE MÉXICO.

Tesis presentada por
JOSUÉ DAVID HERNÁNDEZ MERCADO

Para optar por el grado de
MAESTRO EN DEMOGRAFÍA

Director de tesis
VÍCTOR MANUEL GARCÍA GUERRERO

MÉXICO, DF

JULIO DE 2016

AGRADECIMIENTOS:

Al Dr. Víctor Manuel García Guerrero, por su tiempo, tolerancia, ayuda y enseñanzas, que fueron fundamentales para la elaboración del presente trabajo.

A mis padres, que constituyen mi principal inspiración y con quienes siempre estaré en deuda, gracias por todo el amor y apoyo incondicional que me han otorgado a lo largo de mi vida.

A mis hermanos, por el amor que me han brindado, por estar conmigo en todo momento, por sus consejos y por el ejemplo que representan para mí.

A todos mis amigos, de los cuales he aprendido mucho y me han acompañado en las buenas y en las malas. Gracias por los momentos de extrema alegría que hemos compartido y por ser un ejemplo de superación, siempre los tengo presentes.

A la papita, gracias por tu cariño, por tus consejos y por tu apoyo, sabes que eres como una madre para mí.

Al Dr. Manuel Ordorica, por el tiempo que dedicó a la revisión de este trabajo, por las sugerencias que me hizo para mejorarlo y por todas sus enseñanzas.

Al Conacyt, por el apoyo económico otorgado a lo largo de estos dos años de maestría.

Al Colegio de México, por permitirme formar parte de este programa, por darme la oportunidad de conocer a grandiosas personas de las cuales sin duda alguna me llevo mucho y por hacerme sentir como en casa.

RESUMEN

Desde hace varios años se realizan en nuestro país proyecciones de población, mismas que se han convertido en una herramienta muy valiosa para, entre otras cosas, estimar necesidades futuras de la población en educación, salud, vivienda, etc. Sin embargo, las demandas de la población son distintas de acuerdo a la edad, e incluso el sexo de las personas. Además, la distribución geográfica de la población de acuerdo a su estructura etaria no es homogénea, por ello la necesidad de contar con proyecciones de población cada vez más desagregadas por edad, sexo y también a nivel geográfico. Al respecto, las proyecciones oficiales elaboradas por Conapo están desagregadas por edades individuales y por sexo a nivel nacional y estatal; no obstante, a nivel municipal se tiene información por sexo y grupos quincenales de edad, mientras que a nivel localidad, sólo se tiene información de los totales de población, por lo que dicha información resulta parcialmente útil para fines de planeación.

En el presente trabajo, se hace una revisión de diversos métodos para realizar proyecciones de población en áreas pequeñas. Posteriormente, se aplican algunos de los métodos revisados para el caso de las delegaciones que conforman la CDMX y los cálculos se comparan con los resultados arrojados por la Encuesta Intercensal 2015. Después del análisis por grandes grupos de edad de dicha comparación, se aprecia que son tres métodos los que arrojan los mejores resultados, destacando de manera particular el método de componentes, ya que supera al resto de los métodos al proyectar la población de 0-14 años. Este último método, se utiliza para realizar las proyecciones de población desagregadas por sexo y grupos quinquenales de edad de las delegaciones hacia el año 2030. Los resultados indican que si bien de manera general la población de la CDMX en su conjunto será menor a la población actual, se advierte que en unas cuantas delegaciones la población menor a 15 años y entre 15 y 65 años aumentará, mientras que la población de 65 años y más se incrementará para todas las delegaciones. Por último, vale la pena mencionar que dados los requerimientos de información y los supuestos que están detrás del método de componentes empleado, dicho método podría ser usado para realizar proyecciones de población por sexo y grupos quinquenales de edad para ciertas localidades.

ÍNDICE

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 2. ANTECEDENTES.....	9
2.1 Metodologías para la proyección de población en áreas pequeñas	9
2.1.1 Métodos de extrapolación.....	9
2.1.1.1 Métodos de extrapolación simples: Crecimiento lineal, geométrico y aritmético	9
2.1.1.2 Métodos de extrapolación complejos: Función logística, ajuste polinómico y procesos ARIMA	11
2.1.1.3 Métodos de razón de correlación: Proporción constante, proporción cambiante, proporción de crecimiento y método de relación de cohortes.....	12
2.1.2 Métodos de Regresión: Razón de correlación, regresión exponencial y regresión espacial	16
2.1.3 Método de razón censal.....	19
2.1.4 Método de la unidad de vivienda	19
2.1.5 Métodos de componentes.....	20
2.1.5.1 Doble logaritmo de Gompertz para la proyección de la estructura de la fecundidad	21
2.1.5.2 Proyección del nivel de la fecundidad	24
2.1.5.3 Sistema logito de Brass para la proyección de la mortalidad	25
2.1.5.4 Métodos estocásticos.....	27
2.1.5.5 Métodos bayesianos.....	29
2.1.6 Método de Hamilton Perry.....	32
2.2 Metodologías empleadas en México.....	33
2.2.1 Ajuste polinómico	33
2.2.2 Cadenas de Markov	33
2.2.3 Método de componentes restringido.....	34
2.2.4 Crecimiento exponencial	35
2.2.5 Proporciones constantes	36
2.2.6 Factores de crecimiento natural y social.....	36
2.2.7 Filtro de Kalman.....	39
CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA	41
3.1 Fuentes de información	41
3.1.1 Evaluación y corrección de las fuentes de información.....	42
3.2 Metodología para las proyecciones de la CDMX.....	49
3.3 Proyección de las delegaciones	53
3.3.1 Metodologías empleadas para la proyección de población de las delegaciones	54

3.4 Técnicas de evaluación de las proyecciones	72
CAPÍTULO 4. RESULTADOS.....	75
4.1 Resultados de las proyecciones de la CDMX	75
4.2 Resultados de las evaluaciones aplicadas a las proyecciones de población de las delegaciones para el año 2015.....	83
4.3 Proyecciones de las delegaciones para los años 2015, 2020, 2025 y 2030.....	92
4.3.1 Resultados de las proyecciones de población de las delegaciones para los años 2015, 2020, 2025 y 2030.....	92
BIBLIOGRAFÍA:.....	112
ANEXOS	115
Anexo 1. Estructura de las poblaciones de las delegaciones de la CDMX en 2010 y 2015.....	115
Anexo 2. Evaluación y corrección de las fuentes de información.....	118
Anexo 2.1 Evaluación de la información censal	119
Anexo 2.2 Corrección de la información censal	125
Anexo 2.3 Evaluación de la información de las estadísticas vitales.....	130
Anexo 3. Esperanzas de vida, TGF y SNM observados en los años 1990, 1995, 2000, 2005 y 2010	136
Anexo 4. Proyecciones de población para el año 2015, según el método utilizado por sexo y grandes grupos de edad, para las delegaciones de la CDMX.....	140

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

Las proyecciones de población son de suma importancia, ya que permiten informar los posibles escenarios futuros sobre el volumen, estructura y ritmo de crecimiento de la población, y, de esta manera, prever cuáles serán las necesidades futuras de ésta. En este sentido, las proyecciones constituyen insumos de las actividades planificadoras de un país, como la elaboración de políticas y programas dirigidos a cubrir las demandas de la población presente y futura.

Por otra parte, desde hace ya varios años se ha resaltado la importancia de tener proyecciones de población a nivel sub-nacional. Por ejemplo, Rueda destaca que en el caso de América Latina, un rasgo característico de los países de la región, es la concentración del poder político y social en ciertas regiones, trayendo como consecuencia una inequidad social y regional en la distribución de los beneficios del progreso, de modo que si se desean alcanzar altos niveles de desarrollo económico y social, es necesario en primera instancia atender estas desigualdades regionales. (Rueda, 1989: p. 17) En concordancia con lo anterior, este autor afirma que la existencia de proyecciones de población de áreas pequeñas de alta calidad, contribuirían a una mejor planeación a nivel regional y de esta manera poder combatir las desigualdades regionales. (Rueda, 1989: p. 22)

Diversos trabajos argumentan que a nivel regional, hay distintas razones que dificultan la realización de proyecciones de población, como: la limitada disponibilidad de información actualizada y suficientemente desagregada a estos niveles, así como la calidad de dicha información. (Giraldelli, 1989; Rueda, 1989; Partida, 2000; Duchesne, 1988) Además, otra dificultad radica en la variación de los tamaños y del crecimiento de las áreas en el tiempo y en el espacio geográfico. (Duchesne, 1988: p. 9) Esto ocasiona que las proyecciones sub-nacionales de población sean pobres, tanto en cantidad como en calidad, y que el aprovechamiento de las mismas sea restringido, ya que se genera información que resulta parcialmente útil para el uso más eficiente de los recursos con que habitualmente se cuenta a nivel regional. (Rueda, 1989: p. 21)

Como consecuencia de estas deficiencias en la información a nivel regional, al hacer una revisión de los trabajos que se han realizado de proyecciones de áreas pequeñas, lo más común es que sólo se cuente con proyecciones globales, es decir, proyecciones de poblaciones totales o

en su defecto, de grandes grupos de edad y que son elaboradas con base en tendencias intercensales. (Partida, 2000 y 2003) Un claro ejemplo de esta situación en México, son las actuales proyecciones de población realizadas por el Consejo Nacional de Población (Conapo), que brindan información nacional, estatal, municipal y por localidad; no obstante, para el caso de las proyecciones municipales, únicamente se cuenta con información desagregada por sexo y grupos quincenales de edad,¹ pero para la población por localidades, solamente se tiene información sobre el total de la población. (Conapo, 2015)

Respecto a esto último debe tenerse en cuenta que las necesidades de las personas son diferentes según la edad en la que se encuentran, por lo tanto, el poder contar con proyecciones desagregadas por sexo y edad permiten traducir dichos conceptos en términos de demanda de servicios de educación, salud, vivienda, recreación, empleo y seguridad social, entre otros. (Rueda, 1989: p.21)

De manera que el objetivo general del presente trabajo es: realizar un análisis de métodos propuestos para la proyección de la población de áreas pequeñas, a partir de su aplicación y evaluación, con el fin de seleccionar aquella metodología que brinde los mejores resultados y que permita obtener proyecciones con un mayor grado de desagregación de información a las existentes hoy en día en México, que puedan contribuir a una mejor planeación. Para ello, se aplicará la metodología seleccionada a las delegaciones de la CDMX abarcando el periodo temporal 2010-2030.

Los objetivos particulares son:

- Realizar una revisión de las metodologías propuestas para la proyección de población de áreas pequeñas.
- Aplicar las metodologías que sea posible de acuerdo a la información disponible, proyectando las poblaciones de las delegaciones hacia el año 2015.
- Evaluar los resultados obtenidos a partir de una comparación con los resultados de la Encuesta Intercensal 2015, utilizando técnicas de evaluación de proyecciones.
- Identificar la metodología que mejores resultados arroje en las evaluaciones.

¹ Los grupos de edad son: 0-14, 15-29, 30-44, 45-64 y 65 años y más. (Conapo, 2015)

- Utilizar esta última para elaborar proyecciones de población de las delegaciones, abarcando el periodo temporal 2010-2030.

Se eligió trabajar con la Ciudad de México (CDMX), debido a la importancia demográfica y económica de dicha entidad, pues de acuerdo con el Censo de Población y Vivienda de 2010, la CDMX es la segunda entidad de la República Mexicana con el mayor número de habitantes (8,851,080), después del Estado de México, además de ciertas particularidades que muestran los fenómenos demográficos de fecundidad, mortalidad y migración en esta entidad, los cuales se expondrán a continuación.

En el caso de la fecundidad, de acuerdo con Hernández et al. (2013) en México, su descenso comienza desde los años setenta como resultado de las acciones implementadas en materia de planificación familiar, de modo que para 1990 las mujeres tenían en promedio la mitad de hijos que en 1970 (6.72 vs 3.36 hijos en promedio respectivamente). Posteriormente, continuó el descenso aunque a un ritmo menor, ya que de 1990 a 2010, el descenso fue prácticamente de un hijo (3.36 vs 2.28); sin embargo, esta reducción en la fecundidad, no ha sido homogénea dentro del país, puesto que para 2010 todavía había entidades con niveles similares a los que tenía el país en el año 2000. Por el contrario, los autores señalan que la CDMX es la entidad con fecundidad más baja del país, siendo que en 2010 las mujeres tenían 1.8 hijos en promedio. (Hernández, et al. 2013) De hecho, de acuerdo con Viramontes y Castillo (2009), en el año 2000 la CDMX ya contaba con una tasa global de fecundidad (TGF)² menor al reemplazo.³ Estos resultados también son apoyados por la conciliación demográfica⁴ elaborada por la Sociedad Mexicana de Demografía (SOMEDE) en 2011, según la cual, a partir de 1996 las mujeres de la CDMX tenían menos de 2.1 hijos en promedio (2.08) y en el año 2010 tenían en promedio 1.7 hijos. (SOMEDE, 2011)

En cuanto a la mortalidad, Villagómez y Bristain (2008) destacan que de 1976 a 2008 hubo una ganancia de 10 años en la esperanza de vida al nacer⁵ de los mexicanos pasando de 65 años, a

² Se conoce como tasa global de fecundidad al número de hijos que en promedio tendrían las mujeres, si las condiciones de fecundidad de un periodo determinado permanecieran invariables a lo largo de su vida reproductiva.

³ Se considera el nivel de reemplazo es de 2.1 hijos en promedio por mujer.

⁴ La conciliación demográfica consiste en armonizar las tendencias de la mortalidad, la natalidad, la migración internacional e interestatal, con la población captada por los censos y conteos. (SOMEDE, 2011)

⁵ La esperanza de vida al nacer se refiere al número de años en promedio que se espera que viva una persona a partir del nacimiento, si las condiciones de mortalidad de un periodo determinado permanecen sin cambios a lo largo de la vida de esa persona.

75.1 años, enfatizando que uno de los factores más estrechamente relacionados con tal descenso fue sin duda la reducción de la mortalidad infantil, que pasó de un poco más de 60 defunciones de menores de un año por cada mil nacidos vivos, a un valor de 15.2, esto a nivel nacional. En el caso de la CDMX, para 2008 era la segunda entidad con mayor esperanza de vida al nacer después de Quintana Roo, con un valor de 76.1 años. En relación a la mortalidad infantil, en 2008 la CDMX era la entidad con el segundo valor más bajo, después de Nuevo León, con 11.4 defunciones de menores de un año por cada mil nacidos vivos. No obstante, a pesar de los importantes logros en mortalidad, en la primera década del siglo XXI ha habido un estancamiento en la esperanza de vida de los mexicanos, en el caso de los hombres, la tendencia incluso se ha revertido y se han observado descensos en dicho indicador, mientras que la esperanza de vida femenina ha tenido incrementos muy moderados en los últimos años. (Aburto et al., 2016) Dicha situación se debe, por un lado, al aumento en los homicidios después del año 2005 y, por otro lado, al incremento en muertes por diabetes. Los primeros han impactado particularmente a la población de entre 15 y 50 años, mientras que las segundas, a la población mayor a 45 años. (Canudas-Romo et al., 2015) Esto mismo indican los datos de SOMEDE, en los cuales es posible observar que para la CDMX, la esperanza de vida al nacer de las mujeres se incrementó de manera sostenida en el periodo 1990-2010, pero las ganancias en los últimos años han sido muy pequeñas llegando a un máximo en 2010 de 80.69 años. Mientras que en el caso de los hombres, se observa que hubo un ligero descenso de dicho indicador hacia finales de la primera década del siglo XXI, dado que en el periodo 1990-2010, el valor máximo se alcanzó en 2005 con 74.1 años en tanto que para 2010 el valor fue de 73.69 años. (SOMEDE, 2011)

Respecto a la migración, habría que dividir entre migración interna y migración internacional. Para la primera, de acuerdo con Conapo (2011) la migración interna ocurrida durante el siglo XX determinó en gran medida, la distribución actual de la población a lo largo del territorio. Conapo (2011) señala además que en el censo de 2010 se registró que 3.3 millones de personas de cinco años o más vivían en junio de 2005 en una entidad diferente a la de su residencia en junio de 2010, distinguiendo el caso de la CDMX, ya que fue la entidad con mayor pérdida de población por migración interna. De acuerdo con Chávez y Guadarrama (2004), en décadas pasadas la CDMX había sido una entidad que atraía a los migrantes, pero el hecho de que se haya convertido en una entidad de rechazo se debe al agotamiento del modelo de industrialización sustitutiva de importaciones y a las políticas de apertura y liberación comercial, además del bajo

dinamismo económico que ha tenido en las décadas recientes. Nuevamente los datos de la conciliación realizada por SOMEDE, apoyan estos hallazgos, ya que según los resultados de dicha conciliación, en 2010, la CDMX fue la entidad con el saldo neto migratorio (SNM)⁶ interno más negativo, siendo para los hombres y para las mujeres de -67,696 y -63,200 habitantes respectivamente, mientras que la entidad con el segundo SNM interno más negativo fue Chiapas para el caso de los hombres, con -6,496 habitantes, y Guanajuato para el caso de las mujeres con -6,599 habitantes. (SOMEDE, 2011)

En cuanto a la migración internacional, en décadas pasadas, México se había caracterizado por ser un país con un SNM internacional negativo, es decir, un país expulsor, particularmente de inmigrantes con destino a los Estados Unidos. Entre 1965 y 2015 más de 16 millones de mexicanos migraron a los Estados Unidos. En 1970, menos de 1 millón de mexicanos inmigrantes vivía en el país vecino. Para el año 2000, el número había crecido a 9.4 millones y en 2007 llegó a un máximo de 12.8 millones. Sin embargo, de acuerdo con un análisis del Pew Hispanic Center (2015), después de la gran recesión, más inmigrantes han regresado a México que migrado a Estados Unidos. El estudio revela que de acuerdo a información de la Encuesta Nacional de la Dinámica Demográfica (ENADID) de 2009 a 2014, un millón de mexicanos y sus familias dejaron Estados Unidos y volvieron a México, mientras que la información del censo de Estados Unidos para el mismo periodo muestra que un estimado de 870,000 mexicanos dejaron México con destino a Estados Unidos. El declive en el flujo de mexicanos inmigrantes a Estados Unidos se debe a diversas razones, por un lado, la lenta recuperación de la economía estadounidense pudo haber provocado que Estados Unidos fuera un país menos atractivo para migrantes mexicanos potenciales, además de haber impulsado a otros a salir, dado el deterioro en el mercado de trabajo estadounidense. Por otra parte, una aplicación más estricta de las leyes de inmigración, particularmente en la frontera Estados Unidos–México, pudo haber contribuido a una reducción de inmigrantes que llegan a Estados Unidos en años recientes. En el año fiscal 2013, las deportaciones de inmigrantes mexicanos alcanzaron un máximo histórico de cerca de 315,000, un incremento del 86% desde el 2005, cuando un cambio en la política hizo más probable que los mexicanos que cruzaron la frontera pudieran ser deportados. (Pew Hispanic

⁶ El saldo neto migratorio se define como la diferencia entre inmigrantes menos emigrantes. Por lo tanto, el SNM interno se refiere a la diferencia entre inmigrantes internos menos emigrantes internos, mientras que el SNM internacional es la diferencia entre inmigrantes internacionales menos emigrantes internacionales.

Center, 2015) La caída de la migración mexicana a Estados Unidos tanto en términos absolutos como relativos, sucedió en todas las entidades federativas del país, incluyendo aquellas de larga tradición migratoria como Guanajuato, Jalisco, Michoacán y Zacatecas. (Ramírez y Meza, 2011)

Para el caso de la CDMX, los resultados de la conciliación de la SOMEDE permiten corroborar lo anterior, pues según estos datos, si bien durante el periodo 1990-2010 el SNM internacional para el Distrito Federal ha permanecido negativo, hablando en valores absolutos, alcanzó su máximo en el año de 1999 con un valor de -12,790 hombres y -11,847 mujeres, y para el año 2009 alcanzó sus valores más pequeños (-719 hombres y -2,423 mujeres). (SOMEDE, 2011) No obstante, siguiendo con dicha conciliación, considerando los SNM internacionales en 2010 de todas las entidades, la CDMX no se encuentra ni siquiera dentro de los diez más bajos. Ocupaba el onceavo lugar para los hombres, con un valor de -793 y el doceavo para las mujeres con un valor de -2,534, mientras que la entidad con el SNM internacional más negativo fue Jalisco, con valores de -54,415 y -45,338 para hombres y mujeres respectivamente.

A pesar de esto, dada la alta emigración interna, los datos de la conciliación confirman que en 2010 la CDMX fue la entidad con el SNM total más negativo del país, es decir, la que tiene mayor pérdida de población a causa de la migración con -68,489 hombres y -65,734 mujeres, seguida de Jalisco con -52,682 hombres y -44,891 mujeres. (SOMEDE, 2011)

Por otra parte, se realizó un análisis de los resultados del Censo de Población y Vivienda 2010⁷, en el cual se encontró que para ese año 8% de la población de la CDMX contaba con 65 años y más, cifra que es ligeramente menor para los hombres en comparación con las mujeres, siendo 7% para los primeros y 9% para las últimas. No obstante, al hacer un análisis por delegación, se encuentran ciertas diferencias en cuanto a la estructura poblacional de éstas. Por ejemplo, si se toman los casos extremos, se tiene la delegación Benito Juárez en la que para el año 2010, 12% de su población superaba los 64 años de edad, además, se percibe una diferencia de 5 puntos porcentuales entre hombres y mujeres, siendo que 14% de éstas se encontraba en dicho grupo de edad, mientras que para los hombres el porcentaje fue de 9%. En contraste, se observa la delegación Tláhuac, donde la población adulta mayor⁸ representaba únicamente 5% del total, teniendo nuevamente diferencias por sexo, ya que del total de hombres, 4% se concentraba en

⁷ En el Anexo 1, se puede observar el cuadro correspondiente a dicho análisis.

⁸ La población con 65 años o más.

este grupo etario, mientras que 5% del total de mujeres se encontraba en este grupo. También entre estas delegaciones, llama la atención la diferencia que existe entre el porcentaje de población menor a quince años, pues en la primera, esta población representa 15% del total, mientras que para la última, el porcentaje es de 27%.

De acuerdo con los resultados de la Encuesta Intercensal, dichos diferenciales permanecen para 2015 aunque con algunas diferencias, pues si bien Benito Juárez continúa siendo la delegación con mayores porcentajes de población por arriba de los 64 años, 11% para el caso de los hombres y 15% para las mujeres, Milpa Alta es la delegación con los porcentajes más bajos, toda vez que los hombres adultos mayores de esa delegación representaban sólo 5% del total de hombres, en tanto que para las mujeres el porcentaje fue de 6%. Por lo que los resultados de la Encuesta Intercensal 2015 permiten confirmar que el envejecimiento continúa siendo diferente en las delegaciones que conforman la CDMX.⁹

Todo lo anterior, nos permite concluir que si bien la CDMX es una entidad federativa que se encuentra ya en un proceso avanzado de la transición demográfica, al interior de la misma se siguen observando diferencias en cuanto a la estructura etaria de las poblaciones, lo cual se traduce en una demanda diferenciada de servicios por parte de las poblaciones de las delegaciones que la componen.

De esta manera, en lo posterior el trabajo se divide en cuatro capítulos. El primero, es un capítulo de antecedentes en el cual se revisan diversas metodologías que han sido propuestas para la elaboración de proyecciones de población en áreas pequeñas y los métodos que han sido implementados para el caso de México. Posteriormente, se tiene un capítulo que trata la metodología del presente trabajo, en éste se hace un análisis de las fuentes de información consultadas, se mencionan y ejemplifican los métodos que se emplearán para la proyección de población de las delegaciones de la CDMX hacia el año 2015, y se mencionan las técnicas que se usarán para la evaluación de los métodos aplicados, las cuales se basan en una comparación de las proyecciones obtenidas hacia 2015 y los resultados arrojados por la Encuesta Intercensal 2015. En tercer lugar, se encuentra un capítulo en el cual se presentan los resultados obtenidos mediante los distintos métodos empleados y su respectiva evaluación, a partir de la cual se elige la mejor metodología para realizar las proyecciones de población de las delegaciones hacia el

⁹ Estos resultados también se pueden verificar en el Anexo 1.

año 2030, mismas que son presentadas y analizadas en este mismo capítulo. Finalmente, se encuentra el capítulo de conclusiones donde se resúmen y destacan los principales hallazgos del trabajo, además de señalar las áreas de oportunidad para trabajos posteriores.

CAPÍTULO 2. ANTECEDENTES

2.1 Metodologías para la proyección de población en áreas pequeñas

En este capítulo se revisan distintos métodos para la elaboración de proyecciones de población en áreas pequeñas, así como los trabajos que se han realizado al respecto en México. Con la finalidad de facilitar la lectura, dado que en muchas metodologías la información que se requiere es la misma, pero la notación que se utiliza tiene ciertas diferencias, se propone adoptar la siguiente notación: se denotará como $N(t)$ a la población total de una determinada área pequeña al tiempo t . Dado que en algunas metodologías se requiere información del área mayor que contiene a las áreas pequeñas, se denotará por $P(t)$ a la población total de un área mayor de la cual forma parte dicha área pequeña en el tiempo t . $N_x(t)$ será la población del área pequeña, de edad cumplida x en el año t y ${}_nN_x(t)$ población del área pequeña, de edades cumplidas x a $x+n-1$ en el momento t . De manera análoga se definen estas dos últimas para el área mayor, utilizando P en lugar de N . Para los métodos que requieran algún otro tipo de notación, se hará la especificación necesaria al exponer el método.

2.1.1 Métodos de extrapolación

Los primeros métodos que se revisarán, son los de extrapolación, los cuales a su vez se dividen en métodos de extrapolación simples, complejos y de razón de extrapolación. Los primeros, tienen una estructura matemática simple y requieren información de sólo dos puntos en el tiempo; los métodos complejos, precisan información para puntos adicionales en el tiempo (3 o más); por último, los métodos de razón de extrapolación involucran dos poblaciones: la población de un subgrupo (por ejemplo, de un municipio), y la población del grupo en el que están contenidos (por ejemplo, un estado). (Swanson & Tayman, 2012)

2.1.1.1 Métodos de extrapolación simples: Crecimiento lineal, geométrico y aritmético

Dentro de los métodos de extrapolación simples se encuentran el crecimiento geométrico, el aritmético y el exponencial. (Swanson & Tayman, 2012) De acuerdo con Granados (1989) el uso de estos métodos supone que la población tiene un comportamiento histórico relativamente regular, lo cual suele suceder con poblaciones que no están muy afectadas por fluctuaciones debidas a la migración. El crecimiento aritmético supone que en cada periodo la población

aumenta o disminuye en el mismo número de habitantes. La autora subraya que si bien es difícil encontrar una población que presente estas características, es posible que a pesar de lo simple, la técnica pueda dar buenos resultados especialmente a corto y mediano plazo, pues aunque se asume que el crecimiento de la población será en el futuro en términos absolutos el mismo que en el pasado, implícitamente la población estaría creciendo a una tasa decreciente (si la población está aumentando), lo cual parece razonable, particularmente en poblaciones cuya fecundidad está en descenso, pero advierte también que si la población está disminuyendo, no sería muy conveniente usar este método, pues en ese caso la población disminuiría a una tasa creciente y se podría llegar a una estimación negativa, lo cual no es lógico dentro de una población. (Granados, 1989) En el crecimiento geométrico, la población crece a una tasa constante, es decir, que en cada periodo de tiempo la población aumenta proporcionalmente lo mismo, aunque el número de personas incrementa de forma creciente. Finalmente, en el crecimiento exponencial, se supone que la población crece de manera exponencial. Granados (1989) destaca que estos dos últimos crecimientos fueron propuestos debido a que se observó que durante mucho tiempo diversas poblaciones tendieron a crecer de manera geométrica o exponencial. De manera que si se denota como $N(t)$ a la población en el momento t , $N(0)$ a la población en el momento 0 o momento inicial, t el periodo de tiempo ($t-0$) y r la tasa de crecimiento, los modelos aritmético, geométrico y el exponencial se expresan de la siguiente manera:

Crecimiento aritmético

$$N(t) = N(0) * (1 + rt)$$

Crecimiento geométrico:

$$N(t) = N(0) * (1 + r)^t$$

Crecimiento exponencial:

$$N(t) = N(0) * e^{rt}$$

Cabe mencionar que estas mismas funciones pueden utilizarse para realizar proyecciones por grupos de edades, en cuyo caso las fórmulas serían:

Crecimiento aritmético

$${}_nN_x(t) = {}_nN_x(0) * (1 + rt)$$

Crecimiento geométrico:

$${}_nN_x(t) = {}_nN_x(0) * (1 + r)^t$$

Crecimiento exponencial:

$${}_nN_x(t) = {}_nN_x(0) * e^{rt}$$

El caso en que $n=1$, se refiere a edades individuales y $n=5$ a grupos quinquenales de edad.

2.1.1.2 Métodos de extrapolación complejos: Función logística, ajuste polinómico y procesos ARIMA

Pasando a los métodos complejos, se tiene en primer lugar la función logística, que de acuerdo con Granados (1989), es una función que ha ido evolucionando, pues se le han hecho algunas modificaciones con el tiempo, aunque el planeamiento inicial supone que en un principio la población crecerá aceleradamente, pero después de un crecimiento máximo, su ritmo cesará, y se irá reduciendo con la misma intensidad con que creció, hasta llegar a cero. Por su parte, la tasa de crecimiento, se comporta de manera inversa, pues en lugar de crecer, disminuye de manera continua hasta llegar a cero. Para su implementación se necesita información de tres momentos en el tiempo separados de forma equidistante uno de otro. Si se denota como $N(t)$ a la población en el momento t , t como el periodo al cual se desea proyectar, a y b constantes, k la asíntota superior y e la base de los logaritmos, matemáticamente la función se puede escribir como:

$$N(t) = \frac{k}{1 + e^{a+bt}}$$

Por otra parte, se tienen las curvas polinómicas. Este método consiste únicamente en ajustar un polinomio a los datos que se tienen, y ya que se ha elegido el polinomio que mejor se ajuste a la información, se sustituyen en dicho polinomio los años futuros para obtener las poblaciones de los mismos. (Granados, 1989) De acuerdo al polinomio que se desee ajustar, es el número de puntos que se necesitarán, por ejemplo, un polinomio de grado dos requiere al menos de la población en tres momentos en el tiempo para su aplicación. Sean $N(t)$ la población al momento t , t la fecha a la que se desea proyectar, y a, b, c, \dots, k constantes que se estiman mediante mínimos cuadrados, la ecuación general de la curva es:

$$N(t) = a + bt + ct^2 + \dots + kt^n$$

También dentro de los métodos de extrapolación se encuentran los procesos ARIMA. El mecanismo estocástico y la estructura de un modelo ARIMA están descritos a su vez por tres procesos: 1) autoregresivo, 2) diferencia y 3) promedio móvil. Para construir propiamente un modelo ARIMA se necesita una serie de tiempo estacionaria. El proceso diferencia es usado para alcanzar este fin. Actualmente, se han desarrollado softwares¹⁰ que a partir de la información histórica disponible, indican cuál es el modelo ARIMA que mejor se ajusta a los datos; sin embargo, presentan la desventaja de que como regla las series de tiempo deben contener suficientes observaciones para identificar el modelo y la estimación de los parámetros. La convención sugiere un mínimo de 50 observaciones para modelar un ARIMA. (Swanson & Tayman, 2012)

2.1.1.3 Métodos de razón de correlación: Proporción constante, proporción cambiante, proporción de crecimiento y método de relación de cohortes.

Los métodos de Razón de Correlación involucran la relación entre dos grupos: un grupo grande y un subgrupo que está contenido en el grupo grande. Estos grupos, pueden ser geográficos o demográficos. La ventaja de dichos métodos es que tienen pocos requisitos de información y son fáciles de implementar, además de que en estos métodos la suma de los subgrupos iguala al total del grupo mayor. (Swanson & Tayman, 2012)

Un método perteneciente a este rubro, es el de proporción constante, en el cual la proporción que representa el subgrupo con respecto al grupo mayor se mantiene constante a un nivel observado durante el periodo base.¹¹ Típicamente se toma la proporción observada en el último año para el cual se dispone de información (año base). La estimación pos censal se hace aplicando la proporción del subgrupo a la estimación independiente del grupo mayor. La gran ventaja de este procedimiento, es que sólo requiere información para un periodo de tiempo, lo cual lo hace útil para áreas donde los límites geográficos cambian o la falta de información hace imposible que se construyan series históricas consistentes; empero, tiene el inconveniente de asumir que las áreas

¹⁰ Algunos softwares que pueden servir para estos fines son: STATISTICA, SPSS y R

¹¹ Se conoce como periodo base, al periodo para el cual se dispone de información a partir de la cual se va a realizar la proyección, por ejemplo, si las proyecciones abarcaran el periodo 2010-2030, pero la información a partir de la cual se realizara la proyección cubre el periodo 1990-2010, éste ultimo sería el periodo base.

pequeñas cambiarán en el mismo porcentaje que el área mayor¹² en la que están contenidas, asimismo, requiere que previamente se cuente con la proyección del área mayor. (Swanson & Tayman, 2012) Siguiendo la notación propuesta al principio, sea t_0 el año base de la proyección, y t el año al que se desea proyectar, entonces la proyección queda como:

$$N(t) = \left(\frac{N(t_0)}{P(t_0)} \right) * P(t)$$

Otra metodología de esta clasificación, es el método de proporción cambiante. A diferencia del anterior, está diseñado para tratar con cambios históricos en las proporciones de población pero requiere de mayor información. Diferentes funciones pueden ser usadas para extrapolar las tendencias históricas de las proporciones. (Swanson & Tayman, 2012) Por ejemplo, usando una función lineal, si se toma la misma notación que en el método anterior y se agregan los términos z que representa los años que hay entre el año base y el año al que se desea proyectar, y b que es un año comprendido en el periodo base distinto al año base, para el cual se tiene información. La proyección se calcularía como:

$$N(t) = P(t) * \left[\frac{N(t_0)}{P(t_0)} + \frac{z}{y} * \left[\frac{N(t_0)}{P(t_0)} - \frac{N(b)}{P(b)} \right] \right]$$

También se encuentra en este grupo el método de proporción de crecimiento. A diferencia de los dos anteriores, trata las proporciones de cambio de la población en lugar del tamaño de la población. En este método se asume que la proporción de cambio de la población del área menor, respecto al área mayor será la misma a lo largo del periodo pos censal, así como lo fue en el periodo base. De acuerdo con Swanson y Tayman (2012), este método puede proveer mejores estimaciones que los dos anteriores; sin embargo, presenta problemas cuando el cambio en la población del área pequeña tiene signo distinto al cambio en el área mayor. En esta situación, la proporción del área pequeña debe ajustarse y las proporciones restantes deben ser modificadas de manera que sumen uno. (Swanson & Tayman, 2012) Siguiendo con la notación anterior, la proyección del subgrupo al tiempo t quedaría calculada como:

¹² Esto quiere decir que si el pronóstico previo del área mayor indica que la población de ésta disminuirá en un diez por ciento para un determinado año futuro, la población de las áreas pequeñas también disminuirá en diez por ciento para esa misma fecha.

$$N(t) = N(t_0) + \left[\frac{N(t_0) - N(b)}{P(t_0) - P(b)} * [P(t) - P(t_0)] \right]$$

Dentro de esta categoría también se podría considerar la metodología propuesta por Duchesne (1988), cuyo método es llamado “Método de Relación de Cohortes”, el cual permite proyectar la población por edad y sexo de un área pequeña, aplicando las tasas de crecimiento obtenidas de las proyecciones del área mayor en la que está contenida a los grupos de edad y sexo correspondientes, es decir, precisa como insumo las proyecciones del área mayor y la información correspondiente a dos momentos censales de la áreas mayor y menor. Por supuesto que los crecimientos de las áreas menores no son iguales al crecimiento del área mayor, por lo cual se incluye el diferencial de crecimiento de las áreas menores mediante un factor K . (Duchesne, 1988) Continuando con la notación anteriormente descrita y denotando como ${}_5K_{x+5}(t, t+5)$ al índice de crecimiento diferencial del área menor respecto al área mayor, correspondiente al grupo quinquenal de edades x a $x+5$ en el momento t , que alcanza las edades $x+5$ a $x+10$ en el momento $t+5$, ${}_5CR_x(t, t+5)$ el coeficiente de crecimiento del área mayor, correspondiente al grupo quinquenal de edades x a $x+5$ en el momento t que alcanza las edades $x+5$ a $x+10$ en el momento $t+5$. Se tiene que la población del área menor al tiempo $t+5$ queda determinada de la siguiente manera:

$${}_5N_{x+5}(t+5) = {}_5N_x(t) * {}_5CR_x(t, t+5) * {}_5K_x(t, t+5)$$

Donde el crecimiento del área mayor y el factor diferencial K se calculan como:

$${}_5CR_x(t, t+5) = \frac{{}_5P_{x+5}(t+5)}{{}_5P_x(t)}$$

$${}_5K_x(t, t+5) = \frac{\left[\frac{{}_5N_{x+5}(t+5)}{{}_5N_x(t)} \right]}{\left[\frac{{}_5P_{x+5}(t+5)}{{}_5P_x(t)} \right]}$$

Para estimar la población de 0 a 4 años, Duchesne (1988) propone estimar los índices diferenciales de fecundidad IDF entre el área mayor y las áreas menores, mediante los datos del censo los cuales se relacionan con la estructura de la fecundidad del área mayor, con la finalidad de estimar los nacimientos ocurridos en el periodo de proyección. Los IDF se estiman a partir de los datos del último censo disponible para las áreas menores y la mayor, dividiendo la relación

niño-mujer de cada área menor con la del área mayor que la contiene. Si se denota como ${}_{35}NF_{15}$ a la población femenina de 15 a 49 años, la relación niño-mujer del área menor i se calcula como:

$$RNM_i = \frac{{}_5N_0}{{}_{35}NF_{15}}$$

Después de calcular la RNM de todas las áreas pequeñas y la del área mayor, la cual se denotará como RNM_m , se calculan los IDF para el área menor i de la siguiente manera:

$$IDF_i = \frac{RNM_i}{RNM_m}$$

Bajo el supuesto de que dichos IDF se mantendrán constantes a lo largo de la proyección, se estima el nivel de fecundidad de cada área menor utilizando la tasa global de fecundidad (TGF) a partir de la relación:

$$TGF_i^{t+5} = IDF_i * TGF_m^{t+5}$$

Donde TGF_m^{t+5} es la TGF del área mayor al tiempo $t+5$. Restaría conocer la fecundidad por edades de las áreas menores al tiempo $t+5$. Para ello, de acuerdo con Duchesne (1988), si no se observan diferencias significativas en la evolución de la estructura de la fecundidad proyectada entre el área menor y mayor, es posible seleccionar una única estructura para estimar las tasas específicas de fecundidad por edad. La estimación de dichas tasas que determinada como:

$${}_5f_{x,i}^{t+5} = [{}_5f_{x,m}^{t+5} * TGF_m^{t+5}] * TGF_i^{t+5}$$

Una de las ventajas de esta metodología, es que asegura la coherencia entre la suma de las áreas intermedias y menores de un área grande y las proyecciones ya conocidas de esta última. Además, toma en cuenta la estructura de la población y algunos cambios de las variables demográficas (en particular la fecundidad). En cuanto a esto último, el método maneja como hipótesis que las áreas menores tendrán a lo largo del periodo de proyección el mismo diferencial de fecundidad observado en cada una de ellas respecto al área mayor al momento del último censo, mientras que los factores de crecimiento diferencial (K) al mantenerlos constantes para todos los quinquenios de la proyección, tienen implícito el supuesto de que la mortalidad y la

migración mantendrán el mismo comportamiento diferencial entre las áreas menores y la mayor. (Duchesne, 1988)

Finalmente, dentro de estos métodos también se puede realizar la proyección de las proporciones de las áreas menores respecto a las áreas mayores usando los modelos matemáticos de extrapolación descritos anteriormente, como el crecimiento aritmético, geométrico, exponencial, la función logística y el ajuste polinómico. La diferencia es que en lugar de utilizar las poblaciones del área menor, se usan las proporciones de la población de las áreas menores respecto a la población del área mayor, para que una vez realizada la proyección de las proporciones, se multipliquen por la proyección de la población del área mayor. (Granados, 1989) Dado que es normal que la suma de las proporciones proyectadas sea diferente a uno, éstas son normalmente corregidas ajustando las participaciones proporcionalmente para que sumen uno. Sea A el factor de ajuste por el cual deben multiplicarse las participaciones, S_i la participación de la i -ésima subárea y n el número total de subáreas, el ajuste se puede formular así:

$$A = \frac{1}{\sum_{i=1}^n S_i}$$

Dicho ajuste debe hacerse para cada año de la proyección para que la suma reproduzca la suma del área mayor. (Granados, 1989)

2.1.2 Métodos de Regresión: Razón de correlación, regresión exponencial y regresión espacial

Las técnicas de regresión también son utilizadas para la estimación y proyección de población de áreas pequeñas. El método más comúnmente usado es el método de razón de correlación, el cual involucra relacionar cambios en variables sintomáticas con cambios en el volumen de la población. Las variables sintomáticas son variables relacionadas al cambio de la población, por ejemplo, la matrícula escolar, los nacimientos, las defunciones, etc. Dado que el método observa el cambio entre ambas, se necesita información de la población de dos censos sucesivos, así como información para los mismos años representando los indicadores sintomáticos. Para su implementación, el método requiere información sintomática que represente el año para el cual se desea hacer la estimación. (Swanson & Tayman, 2012) Sean a_0 el término intersección a ser

estimado, b_j el coeficiente de regresión a ser estimado, ε_j el término error, j indica el j -ésimo indicador sintomático, con $1 \leq j \leq k$, i se refiere a la subárea i con $1 \leq i \leq n$, t el año del censo más reciente, z es el número de años entre cada censo a partir de los cuales se obtiene la información para construir el modelo y S el indicador sintomático. En términos generales, el modelo de razón de correlación queda como:

$$N_i(t) = a_0 + \sum (b_j) * S_{i,j}(t) + \varepsilon_i$$

y

$$N_i(t) = \frac{\left[\frac{N_i(t)}{\sum N_i(t)} \right]}{\left[\frac{N_i(t-z)}{\sum N_i(t-z)} \right]}$$

$$S_{i,j}(t) = \frac{\left[\frac{S_i(t)}{\sum S_i(t)} \right]}{\left[\frac{S_i(t-z)}{\sum S_i(t-z)} \right]}$$

Una vez que se encuentran los coeficientes, se sustituyen en la ecuación los valores de las variables sintomáticas al tiempo t , por las variables sintomáticas al tiempo $t+k$, o sea, al año al que se desea estimar o proyectar la población de la subárea.

Otro método de regresión es el de diferencia de correlación, que difiere del anterior en la construcción de la variable, pues en vez de usar razones de las dos proporciones en dos puntos en el tiempo, emplea las diferencias entre las proporciones. Una ventaja es que no hay que preocuparse por dividir entre cero. (Swanson & Tayman, 2012)

También dentro de los métodos de regresión, se encuentra la regresión exponencial o geométrica. De modo que las ecuaciones geométrica y exponencial que se presentaron en los métodos de extrapolación simples también se pueden generalizar. (Granados, 1989) Quedando de la siguiente manera:

$$N(t) = ab^t \text{ Geométrica}$$

$$N(t) = ae^{bt} \text{ Exponencial}$$

Esas dos ecuaciones se pueden linealizar por medio de logaritmos, como sigue:

$$\log N(t) = \log a + t(\log b)$$

$$\ln N(t) = \ln a + bt$$

Con esta transformación es posible nuevamente aplicar el procedimiento de mínimos cuadrados, para estimar los parámetros de las ecuaciones y, posteriormente, realizar la proyección sustituyendo en t el año al que se desea proyectar. (Granados, 1989)

Chi y Voss (2011) señalan que muchos de los demógrafos que realizan proyecciones de áreas pequeñas, han ignorado los enfoques de regresión debido a que estos métodos no han probado ser superiores a las técnicas de extrapolación que son mucho más simples de implementar. Además, hacen la crítica de que casi todos los modelos de proyección para áreas pequeñas que han sido utilizados, toman la unidad geográfica que desean proyectar como una unidad independiente, en lugar de ser una unidad que está rodeada por otras áreas geográficas con las cuales interactúa a través de distintas formas. De modo que estos autores proponen utilizar una regresión espacio-temporal, para proyectar la población de áreas pequeñas. Su modelo incorpora el crecimiento de las comunidades vecinas, aunque temporalmente retrasado, así como ciertas características vecinas para examinar el cambio poblacional. No obstante, la aplicación que realizan la hacen para un conjunto de áreas pequeñas de Wisconsin y al evaluar los resultados observan que no hay una diferencia clara entre el enfoque de regresión espacio-temporal y las proyecciones por extrapolación. A pesar de esto, argumentan que su enfoque es más sólido teóricamente y provee información útil para la generación de políticas y la toma de decisiones a nivel comunidad, teniendo en cuenta las consecuencias de las estrategias de desarrollo adoptadas por ellos mismos, así como sus vecinos. (Chi & Voss, 2011)

Posteriormente Chi et al (2011) retoman el enfoque anterior y lo aplican únicamente a el contexto urbano de Milwaukee, ya que una de las causas por las cuales se creía que la regresión espacio-temporal no superaba a los métodos de extrapolación, era el hecho de que el modelo lo habían aplicado en un contexto con gran heterogeneidad, es decir, donde había comunidades urbanas, rurales y semiurbanas. Empero, aun aplicándolo sólo en un contexto urbano, llegan nuevamente a la conclusión de que no supera a los métodos de extrapolación, pero esta vez lo atribuyen a que uno de los supuestos del modelo es que las tendencias del crecimiento poblacional pasado continúan en el futuro, lo cual no necesariamente se cumple. De este modo, concluyen que el enfoque es vulnerable a cambios en las tendencias de crecimiento de la

población como cualquier enfoque de regresión y que debe ser usado como una herramienta para proyectar a corto plazo, con un horizonte menor a 10 años. (Chi et al, 2011)

El modelo utilizado de regresión espacio-temporal para pronosticar que utilizan es el siguiente:

$$Y_{t,t+10} = Y_{t-10,t}\alpha + X_t\beta + WY_{t-10,t}\lambda + WX_t\rho + \varepsilon$$

Donde $Y_{t,t+10}$ se refiere a la tasa de crecimiento poblacional del tiempo t al tiempo $t+10$, $Y_{t-10,t}$ se refiere a la tasa de crecimiento poblacional del tiempo $t-10$ al tiempo t , es decir, la tasa de crecimiento de la población temporalmente retrasada, X_t se refiere a las variables explicativas en el tiempo t , $WY_{t-10,t}$ se refiere a la tasa de crecimiento de la población vecina, del tiempo $t-10$ al tiempo t , WX_t se refiere a las características vecinas en el tiempo t . α, β, λ y ρ son los parámetros a ser estimados.

2.1.3 Método de razón censal

El método de razón censal puede ser implementado de diversas maneras, el enfoque más básico es usar las relaciones entre indicadores sintomáticos y conteos de población en años censales, para estimar poblaciones en años no censales y aplicar estas relaciones a indicadores sintomáticos disponibles en años para los cuales se desea hacer la estimación. (Swanson & Tayman, 2012) Sea R la razón censal, S el indicador sintomático, j el j -ésimo indicador, i la subárea i , y t el año del censo más reciente, la forma general de este enfoque es:

$$R_{i,j}(t) = \frac{S_{i,j}(t)}{N_i(t)}$$

Si se utilizan muertes como el indicador sintomático, entonces la razón es la tasa bruta de mortalidad. Una vez que se construye la razón censal, la estimación de la población al tiempo $t+k$ se obtiene como:

$$\hat{P}_i(t+k) = \frac{S_{i,j}(t+k)}{R_{i,j}(t)}$$

2.1.4 Método de la unidad de vivienda

Este método se basa en el supuesto de que casi toda la población vive en algún tipo vivienda, sea un departamento, una casa móvil, etc. Es una de las técnicas más usadas para estimaciones de

población subnacionales, debido a que puede usarse a prácticamente cualquier nivel geográfico, además de acomodarse a distintas fuentes de información y aplicación de técnicas. (Swanson & Tayman, 2012) Sean HU las unidades habitacionales, $OCCR$, la tasa de ocupación de las mismas, PPH el número de personas por hogar y GQ viviendas colectivas (en inglés Group Quarters), la estimación pos censal a un tiempo t es:

$$N(t) = (HU(t) * OCCR(t)) * PPH(t) + GQ(t)$$

La información sobre unidades habitacionales construidas, demolidas o anexadas desde el último censo permite estimar el cambio en las unidades habitacionales. (Swanson & Tayman, 2012) Denotando NHS como las nuevas unidades habitacionales, DHS las unidades habitacionales demolidas, AHS las unidades habitacionales ganadas o perdidas debido a anexiones y c el tiempo entre el último censo y la fecha a la estimación pos censal, el cambio en las unidades habitacionales se puede calcular como:

$$\Delta HS_{c a t} = NHS_{c a t} - DHS_{c a t} \pm AHS_{c a t}$$

Siguiendo esa notación, la estimación pos censal de las unidades habitacionales está dada por:

$$HS(t) = HS(c) + \Delta HS_{c a t}$$

De acuerdo con Granados (1989), este mismo razonamiento puede hacerse para realizar proyecciones de población, en cuyo caso sería necesario contar con una proyección el número de hogares y del número de personas por hogar, lo cual podría hacerse a través de la tendencia histórica de las licencias de construcción y los registros de demolición así como los cambios en el tamaño de las familias. (Granados, 1989)

2.1.5 Métodos de componentes

Estos métodos se basan en la ecuación compensadora. Si se denota por $B(t, t+k)$ a los nacimientos ocurridos entre t y $t+k$, $D(t, t+k)$ a las defunciones ocurridas entre t y $t+k$, $I(t, t+k)$ y $E(t, t+k)$ a la inmigración y la emigración ocurrida entre t y $t+k$ respectivamente, entonces la ecuación compensadora queda definida de la siguiente manera:

$$N(t+k) = N(t) + B(t, t+k) - D(t, t+k) + I(t, t+k) - E(t, t+k)$$

En los métodos de componentes, se divide a la población al tiempo t en grupos por edad y sexo, y se toma en cuenta por separado el comportamiento de la fecundidad, la mortalidad y la migración. (Swanson & Tayman, 2012) De esta manera, se proyecta cada uno de estos fenómenos y, posteriormente, a través de la ecuación compensadora se proyecta la población al tiempo $t+k$.

2.1.5.1 Doble logaritmo de Gompertz para la proyección de la estructura de la fecundidad

En el caso de la fecundidad, una forma de proyectarla es a través de la TGF (que representa el nivel de la fecundidad) y la estructura por edad de la fecundidad, las cuales se proyectan por separado, para obtener posteriormente las tasas específicas de fecundidad proyectadas. Estas últimas, se multiplican por la población femenina en edad fértil proyectada para obtener los nacimientos en los años futuros. (Chackiel, 1984)

Para la proyección de la TGF comúnmente se utiliza la función logística. (Chackiel, 1984) Si se denota por $K_1 + K_2$ la cota superior, K_1 la cota inferior, a y b parámetros de la función y t el tiempo, la fórmula para proyectar la TGF al tiempo t mediante la función logística queda de la siguiente manera:

$$TGF(t) = K_1 + \frac{K_2}{1 + e^{a+bt}}$$

La obtención de los parámetros que conforman la función precisa de los siguientes puntos: por un lado, establecer la cota superior ($K_1 + K_2$), la cual puede fijarse como el valor de la TGF más alta observada o supuesta para el país o región; por otro lado, se debe fijar el valor de la asíntota inferior K_1 , ésta en muchas ocasiones se ha fijado con un valor igual a 2.1 que equivale al valor de reemplazo; en tercer lugar, se requiere del valor de la TGF al inicio de la proyección ($TGF(0)$) y, finalmente, se necesita el valor de la TGF correspondiente a un momento T que está dentro del periodo base. (Chackiel, 1984) Una vez que se cuenta con estos cuatro insumos, se pueden calcular los valores de a y b a partir de las siguientes ecuaciones:

$$a = \ln \left(\frac{K_1 + K_2 - TGF(0)}{TGF(0) - K_1} \right)$$

$$b = \frac{1}{T \left[\ln \left(\frac{K_1 + K_2 - TGF(T)}{TGF(T)K_1} \right) a \right]}$$

Después de calcular estos parámetros, es posible proyectar la TGF a un año $t+k$. En cuanto a la proyección de la estructura, de acuerdo con Chackiel (1984), para un nivel determinado de fecundidad la estructura puede variar; sin embargo, se pueden establecer ciertas normas, por ejemplo, que a niveles más bajos de fecundidad, la estructura se caracteriza por un mayor porcentaje a edades tempranas (reduciéndose la edad media de la fecundidad). Por lo tanto, una forma de proyectar la estructura de la fecundidad es a partir del modelo del doble logaritmo de Gompertz, el cual se basa en la fecundidad acumulada a la edad x denotada por $F(x)$. (Chackiel, 1984) Dicha fecundidad acumulada se calcula de la siguiente manera:

$$F(x) = \sum_{15}^x f_x$$

O en el caso de que se estén utilizando tasas de fecundidad quinquenales:

$$F(x) = 5 * \sum_{i=15}^x {}_5f_x$$

Si se denota por x a la variable edad, y A y B parámetros positivos menores que uno, la fecundidad acumulada queda expresada de la siguiente manera mediante la función de Gompertz:

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

La distribución relativa acumulada es entonces:

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

Aplicando el doble logaritmo se llega a la siguiente ecuación:

$$\ln \left[-\ln \left(\frac{F(x)}{TGF} \right) \right] = x \ln(B) + \ln(-\ln(A))$$

Es decir, se obtiene una relación lineal entre la distribución relativa de la fecundidad y la edad x . (Chackiel, 1984) Para reducir un poco la expresión, conviene renombrar algunos términos de la ecuación de la siguiente manera:

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

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

$$\alpha_0 = \ln(-\ln(A))$$

$$\beta_0 = \ln(B)$$

Si se considera una distribución estándar

$$\frac{F^s(x)}{(TGF)^s}$$

en ese caso

$$V^s(x) = \alpha_s + \beta_s x$$

donde:

$$V^s(x) = \ln \left[-\ln \left(\frac{F^s(x)}{(TGF)^s} \right) \right]$$

De modo que si $V(x)$ y $V^s(x)$ son lineales respecto a la edad x , también hay una relación lineal entre ellas. (Chackiel, 1984) Dicha relación se puede apreciar si se despeja x de la penúltima ecuación:

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

y sustituyendo en la ecuación de $V(x)$ se tiene:

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

Renombrando nuevamente los términos $\alpha = \alpha_0 - \alpha_s \frac{\beta_0}{\beta_s}$ y $\beta = \frac{\beta_0}{\beta_s}$ se obtiene la siguiente relación:

$$V(x) = \alpha + \beta V^s(x)$$

En esta última ecuación, los parámetros α y β se obtienen ajustando los seis puntos por el método de promedios móviles. (Chackiel, 1984) Esto se logra a partir de las siguientes ecuaciones:

$$\bar{V}_1(x) = \alpha + \beta \bar{V}_1^s(x)$$

$$\bar{V}_2(x) = \alpha + \beta \bar{V}_2^s(x)$$

donde:

$$\bar{V}_1 = \frac{V(20) + V(25) + V(30)}{3}$$

y

$$\bar{V}_2 = \frac{V(35) + V(40) + V(45)}{3}$$

\bar{V}_1^s y \bar{V}_2^s se definen de la misma manera pero usando el estándar ($V^s(x)$). De tal forma que α y β son los parámetros que diferencian la estructura de la fecundidad observada del estándar. El primero está relacionado con la diferencia que hay en la edad media de la fecundidad entre una estructura y la otra, mientras que el segundo, se relaciona con la dispersión de las tasas de fecundidad por edades. Por lo tanto, se espera que si la fecundidad esperada es más baja que la fecundidad relacionada al estándar, se tendría la combinación $\alpha < 0$ y $\beta > 1$ y lo contrario cuando se trate de un nivel más elevado; sin embargo, la realidad es muy compleja y pueden darse distintas combinaciones. (Chackiel, 1984)

2.1.5.2 Proyección del nivel de la fecundidad

Para realizar la proyección de la estructura de la fecundidad, basta con observar la tendencia de las α 's y β 's obtenidas a partir del estándar y los datos observados. Dicha tendencia se proyecta para obtener los parámetros α y β en años futuros y con ellos se calculan las $V(x)$ proyectadas. (Chackiel, 1984) Por ejemplo, si se denotan los parámetros proyectados al tiempo $t+k$ como α_{t+k} y β_{t+k} , entonces la $V(x)$ al tiempo $t+k$ denotada como $V_{t+k}(x)$ se calcula de la siguiente forma:

$$V_{t+k}(x) = \alpha_{t+k} + \beta_{t+k} V^s(x)$$

Finalmente la proyección de la fecundidad se obtiene recordando que:

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

por lo que:

$$F(x) = \exp[\exp(V(x))] * TGF$$

Así que una vez proyectada la TGF al tiempo $t+k$, es posible obtener la fecundidad acumulada al tiempo $t+k$, la cual se denotará como $F_{t+k}(x)$:

$$F_{t+k}(x) = \exp[\exp(V_{t+k}(x))] * TGF(t+k)$$

y dado que $F_{t+k}(x) = \sum_{15}^x f_{x,t+k}$, entonces las tasas específicas de fecundidad proyectadas al tiempo $t+k$ se calculan de la siguiente manera:

$$f_{x,t+k} = F_{t+k}(x+1) - F_{t+k}(x)$$

Cuando las tasas específicas de fecundidad son quinquenales, se obtienen como:

$${}_5f_{x,t+k} = F_{t+k}(x+5) - F_{t+k}(x)$$

De acuerdo con Chackiel (1984), si la proyección se realiza por periodos de cinco años, y si se denota por $B^{t,t+5}$ a los nacimientos totales correspondientes al periodo $t, t+5$, ${}_5N_x^{F,t+5}$ a la población femenina entre x y $x+4$ años cumplidos al tiempo $t+5$, ${}_5N_x^{F,t}$ a la población femenina entre x y $x+4$ años cumplidos de edad correspondiente al momento $t+5$ y ${}_5f_x^{t,t+5}$ las tasas de fecundidad supuestas para el periodo, $t, t+5$. Entonces es posible calcular los nacimientos ocurridos en el periodo $t, t+5$ a partir de la siguiente ecuación:

$$B^{t,t+5} = 5 * \left[\sum_{15}^{45} {}_5f_x^{t,t+k} * \frac{{}_5N_x^{F,t} + {}_5N_x^{F,t+5}}{2} \right]$$

2.1.5.3 Sistema logito de Brass para la proyección de la mortalidad

Para el caso de la mortalidad, uno de los métodos desarrollados para su proyección se basa en la transformada logito hecha por Brass. (Pujol, 1984) Si se denota como ℓ_x a la función de sobrevivientes de la tabla de mortalidad a edad exacta x , la transformada logito del complemento de la función de sobrevivientes de la tabla de mortalidad ($1 - \ell_x$) o distribución de las muertes se suele denotar como y_x , y se define como:

$$\text{logito}(1 - \ell_x) = y_x = \frac{1}{2} \ln \left(\frac{1 - \ell_x}{\ell_x} \right)$$

En dicha tabla se sugiere suponer un rádix ($\ell_0 = 1$). (Pujol, 1984) La lógica que se sigue para proyectar la mortalidad es muy parecida a la descrita para la fecundidad, pues de nueva cuenta se supone que los logitos observados pueden ser descritos a partir de un logito estándar. (Pujol, 1984) Esto se hace mediante la siguiente relación:

$$y_x = \alpha + \beta * y_x^s$$

Donde:

$$y_x^s = \frac{1}{2} \ln \left(\frac{1 - \ell_x^s}{\ell_x^s} \right)$$

Por lo tanto, deben calcularse los parámetros α y β nuevamente usando el método de promedios móviles como se hizo con la fecundidad. Una vez que se han calculado estos parámetros para todos los años observados, se analiza la tendencia de los mismos y se proyecta dicha tendencia hacia el año $t+k$. (Pujol, 1984) Si se denotan los parámetros al año $t+k$ como α_{t+k} y β_{t+k} , entonces el logito al año $t+k$ se obtiene como:

$$y_x(t+k) = \alpha_{t+k} + \beta_{t+k} * y_x^s$$

Posteriormente, se determina la función de sobrevivientes a edades exactas ℓ_x recordando que:

$$y_x = \frac{1}{2} \ln \left(\frac{1 - \ell_x}{\ell_x} \right)$$

Entonces:

$$\ell_x = \frac{1}{1 + e^{2*y_x}}$$

A partir de esta función, se obtienen las otras funciones de la tabla de mortalidad al tiempo $t+k$, con lo que queda proyectada la mortalidad.

2.1.5.4 Métodos estocásticos

En años recientes también se han incorporado a las proyecciones de áreas pequeñas, los métodos estocásticos. Lee y Tuljapurkar (1994) especifican que las proyecciones estocásticas difieren a las proyecciones que convencionalmente se realizan, en que estas últimas brindan escenarios alto, medio y bajo para indicar la incertidumbre de las proyecciones, pero no dan interpretaciones en términos de probabilidad. Por el contrario, las proyecciones estocásticas proveen intervalos de probabilidad para los escenarios que se proyectan.

Un ejemplo de proyecciones estocásticas aplicado a las áreas pequeñas, lo proporcionan Cameron & Poot (2011). Sean $P_{agl}(t+1)$ la población de edad a , género g del lugar l al tiempo $t+1$, $B_{gl}(t)$ el número de nacimientos del género g en el lugar l , entre el tiempo t y el tiempo $t+1$; $N_{(a-1)gl}(t)$ la migración neta de las personas de edad $a-1$, del género g , del lugar l , entre el tiempo t y el tiempo $t+1$ y $S_{(a-1)gl}(t)$ la tasa de supervivencia de las personas del género g en el lugar l y de edad $a-1$ al tiempo t , que sobreviven a la edad a al tiempo $t+1$. El modelo estocástico de proyección de la población que proponen estos autores usa tres ecuaciones para generar las proyecciones de población:

$$N_{ag}^l(t+1) = \begin{cases} P_{0gl}(t+1) = \frac{1}{2}(B_{gl}(t) + N_{-1gl}(t)) * S_{-1gl}(t) + \frac{1}{2}(B_{gl}(t) + N_{-1gl}(t)) & \text{si } a = 0 \\ P_{agl}(t+a) = \left(P_{(a-1)gl}(t) + \frac{1}{2}N_{(a-1)gl}(t) \right) * S_{(a-1)gl}(t) + \frac{1}{2}N_{(a-1)gl}(t) & \text{si } 1 \leq a \leq 99 \\ P_{100gl}(t+1) = \left(P_{99gl}(t) + \frac{1}{2}N_{99gl}(t) \right) * S_{99gl}(t) + \frac{1}{2}N_{99gl}(t) + \\ \left(P_{100gl}(t) + \frac{1}{2}N_{100gl}(t) \right) * S_{100gl}(t) + \frac{1}{2}N_{100gl}(t) & \text{si } a = 100 \end{cases}$$

El supuesto implícito en esta fórmula es que la migración, los nacimientos y las muertes se distribuyen uniformemente a través del año. Por esto último, la mitad de los migrantes y de los nacimientos están sujetos a la supervivencia de todo el año. (Cameron & Poot, 2011)

Sean $g=l$, el género masculino, $G_l(t)$ es la fracción de nacimientos masculinos entre el tiempo t y el tiempo $t+1$, $F_{al}(t)$ la tasa de fecundidad para mujeres de edad a del lugar l entre el tiempo t y $t+1$ y $M_{agl}(t)$ la tasa de migración de las personas de edad a , del género g y del lugar l , entre el tiempo t y $t+1$. (Cameron & Poot, 2011)

Los nacimientos se calculan utilizando la siguiente fórmula:

$$B_{gl}(t) = \begin{cases} g = 1: B_{gl}(t) = G_l(t) * \sum_{a=13}^{49} \left(F_{al}(t) * \left(P_{a2l}(t) + \frac{1}{2} N_{a2l}(t) \right) \right) \\ g = 2: B_{gl}(t) = (1 - G_l(t)) * \sum_{a=13}^{49} \left(F_{al}(t) * \left(P_{a2l}(t) + \frac{1}{2} N_{a2l}(t) \right) \right) \end{cases}$$

La migración neta para cada año y sexo se calcula como:

$$N_{agl}(t) = \begin{cases} a = -1: (M_{-1gl}(t) * B_{gl}(t)) \\ a \geq 0: (M_{agl}(t) * P_{agl}(t)) \end{cases}$$

Los parámetros estocásticos, fueron introducidos de la siguiente forma:

$$F_{al}(t) = f_{al}(t) * \left(1 + \frac{k_{al}^f}{100} \right)$$

$$S_{agl}(t) = 1 - (1 - s_{agl}(t)) * \left(1 + \frac{k_{agl}^s}{100} \right)$$

$$M_{agl}(t) = \begin{cases} m_{agl}(t) \geq 0: M_{agl}(t) = m_{agl}(t) * \left(1 + \frac{k_{agl}^m}{100} \right) \\ m_{agl}(t) < 0: M_{agl}(t) = m_{agl}(t) * \left(1 - \frac{k_{agl}^m}{100} \right) \end{cases}$$

$f_{al}(t)$ es la tasa de fecundidad determinista para las mujeres de edad a del lugar l , entre el tiempo t y $t+1$ estimada y extrapolada de la información, k_{al}^f es el parámetro de fecundidad que es extraído de una distribución normal, $s_{agl}(t)$ es la tasa de supervivencia determinista para las personas de edad a , del género g en el lugar l entre el tiempo t y $t+1$ estimada y extrapolada de la información, k_{agl}^s es el parámetro de mortalidad extraído de una distribución normal, $m_{agl}(t)$ es la tasa de migración neta de las personas del género g , edad a y del lugar l , entre los tiempos t y

$t+1$ estimada y extrapolada de la información, y k_{agl}^m es el parámetro de migración extraído de una distribución normal. (Cameron & Poot, 2011)

2.1.5.5 Métodos bayesianos

La inferencia bayesiana representa una perspectiva en la inferencia estadística que provee una alternativa a la perspectiva frecuentista. En el método frecuentista, los parámetros desconocidos son tratados con frecuencia (pero no siempre) como si tuvieran valores fijos pero desconocidos que no son capaces de ser tratados como variables aleatorias, lo que implica que no hay forma en que se pueda asociar probabilidades a estos parámetros. En la inferencia Bayesiana, todos los parámetros desconocidos pueden tener probabilidades. (Swanson & Tayman, 2012)

Las proyecciones de población realizadas por Naciones Unidas, utilizan este enfoque mediante una metodología que fue propuesta por Raftery et al. (2012), que si bien se aplica para obtener proyecciones de población nacionales, Ševčíková et al. (2013) afirman que podría usarse también para proyecciones subnacionales. En su artículo, Raftery et al. (2012) proponen un modelo para realizar estas proyecciones bayesianas basado en el método de las componentes, de modo que se proyecta la fecundidad, mortalidad y migración, y, posteriormente, se usan como insumo en la ecuación compensadora para generar las proyecciones de población. Cabe mencionar que las proyecciones que generan son para periodos quinquenales.

Para el pronóstico de la fecundidad, se consideran tres fases, la primera es la que precede a la transición de la fecundidad y se caracteriza por una alta fecundidad que es estable o en aumento, sin embargo, los autores mencionan que como todos los países han completado esta fase, no es de interés para las proyecciones por lo que no se modela. En la fase 2, llamada transición de la fecundidad, ésta desciende de altos niveles, a niveles debajo del reemplazo. Para modelar la fase dos, se utiliza una logística doble, pero con algunas modificaciones. (Raftery et al., 2014) Sea $f_{c,t+1}$ la TGF para el país c , al tiempo $t+1$, el modelo resultante es:

$$f_{c,t+1} = f_{c,t} - r(f_{c,t}|\delta^c) + a_{c,t},$$

donde el decremento quinquenal $r(f_{c,t}|\delta^c)$ está dado por:

$$r(f_{c,t}|\delta^c) = \frac{-d^c}{1 + \exp\left(\frac{-2 \ln(9)}{\nabla_1^c} (f_{c,t} - \sum_{i=2}^4 \nabla_i^c + 0.5\nabla_1^c)\right)} + \frac{-d^c}{1 + \exp\left(\frac{-2 \ln(9)}{\nabla_1^c} (f_{c,t} - \nabla_4^c + 0.5\nabla_3^c)\right)}$$

con $\delta^c = (\nabla_1^c, \nabla_2^c, \nabla_3^c, \nabla_4^c, d^c)$ un vector de parámetros específicos del país y $a_{c,t} \sim N(0, \sigma(t, f_{c,t})^2)$, donde $\sigma(t, f_{c,t})$ es una función que describe cómo cambia la desviación estándar del error con el nivel de fecundidad y el periodo de tiempo. (Raftery et al., 2014)

Los parámetros específicos del país, δ^c , se asume que son extraídos de una distribución mundial cuyos parámetros (o hiperparámetros) tienen una distribución difusa, $\delta^c \sim h(\cdot, \phi)$, donde $\phi \sim p(\phi)$. El modelo Bayesiano resultante es estimado usando una cadena de Markov Monte Carlo. (Raftery et al., 2014)

La fase tres es el periodo post transición de la fecundidad, en el cual la TGF permanece en niveles alrededor del reemplazo.¹³ Para modelar esta fase utilizan un modelo autorregresivo de primer orden con una media a largo plazo μ igual al nivel aproximado de reemplazo (2.1). (Raftery et al., 2014)

$$f_{c,t+1} - \mu = \rho(f_{c,t} - \mu) + b_{c,t},$$

donde $b_{c,t} \sim N(0, \sigma_b^2)$. Los parámetros ρ y σ_b fueron estimados usando maxima verosimilitud. Siguiendo con Raftery et al., (2014), la esperanza de vida femenina se modela de forma similar a la fase II de la fecundidad. Se usó la función logística doble de Naciones Unidas para proyectar las ganancias en la esperanza de vida, asumiendo que los parámetros de la doble logística se extraen de una distribución mundial común. (Raftery et al., 2014) El modelo Bayesiano resultante es:

$$e_{c,t+1} = e_{c,t} + g(e_{c,t}|\theta^{(c)}) + e_{c,t},$$

Donde:

¹³ Según los autores, está bien documentado que para países donde la TGF ha caído debajo del reemplazo, ésta ha tendido a incrementarse hacia el nivel de reemplazo, invirtiendo la tendencia secular del descenso de la fecundidad. (Raftery et al., 2014)

$$g(e_{c,t}|\theta^c) = \frac{k^c}{1 + \exp\left(\frac{-A_1}{\Delta_2^c}(e_{ct} - \Delta_1^c - A_2\Delta_2^c)\right)} + \frac{z^c - k^c}{1 + \exp\left(\frac{-A_1}{\Delta_4^c}(e_{ct} - \sum_{i=1}^3 \Delta_i^c - A_2\Delta_4^c)\right)}$$

con $\theta^c = (\Delta_1^c, \Delta_2^c, \Delta_3^c, \Delta_4^c, k^c, z^c)$, $e_{ct} \sim N\left(0, \omega(e_{c,t})^2\right)$, donde $\omega(\cdot)$ es una función suave que representa cómo la desviación estándar del error depende del nivel actual de la esperanza de vida, y A_1 y A_2 son constantes. Los parámetros específicos del país se asumen ser extraídos de distribuciones mundiales como sigue:

$$\Delta_i^c \sim TN_{[0,100]}(\Delta_i, \sigma_{\Delta_i}^2), i=1, \dots, 4,$$

$$k^c \sim TN_{[0,10]}(k, \sigma_k^2),$$

$$z^c \sim TN_{[1,1.15]}(z, \sigma_z^2),$$

donde $TN_{[a,b]}(\mu, \sigma^2)$ denota una distribución normal truncada con media μ y parámetro de desviación estándar σ , truncada a estar entre a y b . Los hiperparámetros mundiales $(\Delta_i, k$ y $z)$ están dados por distribuciones difusas.

La esperanza de vida masculina está altamente correlacionada a la femenina y casi siempre es menor a ésta. Por lo tanto, se proyecta la esperanza de vida masculina y femenina de manera conjunta, proyectando primero la femenina y posteriormente, proyectando la brecha entre ambas. También tiene valores extremos, frecuentemente correspondiente a conflictos donde la esperanza de vida masculina es más afectada que la femenina. Esto se representa utilizando el modelo de regresión de Lalic. (Raftery et al., 2014) Sea $G_{c,t}$, la brecha en el país c al periodo de tiempo t , el modelo es el siguiente:

$$G_{c,t+1} = \min\{(G_{c,t+1}^*)_+, 18\},$$

donde

$$G_{c,t+1} = \begin{cases} \beta_0 + \beta_1 e_{c,1950-1995} + \beta_2 G_{c,t} + \beta_3 e_{c,t} + \beta_4 (e_{c,t} - 75)_+ + \varepsilon_{c,t}, & \text{si } e_{c,t} \leq M, \\ \gamma_1 G_{c,t} + \varepsilon_{c,t}, & \text{si } e_{c,t} > M, \end{cases} \text{ donde}$$

$$\varepsilon_{c,t} \sim t(\mu = 0, \sigma^2 = 0.0665, \nu = 2)$$

y M es una cota superior para la esperanza de vida. La brecha está restringida a ser no mayor a 18, la cual es ligeramente superior al valor más alto observado hasta la fecha. El modelo fue estimado por máxima verosimilitud. (Raftery et al., 2014)

De esta manera, una vez que se estimaron los parámetros de cada modelo, se generan diversas trayectorias para la TGF y las esperanzas de vida, las cuales se convierten en tasas específicas de fecundidad y tasas centrales de mortalidad usando métodos establecidos por Naciones Unidas, y dichas trayectorias se usan como insumos en la ecuación compensadora. En cuanto a la migración, no se realizaron pronósticos estocásticos, pero se usaron los supuestos de Naciones Unidas sobre migración vigentes en ese momento. Esto produjo las proyecciones probabilísticas de población. (Raftery et al., 2014)

2.1.6 Método de Hamilton Perry

Dado que en áreas pequeñas es difícil contar con información confiable sobre la mortalidad, fecundidad y migración, Hamilton Perry propuso una variante del método de componentes, que en lugar de requerir información sobre estos tres fenómenos, requiere sólo información del volumen de la población de los dos censos más recientes. Este método mueve una población por edad y sexo de un tiempo t a un tiempo $t+k$ usando razones de cambio de una cohorte. (Swanson & Tayman, 2012) Siguiendo la notación ya descrita, la población de edades $x+k$ a $x+k+n$ al tiempo $t+k$ es:

$${}_nN_{x+k}(t+k) = ({}_nCCR_x) * ({}_nN_x(t))$$

Donde:

$${}_nCCR_x = {}_nN_x(t) / {}_nN_{x-k}(t-k)$$

Es decir, los CCR 's representan el crecimiento de la cohorte ocurrido entre los censos realizados en los años $t-k$ y t . Dada la naturaleza de los CCR 's, el grupo quinquenal más joven para el cual se pueden hacer proyecciones es el de las edades 10-14 años, si hay diez años entre los censos. Si los censos se realizan cada cinco años, también se puede estimar la población de 5-9 años. Para proyectar la población de 0-4 años se puede usar la relación niño-mujer. (Swanson & Tayman, 2012) Por ejemplo, si se denota como ${}_5M_0(t)$ a la población masculina de 0-4 años al tiempo t ,

${}_5F_0(t)$ la población femenina de 0-4 años y ${}_{35}F_{15}(t)$ la población femenina de 15-49 años, entonces las poblaciones de 0-4 años al tiempo $t+k$ quedarían estimadas de la siguiente manera:

$${}_5M_0(t+k) = \left[\frac{{}_5M_0(t)}{{}_{35}F_{15}(t)} \right] * {}_{35}F_{15}(t+k)$$

$${}_5F_0(t+k) = \left[\frac{{}_5F_0(t)}{{}_{35}F_{15}(t)} \right] * {}_{35}F_{15}(t+k)$$

En realidad esta metodología es muy similar al método de relación de cohortes que se expuso anteriormente, la diferencia radica en que el método de Hamilton Perry no toma en cuenta el crecimiento de las cohortes del área mayor.

2.2 Metodologías empleadas en México

2.2.1 Ajuste polinómico

En 1988 el Consejo Nacional de Población (Conapo) realizó proyecciones de población de las delegaciones políticas del Distrito Federal. Éstas fueron elaboradas para reemplazar a las hechas anteriormente por el Conapo y la Dirección de Política Poblacional del DF, las cuales fueron publicadas en “Distrito Federal Demográfico, Breviario 1984”; sin embargo, utilizan las poblaciones estimadas para 1984 y 1988, así como las hipótesis de crecimiento planteadas en dicho breviario. Inician con el cálculo de la población de 1980, para el cual se basaron en la distribución censal de la población según delegación política y con el total del DF estimado para el mismo año por INEGI-Conapo, a fin de resolver los problemas de sub-registro censal (Conapo, 1988).

Después se utilizan las tasas de crecimiento de los periodos 1980-1984 y 1984-1988 del breviario, y se proyectó la población corregida de 1980 hasta los años 1984 y 1988. Una vez hecho esto, se ajustó un polinomio de grado dos y se interpolaron todos los años entre 1980 y 1990. Finalmente, se realizó un ajuste para lograr una concordancia entre las poblaciones de las delegaciones y la del DF, de acuerdo con la proyección programática de INEGI-Conapo. Cabe mencionar que estas proyecciones se hicieron para totales de población. (Conapo, 1988)

2.2.2 Cadenas de Markov

Posteriormente, Partida (1989) propone una aplicación de las cadenas de Markov para proyecciones de población de áreas pequeñas. El método consiste en proyectar la distribución relativa de la población, la cual se aplica a una proyección demográfica previa del área mayor donde están contenidas las subregiones y esto arroja la proyección de la población de las subregiones. En este método se requiere conocer la población total residente en dos o más regiones en sólo dos momentos en el tiempo (por ejemplo, las poblaciones captadas por dos censos consecutivos de población), con lo cual se estiman las probabilidades de transición para la cadena de Markov. Una vez determinadas esas probabilidades, su proyección y la correspondiente a la distribución relativa es directa. La aplicación del método se hace con la zona metropolitana de la ciudad de México, aunque pudiera extenderse fácilmente para el caso de municipios e incluso localidades. (Partida, 1989)

2.2.3 Método de componentes restringido

Más tarde, Partida (1990) propone otra metodología a la cual llama “Método de las Componentes Restringido”, debido a que únicamente se proyecta la población total de las localidades. En ella, clasifica primero a las localidades en 11 rangos de acuerdo al número de habitantes (en el Cuadro 1 se muestran estos rangos).

Cuadro 1. Rangos para clasificar las localidades según el tamaño de población

Rangos
10,000-14,999
15,000-19,999
20,000-29,999
30,000-39,999
40,000-49,999
50,000-74,999
75,000-99,999
100,000-249,999
250,000-499,999
500,000-999,999
1,000,000 o más

Fuente: Partida (1990).

Ahora bien, sea $N_i(t)$ la población de las localidades en el rango i al momento t y sea $CT_i(t, t + h)$ el factor de crecimiento total entre los momentos t y $t+h$, o bien, la proporción a la que aumenta la población inicial al cabo de los h años comprendidos, se tiene entonces la siguiente relación:

$$N_i(t + h) = N_i(t) * CT_i(t, t + h)$$

El método consiste en descomponer el factor de crecimiento total, en dos factores, el de crecimiento natural (CN) y el de crecimiento social (CS). (Partida, 1990)

$$CT_i(t + h) = CN_i(t, t + h) * CS_i(t, t + h)$$

De esta relación, se desprende que:

$$CS_i(t + h) = CT_i(t, t + h)/CN_i(t, t + h)$$

En particular, para los habitantes del rango i

$$N_i(t + h) = N_i(t) * CN_i(t, t + h) * CS_i(t, t + h)$$

De modo que basta con determinar esos factores, para obtener la población futura; sin embargo, Partida (1990) comenta que dada la dificultad de predecir con precisión estos factores, lo mejor es suponer que son iguales para todos los núcleos pertenecientes al mismo rango al inicio de cada periodo. Si $N_{ij}(t)$ es la población de la j -ésima localidad en el rango i , el modelo queda como:

$$N_{ij}(t + h) = N_{ij}(t) * CN_i(t, t + h) * CS_i(t, t + h)$$

2.2.4 Crecimiento exponencial

Años más tarde, Partida (2000) realiza proyecciones de población de municipios y localidades que forman parte de las proyecciones de población de 1995-2050; elaboradas por Conapo; sin embargo, las proyecciones de los municipios y localidades se realizaron únicamente hasta el año 2010 debido a la incertidumbre de los fenómenos de mortalidad, fecundidad y migración a estos niveles.

Para realizar la proyección, se comienza por calcular las tasas de crecimiento exponencial de los censos 1960, 1970 y 1990 al conteo 1995, omitiendo el censo de 1980 por problemas de ajuste pos censal. Se selecciona una de las tasas entre las tres disponibles 1960-1995, 1970-1995 y

1990-1995, basándose en ciertos criterios con los que se busca reducir el alto crecimiento positivo en varios municipios del país, por ejemplo, elegir la que más se aproximara a cero de entre las tres. (Partida, 2000)

Denotando por $N_{ik}(t)$ la población residente a mitad del año t en el municipio k de la entidad federativa i , r_{ik} la tasa de crecimiento seleccionada del periodo 1960-1995, n_k el total de municipios en la entidad k , y $P_i(t)$ la población total de la entidad federativa i y sea $c_{ik}(t)$ la distribución territorial de la población en la entidad federativa, es decir, la proporción que reside en el municipio k , se tienen entonces las siguientes ecuaciones:

$$c_{ik}(t) = \frac{N_{ik}(t)}{P_i(t)} \text{ con } P_i(t) = \sum_{k=1}^{n_k} N_{ik}(t)$$

El autor propone obtener la población base (a mediados del 95) sobreponiendo la distribución territorial ($c_{ik}(t)$) del conteo a la población media de la entidad previamente estimada para las proyecciones estatales y después proyectar la población con la conocida fórmula del crecimiento exponencial. (Partida, 2000)

$$P_{ik}(t + 1) = P_{ik}(t)e^{r_{ik}(t)} \text{ para } t=1995, \dots, 2009$$

Finalmente, las poblaciones resultantes se proporcionaron al total de la entidad federativa previamente proyectada, para guardar coherencia con las proyecciones de la entidad y las proyecciones municipales. (Partida, 2000)

2.2.5 Proporciones constantes

Continuando con las proyecciones de Partida (2000), para el caso de las proyecciones de población de las localidades, se observó la distribución por localidad del Censo de Población de 1995 y se supuso que la distribución de la población por localidad dentro de cada municipio permanecería invariable a lo largo de la proyección, por lo que únicamente se sobrepuso la distribución por localidad del censo de 1995 a las proyecciones municipales.

2.2.6 Factores de crecimiento natural y social

Luego, Partida (2003) nuevamente realiza proyecciones de los municipios y las localidades, como parte de las proyecciones de población de Conapo que abarcan el periodo 2000-2050. De nueva cuenta se tiene un horizonte menor a estos niveles (2000-2030); sin embargo, en estas

proyecciones se aprecia una mayor complejidad que las anteriores. Por un lado, se propone considerar un sistema de n regiones (que son los 2,443 municipios existentes al momento del censo de población 2000) mutuamente excluyentes. Sea $N_i(t)$ la población al inicio del año t y $B_i(t), D_i(t), I_i(t), E_i(t)$ y $M_i(t)$ son los nacimientos, defunciones, inmigrantes interregionales, emigrantes interregionales, y la migración internacional neta ocurridos durante ese año respectivamente. Por la ecuación compensadora se tiene que:

$$N_i(t + 1) = N_i(t) + B_i(t) - D_i(t) + I_i(t) - E_i(t) + M_i(t)$$

Con el fin de obtener las proyecciones municipales, el autor propone incorporar sólo el efecto del crecimiento natural, luego distribuir espacialmente a la población de acuerdo a la migración intermunicipal ocurrida entre 1995-2000, y finalmente, agregar la migración internacional. (Partida, 2003) Para incorporar el efecto del crecimiento natural se calcula $cn_{ik}(t)$, que es el factor de crecimiento natural de la población del municipio i de la entidad federativa k durante el año t . (Partida, 2003)

$$cn_{ik}(t) = \frac{N_{ik}(t) + B_{ik}(t) - D_{ik}(t)}{N_{ik}(t)}$$

Respecto a la migración interna, Partida (2003) define como g_{ij} a la proporción de personas que estaban a inicio del año o, nacido durante él, en el municipio i , pero sobreviven al final del año en el municipio j (el cual puede ser igual o diferente de i). Estas proporciones se obtienen de la migración intermunicipal registrada en el censo de población de 2000 que ocurrió en el periodo 1995-2000, y se supone que se mantendrán invariables a lo largo del horizonte de la proyección. No obstante, debido a que las proporciones del censo se refieren a un quinquenio, deben anualizarse los factores de distribución territorial de la población. Una vez que se anualizan, es posible calcular entonces la población de los municipios al tiempo $t+1$ en ausencia de migración internacional denotada por $\tilde{N}_{ik}(t + 1)$, que puede ser representada por la siguiente ecuación:

$$\tilde{N}_{ik}(t + 1) = N_{ik}(t + 1) + M_{ik}(t)$$

Faltaría incorporar la migración neta internacional. Partida (2003) sugiere incluir la migración neta internacional relacionándola con la población en ausencia del fenómeno al final del año:

$$\eta_{ik}(t) = \frac{M_{ik}(t)}{\tilde{N}_{ik}(t + 1)}$$

O bien,

$$M_{ik}(t) = \tilde{N}_{ik}(t + 1)\eta_{ik}(t)$$

Donde $\eta_{ik}(t)$, es el factor de migración internacional de la población del municipio i de la entidad federativa k durante el año t . Dado que se tienen los factores de distribución territorial de la población g_{ij} del censo de 2000, el problema se reduce a obtener los factores del crecimiento natural $cn_{ik}(t)$ y de la migración neta internacional $\eta_{ik}(t)$. El procedimiento inicia con los factores para el año 2000; después, se usan los del año previo como iniciales para el siguiente año. (Partida, 2003)

$$cn_{ik}(t - 1) = \frac{\hat{N}_{ik}(t)}{N_{ik}(t - 1)}$$

En este caso $\hat{N}_{ik}(t) = N_{ik}(t - 1) * cn_{ik}(t - 1)$, es decir, es la población que habría al año t en ausencia de migración interregional e internacional. De la misma manera, se toman las proporciones de la migración neta internacional del año anterior:

$$\eta_{ik}(t - 1) = \frac{M_{ik}(t - 1)}{\tilde{N}_{ik}(t)}$$

Una vez que se estiman esos factores, se pueden realizar las proyecciones de los municipios. Ahora bien, en estas proyecciones no solamente se usan técnicas más complejas que en las proyecciones anteriores (las que abarcaron el periodo 1995-2050), sino que además, se desagrega a la población por grandes grupos de edad. Para esto, se parte del supuesto de que el alejamiento de la composición etaria de cada municipio con respecto a la estructura por edad estatal permanece invariable en el tiempo, lo cual es consistente con haber mantenido constantes las tasas de migración intermunicipal. Así, dado que se conoce la estructura por edad de la entidad para todos los años de la proyección, calculando la diferencia con la población censada en 2000, se determina la estructura por edad municipal para cualquier año de la proyección. (Partida, 2003)

Partida (2003) también realiza proyecciones para las localidades, aunque el autor destaca que son más complejas, pues además de la falta de datos confiables, la delimitación de éstas cambia continuamente. Como es muy difícil prever la aparición y desaparición de localidades, así como la expansión territorial de las mismas, las proyecciones se limitan a las localidades identificadas en el levantamiento del censo de población de 2000. El procedimiento se reduce a proyectar la participación de cada localidad en el municipio al que pertenece. Se agruparon las localidades de

cada municipio en siete estratos de acuerdo con el número de habitantes en el censo de 2000, para facilitar los cálculos y se supuso que la tasa de crecimiento demográfico anual sería igual para todas las localidades que pertenecen al mismo rango en 2000. Además, se supuso que las proporciones de crecimiento natural cn_{ik} y de migración neta internacional η_{ik} proyectadas para los municipios serían iguales para todas las localidades. Por último, se utiliza un método residual para determinar la migración neta interna de las localidades y con esto quedan terminadas dichas proyecciones. (Partida, 2003)

2.2.7 Filtro de Kalman

Recientemente, Ordorica y García-Guerrero (2016) proponen utilizar el Filtro de Kalman para estos fines. De acuerdo con los autores, el Filtro de Kalman es una versión moderna del método de mínimos cuadrados y la principal diferencia entre ambos es que en el primero los parámetros son procesos estocásticos, es decir, varían con el tiempo, mientras que en el segundo, son fijos. En resumen, es un conjunto de ecuaciones para obtener una solución eficiente recursiva del método de mínimos cuadrados. Esta solución permite calcular un estimador óptimo insesgado del estado de un proceso en cada punto del tiempo en la información disponible al tiempo $t-1$, y actualizarlo con la información adicional disponible al tiempo t . Sean δ y γ en \mathbb{R} , el filtro de Kalman está definido por las siguientes dos ecuaciones:

$$N'_{t+n} = \Phi N_t + W_t,$$

$$S_t = \delta + \gamma N_t + V'_t,$$

Donde N'_t es la primera estimación de la población y V'_t es un término error. En la ecuación dos δ es el valor inicial de la superficie y γ es el crecimiento de la superficie por un incremento en la población. Si se borra N_t en la segunda ecuación podemos obtener la segunda estimación de la población. (Ordorica y García-Guerrero, 2016)

El método utiliza información censal e imágenes satelitales. Este método puede ser usado cuando hay una correlación positiva entre la población y el área, lo que significa que conforme la población crece, el área de la vivienda también aumenta. De acuerdo con los autores, es posible usar este método cuando las casas son de un piso de alto, porque provee una mejor estimación,

aunque también es posible aplicarlo a casas de más pisos de altura, pero en lugar de usar el área se debería usar el volumen o la altura de los edificios. (Ordorica y García-Guerrero, 2016)

CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA

En este capítulo se abordarán las fuentes de información utilizadas para el presente trabajo, así como los métodos utilizados para la evaluación y corrección de las mismas. Se destacarán las metodologías empleadas para las proyecciones de población de la CDMX y las delegaciones, incluyendo un ejemplo de cada una de ellas. Finalmente, se mencionarán las técnicas empleadas para la evaluación de los resultados obtenidos.

3.1 Fuentes de información

Comenzando con las fuentes de información utilizadas, se consultó la información de la conciliación demográfica elaborada por la SOMEDE en el año 2011, que abarca el periodo 1990-2010. Dicha conciliación, consiste en ajustar las tendencias de mortalidad, fecundidad y migración interna e internacional, con la población por edad y por sexo que fue captada por los censos de población de 1990, 2000 y 2010 y los conteos de población de 1995 y 2005. (SOMEDE, 2011) La conciliación brinda información a nivel nacional y estatal de manera anual, para el periodo comprendido entre los años 1990-2010, sobre el volumen de la población, defunciones, inmigrantes y emigrantes internacionales e internos por edades individuales y por sexo (aunque en el caso de los estados, la información sobre migración internacional solamente se tiene por grupos quinquenales de edad), además de proporcionar la información de las tasas específicas de fecundidad por edades quinquenales y la TGF. Se optó por utilizar dicha conciliación, ya que si bien también está disponible la conciliación demográfica elaborada por Conapo que abarca el mismo periodo (1990-2010), en ésta última no resulta del todo claro la forma en la que se realiza la estimación de los componentes demográficos, además de estar sujeta al cumplimiento de un conjunto de medidas y programas, y estar orientada a la evaluación de ciertas políticas públicas como las correspondientes a educación y salud. (García-Guerrero, 2014)

Por otra parte, se consultó la información de los censos y conteos de población y vivienda de los años 1990, 1995, 2000, 2005 y 2010 de los cuales se tomó la información por edades individuales, por grupos quinquenales de edad y por sexo de las 16 delegaciones que forman parte de la CDMX para los años correspondientes a dichos ejercicios censales.

3.1.1 Evaluación y corrección de las fuentes de información

Respecto a los censos y conteos, se sabe que la información referente a la edad de las personas puede adolecer de fallas, ya que éstas en ocasiones tienden a redondear las cifras en múltiplos de cinco o a tener cierta preferencia por algunos dígitos (Mina, 2012). Por ello, es importante que antes de hacer uso de los datos, se realice una evaluación de los mismos. En este sentido, un primer dato que resulta de interés, es del de la población que al ser entrevistada no especificó su edad.

En el Anexo 2.1 se encuentran los porcentajes de población que no especificaron su edad, en los ejercicios censales mencionados; sin embargo, se mencionarán algunos puntos que vale la pena resaltar de los resultados obtenidos. Al hacer un análisis de dichos porcentajes, se aprecia que la mayoría de las delegaciones y la CDMX en su conjunto, tienen el mayor porcentaje de No Especificados (NE) en el Censo de 2005, exceptuando a las delegaciones Cuajimalpa de Morelos, La Magdalena Contreras, Milpa Alta, Tláhuac (en las cuales el máximo se observó en el censo del año 2000), Coyoacán y Benito Juárez (en ambas el valor más alto se observó en el año 2010). Por el contrario, los porcentajes menores se observan en el censo de 1990 y en el conteo de 1995 para todas las delegaciones. De manera particular, en 1995 se aprecia que el mayor número de delegaciones obtuvo su porcentaje de NE más bajo (9 vs 7 del censo de 1990),¹⁴ por lo que el valor mínimo para la CDMX en su conjunto se obtuvo en 1995. Esto último es de llamar la atención, dado que se esperaría que los porcentajes más pequeños se obtuvieran en los ejercicios censales más recientes, como un indicativo de que la calidad de los censos ha ido mejorando a través del tiempo.

Por otra parte, se han desarrollado distintas técnicas que permiten evaluar la información, particularmente midiendo la preferencia o rechazo por declarar la edad en algún dígito. En el presente trabajo, para realizar dicha evaluación, se optó por utilizar el índice de Myers y el índice de Naciones Unidas. El primero, mide la preferencia o rechazo por declarar la edad en cualquier dígito y se utiliza para evaluar la información de la población por edades individuales y por sexo.

¹⁴ Las 9 delegaciones que obtuvieron el menor porcentaje en 1995 son: Azcapotzalco, Coyoacán, Iztapalapa, Milpa Alta, Álvaro Obregón, Tlalpan, Benito Juárez, Cuauhtémoc y Miguel Hidalgo. Las 7 cuyo mínimo se obtuvo en 1990 son: Cuajimalpa de Morelos, Gustavo A. Madero, Iztacalco, La Magdalena Contreras, Tláhuac, Xochimilco y Venustiano Carranza.

El segundo, mide irregularidades por edad y sexo, y se usa para evaluar la información de la población por grupos quinquenales de edad. (Chackiel & Macció, 1978)

El Anexo 2.1 contiene las fórmulas para calcular ambos índices, así como los resultados obtenidos para los ejercicios censales anteriormente mencionados. Respecto al índice de Myers, en un análisis por sexo, se aprecia de manera general que la calidad de la información es superior para los hombres que para las mujeres; no obstante, de acuerdo a la escala de evaluación propuesta para este índice, únicamente para el conteo de 1995 se tiene información de mala calidad en las delegaciones Milpa Alta, y Miguel Hidalgo, para el caso de los hombres, mientras que para las mujeres se suman las delegaciones Benito Juárez y Cuauhtémoc. El resto de los resultados indican que la información es aproximada.¹⁵ Además, se advierte que en la mayoría de las delegaciones el valor más bajo se obtuvo en el año 1990, siendo las únicas excepciones las delegaciones Magdalena Contreras, Tláhuac, Xochimilco (en las que el mínimo se obtuvo en 2000) y Milpa Alta (cuyo mínimo se obtuvo en 2010). En concordancia con lo anterior, en la CDMX el valor más bajo se obtuvo en 1990. Por otra parte, se observa que los valores más altos para el índice de Myers se obtuvieron en el Censo de 1995 para todas las delegaciones y, por lo tanto, para la CDMX en su conjunto. Esto último sugiere que la declaración de la edad es mejor reportada en censos que en conteos; empero, al revisar únicamente los valores del índice de Myers obtenidos en los censos, el valor más alto para la mayoría de las delegaciones y para la CDMX en su conjunto se obtuvo en el censo de 2010, por lo que estos resultados nuevamente contradicen lo que se esperaría respecto a las mejoras en la calidad de la información censal. Las Figuras 1 y 2, muestran los mapas de las delegaciones de la CDMX, con los resultados obtenidos, según la escala propuesta para el índice de Myers.

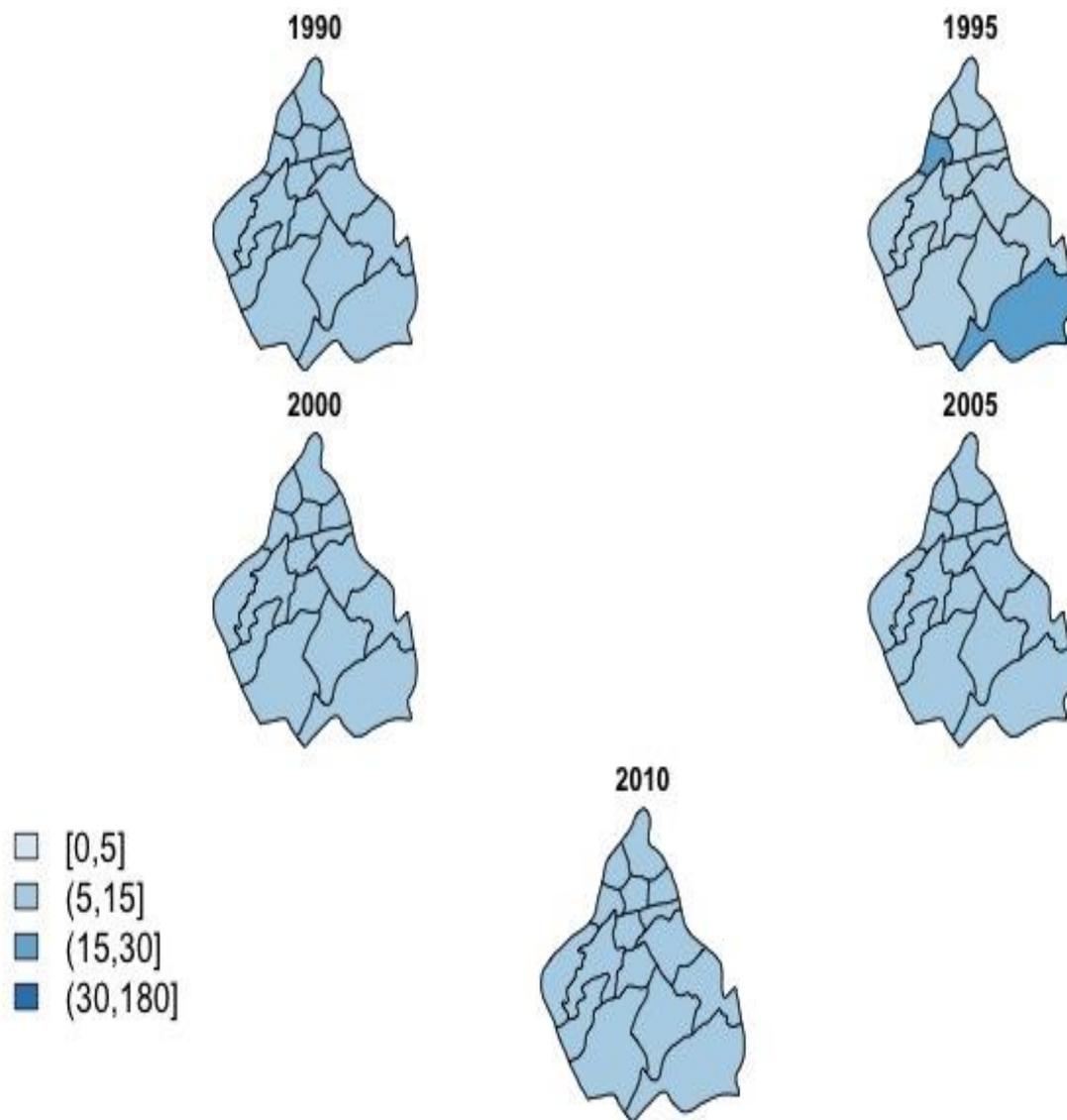
Por su parte, los valores para el índice de Naciones Unidas (INU) muestran que al igual que con el índice de Myers, los valores más altos se obtuvieron en el Censo de 1995, salvo en las delegaciones Cuajimalpa de Morelos e Iztacalco en las que los valores más altos se observaron en los años 2000 y 2010 respectivamente. Sin embargo, a diferencia del índice de Myers, los valores más bajos se observaron en 2005, exceptuando a las delegaciones Coyoacán, Magdalena Contreras, Tláhuac y Xochimilco, en las que el valor más bajo se alcanzó en 2010 y

¹⁵ La escala propuesta para el índice de Myers es: [0,5] información confiable, (5,15] información aproximada, (15,30] información mala, (30, 180] información muy mala. (Chackiel & Macció, 1978)

por último la delegación Cuajimalpa de Morelos, cuyo mínimo se obtuvo en 1990. De acuerdo a la escala propuesta para este índice,¹⁶ la información es de calidad intermedia, para la delegación Cuajimalpa en todos los ejercicios censales, para la delegación Berto Juárez en los años 1990, 1995 y 2000, para las delegaciones Coyoacán, Mípa Alta y Miguel Hidalgo en 1990 y 1995, y para las delegaciones Azcapotzalco, Magdalena Contreras, Álvaro Obregón, Tláhuac y Cuauhtémoc sólo en 1995. El resto de los resultados se ubican en la categoría de calidad satisfactoria. En la Figura 3, se muestran los mapas de las delegaciones de la CDMX, con los resultados obtenidos según la escala propuesta para el INU.

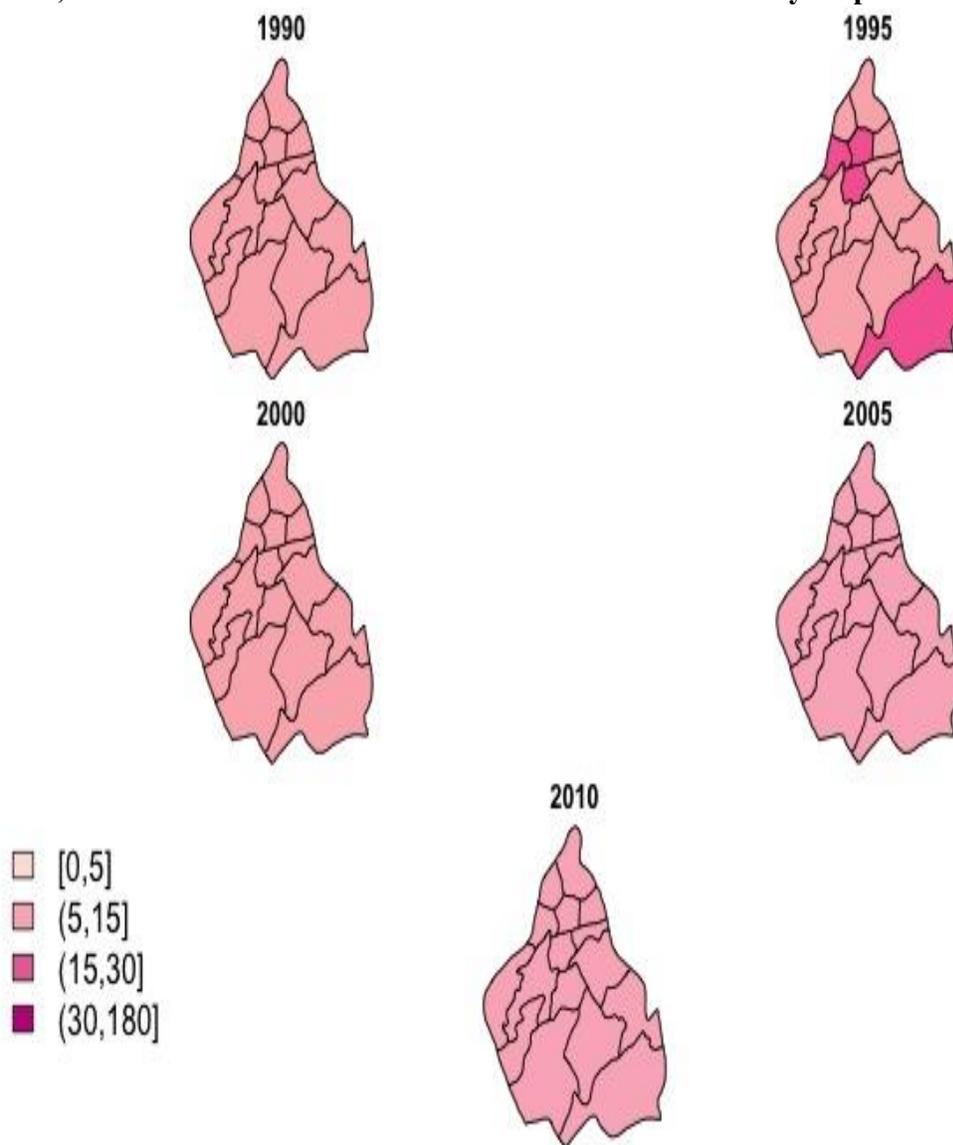
¹⁶ Para el índice de Naciones Unidas se propone la siguiente escala: [0,20] información satisfactoria, (20,40] información de calidad intermedia y (40, ∞) información deficiente. (Chackiel & Macció, 1978)

Figura 1. Mapas de las delegaciones de la CDMX para los años 1990, 1995, 2000, 2005 y 2010, de acuerdo a los valores obtenidos con el índice de Myers para la población masculina



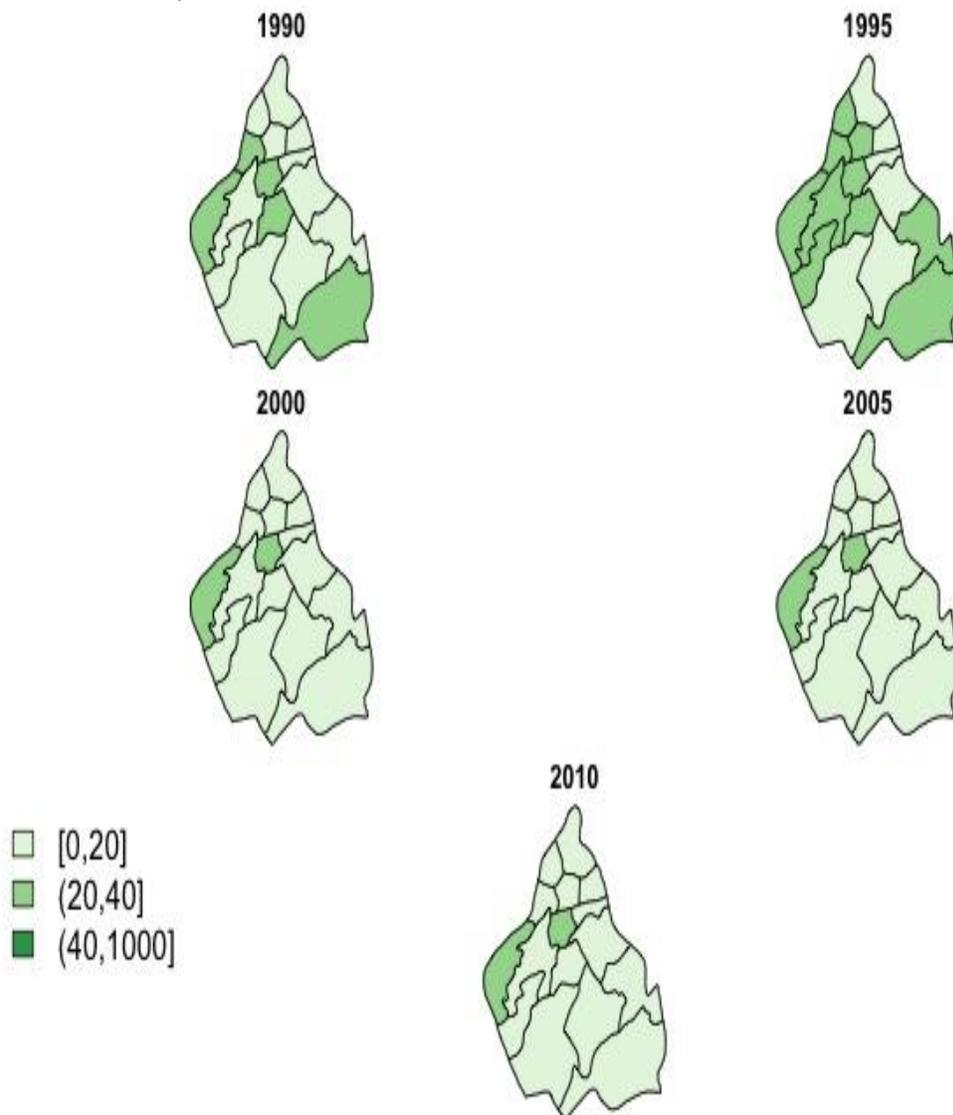
Fuente: Cálculos propios con base en la información de los Censos de Población y Vivienda de 1990, 2000 y 2010, y los Conteos de Población y Vivienda de 1995 y 2005.

Figura 2. Mapas de las delegaciones de la CDMX para los años 1990, 1995, 2000, 2005 y 2010, de acuerdo a los valores obtenidos con el índice de Myers para la población femenina



Fuente: Cálculos propios con base en la información de los Censos de Población y Vivienda de 1990, 2000 y 2010, y los Conteos de Población y Vivienda de 1995 y 2005.

Figura 3. Mapas de las delegaciones de la CDMX para los años 1990, 1995, 2000, 2005 y 2010, de acuerdo a los valores obtenidos con el índice de Naciones Unidas



Fuente: Cálculos propios con base en la información de los Censos de Población y Vivienda de 1990, 2000 y 2010, y los Conteos de Población y Vivienda de 1995 y 2005.

Dadas las fallas de las que adolece la información, se decidió utilizar el método de Gray para corregir la información por edades individuales y el método de 1/16 para la población agrupada en quinquenios (en el Anexo 2.2 se encuentra la manera en que se pueden realizar ambas correcciones). Después de haber realizado la corrección de la información, se calculó nuevamente el índice de Myers y el de Naciones Unidas para corroborar que la calidad de la información mejorara. Los resultados obtenidos muestran que efectivamente hay una mejora, ya

que para el índice de Myers, en ningún caso se obtuvo un valor mayor a uno. En cuanto al índice de Naciones Unidas, después de la corrección los índices disminuyeron en todos los casos y ninguno fue superior a veinte (las mejoras en ambos índices pueden ser consultadas también en el Anexo 2.2). En el caso de la conciliación demográfica, no fue necesario realizar ajustes ni correcciones de la información, dado que esa información ya está corregida.

Respecto a las estadísticas vitales, se consultaron las defunciones y nacimientos ocurridos en los años 1990, 1995, 2000, 2005 y 2010, que fueron registradas en esos mismos años y en los años posteriores.¹⁷ En el caso de las defunciones, la consulta se hizo por entidad y municipio de residencia habitual del fallecido, sexo y edad. Para los nacimientos, las variables involucradas fueron la edad de la madre al momento del nacimiento, y la entidad y municipio de residencia habitual de ésta. Dado que en esta fuente de información existe el registro tardío, es decir, que hay nacimientos y defunciones que no se registraron el año en el que ocurrieron sino en años posteriores, se hizo un análisis de la información para determinar los nacimientos y las defunciones que se tomarían como los ocurridas en los años mencionados. Para este análisis, se observó en primer lugar que en los años de ocurrencia se tiene una mayor cantidad de nacimientos o defunciones registradas. En segundo lugar, se advirtió que de manera general hay un comportamiento decreciente en el registro de estos eventos para los años posteriores al año de ocurrencia. Por lo anterior, se obtuvieron razones de registro tardío calculadas como el cociente de los nacimientos o defunciones registradas en años posteriores al año de ocurrencia entre aquéllos que sí fueron registrados en el año de ocurrencia, multiplicadas por cien. Es decir, sean E_o los eventos (sean nacimientos o defunciones) registrados en el año de ocurrencia o , E_i los eventos (sean nacimientos o defunciones) registrados en el año i , que es un año distinto al año de ocurrencia, o sea, $i \neq o$, entonces las razones de registro tardío para el año i (RRT_i) se obtuvieron mediante la siguiente fórmula:

$$RRT_i = \frac{E_i}{E_o} * 100$$

De esta manera, se optó por tomar los nacimientos y defunciones hasta el año en que dichas razones fueran mayores a 5%. Al calcular los porcentajes de registro tardío, se aprecia que hay grandes diferencias entre las defunciones y los nacimientos, pues en las muertes, el porcentaje de

¹⁷ El último año de registro disponible en ese momento era 2014.

registro tardío en el año inmediato posterior al año de ocurrencia no fue mayor al 5% en ninguno de los años analizados, por lo que se consideró que las defunciones ocurridas en los años de interés fueron aquellas registradas en el mismo año de ocurrencia. Para los nacimientos, se observó en la mayoría de los casos que a partir del segundo año posterior al año de ocurrencia los porcentajes de registro tardío eran menores a 5%; sin embargo, hubo algunas excepciones, como el caso de la delegación Milpa Alta que en los años 1990 y 1995 el porcentaje de registro tardío fue mayor a 5% hasta tres años posteriores al año de ocurrencia. Por esto último, se consideró que los nacimientos ocurridos en los años de interés fueron aquellos registrados en el año en que ocurrieron y hasta tres años posteriores a éste. Cabe mencionar que el análisis anterior se hizo únicamente para defunciones y nacimientos totales (en el anexo 2.3 se encuentran los porcentajes de registro tardío de defunciones y nacimientos).

Antes de abordar los métodos utilizados para las proyecciones de población, debe mencionarse que de acuerdo con Granados (1989), las proyecciones de población de áreas pequeñas pueden clasificarse en dependientes e independientes. Las primeras se caracterizan por establecer una conexión entre las áreas pequeñas y el área grande que las contiene, de tal forma que antes de comenzar a proyectar las áreas pequeñas, es preciso contar con una proyección del área mayor y las proyecciones de las áreas pequeñas que se realicen posteriormente deben ajustarse a dicha proyección. En el segundo caso, como su nombre lo indica, se realizan las proyecciones de las áreas pequeñas de manera independiente al área grande y éstas pueden sumarse posteriormente para obtener la proyección del área mayor (Granados, 1989).

En el presente trabajo se eligió realizar proyecciones dependientes, por el hecho de que para la proyección de la CDMX se contaba con una conciliación demográfica, lo que nos permitió contar con un mayor número de puntos en el tiempo y con información de mayor calidad, por lo que se consideró que dicha proyección es más robusta que las proyecciones que pudieran realizarse para el caso de las delegaciones.

3.2 Metodología para las proyecciones de la CDMX

Para la elaboración de las proyecciones de población de la CDMX, se utilizó la metodología propuesta por García-Guerrero (2014), en la cual se proyectan las componentes de la dinámica demográfica a partir del modelo para pronosticar la mortalidad propuesto por Lee Carter (LC)

con algunas modificaciones, particularmente para el pronóstico de la migración. Dicho modelo combina un modelo demográfico con pocos supuestos, con métodos estadísticos de series de tiempo, por lo que al final se tiene una base estocástica para el pronóstico de mortalidad, fecundidad y migración, así como intervalos de predicción. (García-Guerrero, 2014) Una vez realizados los pronósticos de las componentes, se proyectan las poblaciones masculina y femenina. Cabe mencionar que el hecho de haber decidido elaborar pronósticos estocásticos para la CDMX, es que éstos permiten analizar una gran cantidad de escenarios futuros posibles y calcular su probabilidad de ocurrencia. (García-Guerrero, 2014) A continuación se menciona la forma en la que opera la metodología escogida para cada una de las componentes.

Para el caso de la mortalidad, el modelo LC parte del supuesto de que existe una relación lineal entre el logaritmo natural de las tasas centrales de mortalidad $m(x,t)$ y, la edad x y el tiempo t . (García-Guerrero, 2014) El modelo se expresa como sigue:

$$\ln(m_{x,t}) = a_x + b_x k_t + \varepsilon_{x,t} \quad (\text{ecuación 1})$$

Donde los parámetros $\{a_x\}$, y de cambio $\{b_x\}$, varían con cada edad, y k_t es llamado índice de mortalidad, el cual varía con el tiempo. El factor e^{a_x} es el patrón general por edad de la mortalidad, el parámetro b_x indica cuáles tasas disminuyen más rápido y cuáles más lento en funciones de los cambios en k_t . (García-Guerrero, 2014)

Para pronosticar la mortalidad es necesario ajustar los datos al modelo. Por lo que se sugiere restringir el modelo a que $\sum_{x=0}^{w+} b_x = 1$ y $\sum_{t=1}^n k_t = 0$, para establecer la unicidad en la solución del sistema. De lo cual se deriva que $a_x = \sum_{t=1}^n \ln(m_{x,t}) / n$. Es decir, el parámetro a_x se estima como el promedio aritmético simple del logaritmo de las tasas centrales a lo largo del tiempo. (García- Guerrero, 2014) De esta manera se tiene que:

$$\ln(m_{x,t}) - a_x = b_x k_t + \varepsilon_{x,t}$$

Para obtener los vectores b_x y k_t , se propone utilizar la descomposición en valores singulares (DVS). Otra forma de estimar el vector k_t es sumar sobre todas las edades para cada t las columnas de la matriz $\ln(m_{x,t}) - a_x$, es decir:

$$k_t = \sum_{x=0}^{w+} (\ln(m_{x,t}) - a_x)$$

Luego, para obtener b_x , se resuelve la ecuación 1 por mínimos cuadrados ordinarios, es decir:

$$b_x = \frac{\sum_{t=1}^n k_t (\ln(m_{x,t}) - a_x)}{\sum_{t=1}^n k_t^2} \text{ para cada } x \in [0, w+]$$

Una vez que se han obtenido los parámetros, el índice de mortalidad (k_t) es el que se extrapola hacia el futuro. Para ello es necesario pronosticar dicho índice de mortalidad con el modelo de series de tiempo que mejor se ajuste a la serie histórica de dicho índice. En el caso de la CDMX, tanto para hombres como para mujeres, el modelo ARIMA que mejor se ajusta es el ARIMA(1,1,0), de modo que se obtiene el siguiente modelo en ambos casos:

$$k_t = k_{t-1} + \phi_0 + \phi_1(k_{t-1} - k_{t-2}) + e_t$$

Después de tener el pronóstico del índice de mortalidad, basta con sustituirlo en la ecuación 1, para obtener los logaritmos naturales de las tasas de mortalidad futuras. Posteriormente, se aplica una exponencial para obtener las tasas de mortalidad futuras.

Para la fecundidad, se usa el mismo modelo que para la mortalidad, de modo que se supone que el logaritmo natural de las tasas específicas de fecundidad se ajusta a una línea recta. (García-Guerrero, 2014) La ecuación matemática que expresa esta relación es:

$$\ln(f_{x,t}) = a_x + b_x f_t + \varepsilon_{x,t} \text{ (ecuación 2)}$$

Donde los parámetros $\{a_x\}$, y de cambio $\{b_x\}$, varían con cada edad, y f_t es el índice de fecundidad que varía con el tiempo. La variable $f_{x,t}$ son las tasas específica de fecundidad de la madre a edad x al tiempo t . A diferencia de la mortalidad, para estimar el parámetro a_x , no se promedió el valor del logaritmo natural de las tasas específicas, sino que se usaron los últimos valores de la serie histórica dándole mayor peso a éstos, pues si se empleara el promedio histórico, el modelo podría capatar descensos fuertes en la fecundidad que se hayan dado en el pasado y lo extrapolaría con la misma magnitud. (García-Guerrero, 2014)

Para estimar el vector f_t , se sumó sobre todas las edades para cada t las columnas de la matriz $\ln(f_{x,t}) - a_x$, es decir:

$$f_t = \sum_{x=15}^{49} (\ln(f_{x,t}) - a_x)$$

Luego, para estimar b_x se resuelve la ecuación 2 por mínimos cuadrados.

$$b_x = \frac{\sum_{t=1}^n f_t (\ln(f_{x,t}) - a_x)}{\sum_{t=1}^n f_t^2}, \text{ para cada } x \in [15, 49]$$

Una vez que se obtuvieron los parámetros, se pronostica el índice de fecundidad con el modelo de series de tiempo que mejor ajuste a los datos. Para la CDMX, el modelo ARIMA que mejor se ajustó para la fecundidad fue el ARIMA(0,1,0) el cual queda de la siguiente manera:

$$f_t = f_{t-1} + e_t$$

Nuevamente, después de pronosticar el índice, se sustituye en la ecuación 2 para obtener los logaritmos naturales de las tasas de fecundidad futuros y aplicanso una exponencial a éstos, se obtienen las tasas de fecundidad futuras.

En cuanto a la migración, se ajusta y pronostica el saldo neto migratorio por edad individual, aunque de manera distinta a la fecundidad y la mortalidad, ya que se usa un modelo que Lee propuso para pronosticar la fecundidad en Estados Unidos basado en la función logística, ya que permite establecer cotas, pues de otra manera se podría obtener una migración creciente que pudiera llegar a niveles insostenibles. (García-Guerrero, 2014)

En este caso no se emplean tasas, sino los niveles históricos de la migración neta en cada edad, los cuales se modelan mediante una función lineal que depende de un parámetro desconocido al que se denominará índice de migración neta. Así, la migración neta por edad queda definida por la siguiente función:

$$g_{x,t} = a_x + b_x g_t + \varepsilon_{x,t} \text{ (ecuación 3)}$$

Donde a_x , b_x se definen de manera análoga al caso de la mortalidad y la fecundidad y g_t es el índice de migración neta. El parámetro a_x se calcula como el promedio del saldo neto migratorio a lo largo del tiempo; es decir, $a_x = \sum_{t=1}^n g_{x,t} / n$ para cada edad x . Para estimar el vector g_t , se sumaron cada una de las columnas de la matriz $g_{x,t} - a_x$. O sea:

$$g_t = \sum_{x=0}^{\omega+} (g_{x,t} - a_x)$$

Luego, para estimar b_x se resuelve la ecuación 3 por mínimos cuadrados, es decir:

$$b_x = \sum_{t=1}^n g_t (g_{x,t} - a_x) / \sum_{t=1}^n g_t^2 \text{ para cada } x \in [0, \omega +]$$

Para que la solución sea única se requiere que $\sum_{x=0}^{\omega+} b_x = 1$ y $\sum_{t=1}^n g_t = 0$; entonces el saldo neto migratorio total para cada año se obtiene de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} SNM &= \sum_{x=0}^{\omega+} g_{x,t} \\ &= \sum_{x=0}^{\omega+} a_x + \sum_{x=0}^{\omega+} b_x g_t \\ &= A + g_t, \end{aligned}$$

donde $A = \sum_{x=0}^{\omega+} a_x$ es el saldo neto migratorio promedio de toda la serie histórica.

Después se modela el SNM como una función logística de forma que:

$$z_t = \ln \left(\frac{SNM_T - L}{U - SNM_T} \right)$$

donde L y U son las cotas inferior y superior establecidas a priori para la migración neta total. De esta forma, todo se reduce a pronosticar el índice de migración neta modificado z_t con algún método estadístico de series de tiempo que mejor se ajuste a dicho índice (García-Guerrero, 2014).

Par el caso de la CDMX, se obtuvo tanto para hombres como para mujeres, que el modelo que mejor se ajustó a dicho índice modificado fue un ARIMA(0,1,0). Dicho modelo se expresa de la siguiente manera:

$$z_t = z_{t-1} + e_t$$

Después de pronosticar el índice, se sustituye en la ecuación 3 para obtener los saldos netos migratorios futuros.

3.3 Proyección de las delegaciones

En cuanto a la metodología empleada para realizar las proyecciones de población de las delegaciones, se optó por probar algunos de los métodos revisados en el capítulo de antecedentes

y se compararon con los resultados de la Encuesta Intercensal 2015, con la finalidad de medir la bondad de las técnicas empleadas y elegir la que mejores resultados arrojará.

3.3.1 Metodologías empleadas para la proyección de población de las delegaciones

Para la proyección de las delegaciones, se usaron los métodos de extrapolación simples, que incluyen el crecimiento aritmético, geométrico y exponencial, los métodos de razón de correlación, en los que se incluye el método de proporciones constantes, el de proporción cambiante, el de proporción de crecimiento, además del método de relación de cohortes.¹⁸ Se empleó también la regresión exponencial, el método de Hamilton Perry y por último, un método de componentes en el cual se proyectó la mortalidad de acuerdo al sistema logito de Brass, la fecundidad a partir del doble logaritmo de Gompertz y para el caso de la migración, se estimó de manera indirecta el SNM entre 2005 y 2010 y se supuso constante para el periodo 2010-2015.

Antes de exponer ejemplos de las metodologías enunciadas, es importante mencionar por qué se descartaron algunos métodos revisados en el capítulo de antecedentes. Comenzando con la función logística, dicha función como se especificó anteriormente, necesita de una cota para ser empleada y dado que en el presente trabajo se desean obtener proyecciones lo más desagregadas posibles, se hubiera tenido que realizar un análisis de la población de cada delegación por grupo de edad y sexo, con el fin de determinar la cota para cada uno de ellos, lo cual hubiera requerido de mucho tiempo. Una situación similar se presenta en el caso de los ajustes polinómicos, pues si bien al contar con información de cinco puntos en el tiempo, de manera inmediata se pensaría que el mejor ajuste lo proporciona un polinomio de grado cuatro, en muchas ocasiones al utilizar dichos polinomios para extrapolar la información se obtienen resultados poco congruentes de acuerdo al comportamiento observado en el periodo base, por lo que nuevamente sería necesario analizar la población de cada grupo de edad para cada delegación, a fin de decidir el polinomio que mejores resultados arroje. Para el caso de los procesos ARIMA y los métodos de componentes estocásticos (que incluyen las proyecciones bayesianas), dichos métodos fueron descartados debido a que precisan de series de datos extensas, mientras que para el caso de las delegaciones sólo se contaba con información de cinco puntos en el tiempo. Por último, los

¹⁸ Debido a que los métodos de razón de correlación requieren como insumo la proyección previa del área mayor y dado que en el presente trabajo se optó por realizar pronósticos estocásticos para la CDMX, se utilizará la mediana de dicho pronóstico como insumo de estos métodos.

métodos de regresión (razón de correlación), razón censal y unidad de vivienda, requieren de cierta información proyectada, como los indicadores sintomáticos o el número de viviendas que serían construidas o demolidas, con la cual no se contaba y por ello también fueron excluidos.

Retomando las metodologías elegidas para las proyecciones de población de las delegaciones, a continuación se expondrán algunos ejemplos de la forma en que fueron implementadas. En el caso de los crecimientos lineal, geométrico y exponencial, se procede de la misma manera. Primero se estima la tasa de crecimiento anual entre los dos momentos censales más recientes (para el presente trabajo se tomó el conteo de 2005 y el censo de 2010) y posteriormente se usa dicha tasa para realizar la proyección. Para ilustrar este método se tomará como ejemplo la información de la delegación Azcapotzalco. Debe mencionarse que estos métodos de extrapolación simple se aplicaron a la población por edad individual y por sexo, por lo que aquí se expondrá el caso de la población masculina de 0 años.

De acuerdo con el conteo de 2005, la población masculina de 0 años de edad para la delegación Azcapotzalco fue de 2,818 hombres, mientras que en 2010 descendió a 2,481 hombres. Además, se tiene que entre ambos ejercicios censales hay una diferencia de 1,699 días, por lo que las tasas se calcularon de la siguiente manera:

Crecimiento lineal:

$$r = \frac{\left(\frac{2,481}{2,818} - 1\right)}{\left(\frac{1,699}{365}\right)} = -0.0257$$

Crecimiento geométrico:

$$r = \left(\left(\frac{2,481}{2,818} \right)^{\frac{1,699}{365}} - 1 \right) = -0.0269$$

Crecimiento exponencial:

$$r = \frac{\ln\left(\frac{2,481}{2,818}\right)}{\frac{1,699}{365}} = -0.0273$$

Con estas tasas, se proyectó la población de 0 años hacia el año 2015, partiendo del año 2010. Siguiendo con la notación expuesta en la parte de antecedentes, la población de cero años masculina para la delegación Azcapotzalco proyectada a 2015 se calcula como:

Crecimiento lineal:

$$N_o(2015) = N_o(2010) * (1 + r * (2015 - 2010)) = 2,481 * (1 + (-0.0273) * 5) = 2,163$$

Crecimiento geométrico:

$$N_o(2015) = N_o(2010) * (1 + r)^{(2015-2010)} = 2,481 * (1 + (-0.0269))^5 = 2,164$$

Crecimiento exponencial:

$$N_o(2015) = N_o(2010) * \exp(r * (2015 - 2010)) = 2,481 * \exp((-0.0273) * 5) = 2,164$$

En segundo lugar se ejemplificará el método de regresión exponencial, para el cual se usó la información de los censos de 1990, 2000 y 2010, y de los conteos de 1995 y 2005. Dicha metodología fue aplicada para proyectar la población por sexo y edades individuales. Para ilustrarla se tomará la información de mujeres de 30 años de la delegación Gustavo A. Madero. De acuerdo con los ejercicios censales mencionados, en la delegación Gustavo A. Madero se contabilizaron 11,185 mujeres de 30 años en 1990, 11,822 en 1995, 11,874 en 2000, 10,505 en 2005 y 9,412 en 2010. La proyección se calculó de la siguiente manera:

En primer lugar habría que recordar que de acuerdo con la regresión exponencial, hay una relación lineal entre el logaritmo natural de la población y el tiempo, es decir:

$$\ln(N_x(t)) = \ln(a) + bt$$

Por lo que si se denota como $y = \ln(N_x(t))$, $x = t$, $\alpha = \ln(a)$ y $\beta = b$ se tiene entonces que:

$$y = \alpha + \beta x$$

En esta última expresión, los parámetros α y β se pueden calcular a partir del método de mínimos cuadrados a partir de las siguientes fórmulas:

$$\beta = \frac{n(\sum x_i y_i) - (\sum x_i)(\sum y_i)}{n(\sum x_i^2) - (\sum x_i)^2}$$

$$\alpha = \frac{\sum y_i - \beta(\sum x_i)}{n}$$

Para calcular los parámetros se recomienda acomodar la información como se muestra en el Cuadro 2, haciendo los cálculos respectivos:

Cuadro 2. Estimación de los parámetros alfa y beta del método de regresión exponencial

	x_i	x_i^2	P_{30}	$y_i = \ln(N_{30})$	$x_i * y_i$
1990	1	1	11,185	9.3223	9.3223
1995	2	4	11,822	9.3777	18.7554
2000	3	9	11,874	9.3821	28.1462
2005	4	16	10,505	9.2596	37.0383
2010	5	25	9,412	9.1497	45.7487
Suma	15	55		46.4914	139.011

Fuente: Cálculos propios con base en los Censos de Población y Vivienda de 1990, 2000 y 2010, y de los Censos de Población y Vivienda 2005 y 2010.

Una vez que se tienen los valores de la tabla y recordando que se tiene información de cinco puntos en el tiempo, es decir, $n=5$, los parámetros α y β quedan determinados de la siguiente manera:

$$\beta = \frac{5(139.011) - (15)(46.4914)}{5(55) - (15)^2} = -0.0463$$

$$\alpha = \frac{46.4914 - (-0.0463)(15)}{5} = 9.4372$$

Con ellos se obtiene el logaritmo natural de la población femenina de 30 años de la delegación Gustavo A. Madero en 2015, es decir:

$$y_6 = \ln(N_{30}(2015)) = \alpha + \beta(6) = 9.4372 + (-0.0463)(6) = 9.1593$$

Finalmente, la población proyectada es:

$$N_{30}(2015) = \exp(\ln(N_{30}(2015))) = 9,503$$

Para el método de proporciones constantes, se usó como información el censo de 2010 y se obtuvo la proporción que representaba la población del área menor (la delegación) de una edad

y sexo determinados, respecto a la población de esa misma edad y sexo pero del área mayor (la CDMX). La proporción obtenida se multiplicó por la población de esa edad en la proyección generada previamente para el área mayor (la CDMX). Se tomará la población de hombres de 50 años de la delegación Iztapalapa con la finalidad de ejemplificar la forma de proceder del método. De acuerdo con el censo de 2010, en Iztapalapa la población masculina de 50 años era de 12,087 hombres, mientras que la de la CDMX era de 62,548 hombres. Por su parte, la mediana de la proyección realizada indica que la población masculina de 50 años de la CDMX en 2015 sería de 53,320 hombres. Con esta información, se calcula en primer lugar la proporción de la siguiente manera:

$$Proporción = \frac{N_{50}(2010)}{P_{50}(2010)} = \frac{12,087}{62,548} = 0.1932$$

Por lo tanto, la proyección de la población masculina de 50 años de la delegación Iztapalapa es:

$$N_{50}(2015) = Proporción * P_{50}(2015) = 0.1932 * 53,320 = 10,301$$

El siguiente método a ilustrar es el de proporción cambiante. Como se mencionó en el capítulo de antecedentes, este método toma en cuenta el cambio que hubo en la proporción de la población del área menor respecto a la población del área mayor entre el año base y otro año comprendido en el periodo base, y se supone que dicho cambio continuará en los años futuros. Se tomará la población masculina de 0 años de la delegación Coyoacán para ejemplificarlo. De acuerdo con los censos de 2000 y 2010, en esa delegación había 4,772 y 3,251 hombres de 0 años respectivamente, mientras que en la CDMX había 73,968 y 57,597 hombres de esa misma edad en 2000 y 2010 respectivamente. La mediana del pronóstico indica que habrían 60,904 hombres de 0 años en la CDMX. Por lo tanto, el pronóstico para la delegación Coyoacán queda de la siguiente manera:

$$N_0(2015) = (P_0(2015)) \left[\left(\frac{N_0(2010)}{P_0(2010)} \right) + \left(\left(\frac{(2015 - 2010)}{2010 - 2000} \right) * \left(\left(\frac{N_0(2010)}{P_0(2010)} \right) - \left(\frac{N_0(2000)}{P_0(2000)} \right) \right) \right) \right]$$

$$= (60,904) \left[\left(\frac{3,251}{57,797} \right) + \left(\left(\frac{5}{10} \right) * \left(\left(\frac{3,251}{57,597} \right) - \left(\frac{4,772}{73,968} \right) \right) \right) \right] = 3,191$$

En cuanto al método de proporción de crecimiento, a diferencia del anterior, se toma en cuenta la proporción del crecimiento que hubo en la población del área menor respecto al crecimiento que hubo en la población del área mayor, entre el año base y un año comprendido dentro del periodo base. Dicha proporción se multiplica por el cambio que habrá en un futuro para el área mayor. Se usará la población femenina de 15 años de la delegación Cuauhtémoc para exponer la forma en que opera el método. Según el conteo de 2005 y el censo de 2010, había 4,009 y 3,613 mujeres respectivamente en esa delegación. En la CDMX había 74,019 y 69,343 mujeres respectivamente en esos mismos años. La mediana del pronóstico estocástico indica que en la CDMX habría 66,385 mujeres de quince años en 2015. Entonces siguiendo con la fórmula, el pronóstico a 2015 estaría dado como:

$$N_{15}(2015) = N_{15}(2010) + \left[\left(\frac{N_{15}(2010) - N_{15}(2005)}{P_{15}(2010) - P_{15}(2005)} \right) * (P_{15}(2015) - P_{15}(2010)) \right]$$

$$= 3,613 + \left[\left(\frac{3,613 - 4,009}{69,343 - 74,019} \right) * (66,385 - 69,343) \right] = 3,362$$

Para el método de relación de cohortes, se emplearon los ejercicios censales de 2005 y 2010, y la mediana de las proyecciones estocásticas elaboradas para la CDMX, puesto que en este método se usa la razón de cambio de la cohorte acontecida en los dos censos más recientes, tanto para el área mayor como para el área menor y se supone que la diferencia entre ambos cambios permanecerá invariable a lo largo de la proyección. A fin de ilustrar este método, se proyectará la población de hombres de 10 a 14 años de la delegación Venustiano Carranza hacia el año 2015. La información que se tiene es que en 2005 en la delegación Venustiano Carranza había 18,406 hombres de 10 a 14 años y que en 2010 había 16,262 y 17,689 hombres de 10 a 14 años y de 15 a 19 años respectivamente. Por otro lado, en la CDMX había 357,106 hombres de 10 a 14 años en 2005 y 334,674 en 2010, mientras que para este último año había también 363,265 hombres de 15 a 19 años. Finalmente, de acuerdo con la mediana de la proyección estocástica, en 2015 habría 348,150 hombres de 15 a 19 años en la CDMX, por lo que la proyección se realizó de la siguiente forma:

Se calculó en primer lugar el diferencial K de la razón de cambio de la cohorte entre el área mayor y la menor.

$${}_5K_{10}(2005,2010) = \frac{\left[\frac{{}_5N_{15}(2010)}{{}_5N_{10}(2005)} \right]}{\left[\frac{{}_5P_{15}(2010)}{{}_5P_{10}(2005)} \right]} = \frac{\frac{17,689}{18,406}}{\frac{363,265}{357,106}} = 0.9447$$

Luego se calculó la razón de cambio de la cohorte entre 2010 y 2015 del área mayor

$${}_5CR_{10}(2010,2015) = \frac{{}_5P_{15}(2015)}{{}_5P_{10}(2010)} = \frac{348,150}{334,674} = 1.04$$

Finalmente, la población proyectada es:

$${}_5N_{15}(2015) = {}_5N_{10}(2010) * {}_5CR_{10}(2010,2015) * {}_5K_{10}(2005,2010) = 16,262 * 1.04 * 0.9447 = 15,982$$

En el caso de la metodología de Hamilton Perry, se tomó de nuevo el conteo de 2005 y el censo de 2010, ya que como se mencionó anteriormente, en este método se proyecta la población por edad y sexo de un tiempo t a un tiempo $t+k$ usando las razones de cambio de cohorte calculados de los dos censos más recientes, pero a diferencia del método de relación de cohortes, esta metodología no está sujeta a lo que ocurre en el área mayor. Para ejemplificar esta metodología se tomará la información de mujeres de la delegación Cuauhtémoc y se proyectará al 2015 la población perteneciente al grupo quinquenal 15 a 19 años en 2010 (que en 2015 sería la población de 20 a 24 años). Se tiene entonces como información que en 2005 la población de mujeres de 15 a 19 años de la delegación Cuauhtémoc era de 21,058 habitantes, mientras que en 2010 era de 19,359 habitantes y en ese mismo año la población de mujeres de 20 a 24 años era de 22,546, por lo que la razón de cambio de la cohorte es:

$${}_nCCR_x = \frac{{}_nN_x(t)}{{}_nN_{x-k}(t-k)}$$

$${}_5CCR_{15} = \frac{{}_5N_{20}(2010)}{{}_5N_{15}(2005)} = \frac{22,546}{21,058} = 1.07$$

Y entonces la población de 20 a 24 años en 2015 es:

$${}_5N_{20}(2015) = ({}_5CCR_{15}) * ({}_5N_{15}(2010)) = (1.07) * 19,359 = 20,728$$

Por último, se empleó un método basado en el método de las componentes para el cual se usará la población de la delegación Magdalena Contreras con fines de ejemplificar la forma en que se procedió. La mortalidad se pronosticó a partir del sistema logito de Brass, por lo que se calcularon los logitos para los años 1990, 1995, 2000, 2005 y 2010 a partir de la información censal para esos años y de la información proveniente de las estadísticas vitales. Una vez calculados los logitos, se eligió un estándar a partir del cual se pudieran describir estos logitos. La elección del logito estándar no es única, ya que en ocasiones se toma como logito estándar el observado en el último año, en otras se toma el observado a mitad de los periodos observados, también se pueden tomar estándares ya dados, etc. Lo anterior no significa que el estándar pueda ser arbitrario, ya que si bien varios estándares pueden ser útiles para los fines de la proyección, algunos otros pudieran no ajustarse al contexto que se desea aplicar, por lo que una forma de verificar si el logito estándar elegido es adecuado para describir el observado, es verificar que entre ambos haya una relación lineal. En el presente trabajo se eligió como estándar el promedio de los logitos observados. El cuadro 2 muestra los logitos observados en la delegación Magdalena Contreras en 1990 y el logito estándar elegido, en la Gráfica 1 se confrontan ambos logitos y se aprecia que efectivamente hay una relación lineal entre ellos.

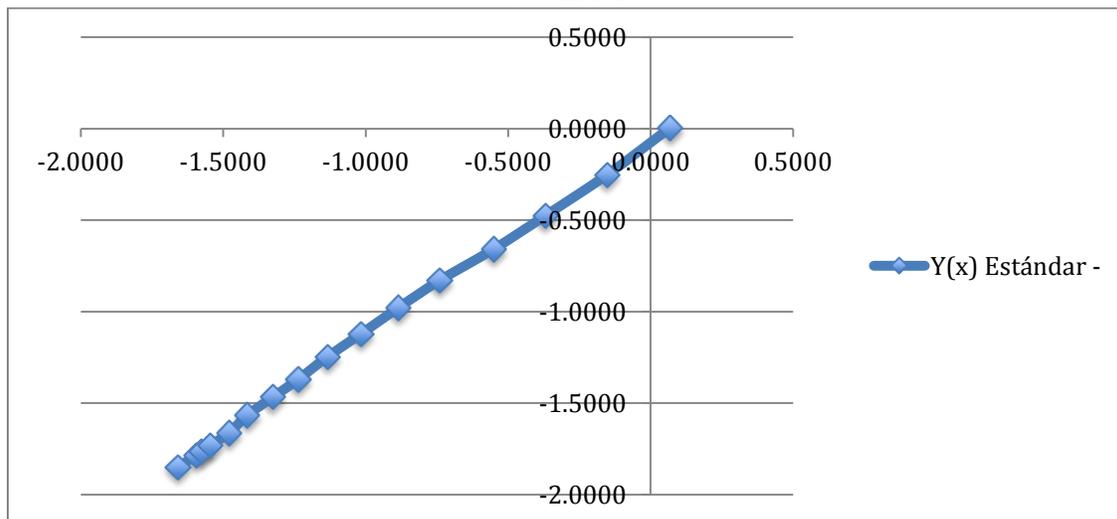
Cuadro 3. Logito observado en 1990 y logito estándar para la delegación Magdalena Contreras

Edad	Y(x) 1990	Y(x) Estándar
<1 año	-	-
1-4 años	-1.6590	-1.8515
De 5 a 9 años	-1.5950	-1.7858
De 10 a 14 años	-1.5763	-1.7654
De 15 a 19 años	-1.5447	-1.7314
De 20 a 24 años	-1.4792	-1.6626
De 25 a 29 años	-1.4152	-1.5664
De 30 a 34 años	-1.3255	-1.4668
De 35 a 39 años	-1.2360	-1.3693
De 40 a 44 años	-1.1331	-1.2456
De 45 a 49 años	-1.0160	-1.1214
De 50 a 54 años	-0.8850	-0.9784

De 55 a 59 años	-0.7400	-0.8292
De 60 a 64 años	-0.5506	-0.6582
De 65 a 69 años	-0.3692	-0.4754
De 70 a 74 años	-0.1518	-0.2507
75 años y más	0.0691	0.0056

Fuente: Cálculo propios con base en las tasas de mortalidad calculadas para 1990 y los logitos calculados para 1990, 1995, 2000, 2005 y 2010.

Gráfica 1. Logito observado en 1990 para la delegación Magdalena Contreras vs logito estándar



Fuente: Cálculos propios.

De tal manera que como en el método se supone que el logito observado puede ser descrito por el logito estándar a partir de la siguiente relación:

$$y_x = \alpha + \beta * y^s_x$$

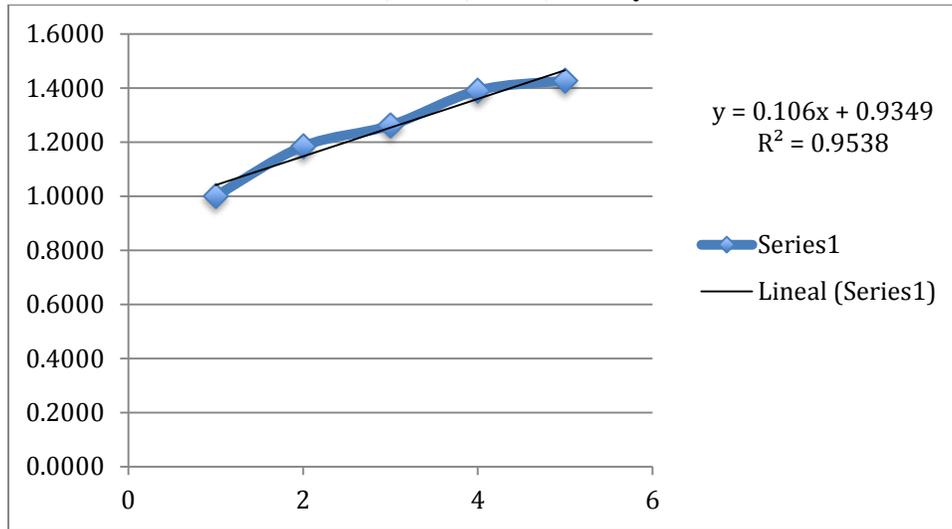
Se estimaron los parámetros α y β para los años 1990, 1995, 2000, 2005 y 2010, utilizando promedios móviles. Una vez estimados los parámetros, se analizó su tendencia y se proyectaron a 2015. En el Cuadro 4 se muestran los valores de α y β obtenidos. Las Gráficas 2 y 3, permiten observar la tendencia de estos parámetros. En el caso de las Beta, a partir de la Gráfica 2 es evidente que la tendencia puede ser descrita a partir de una línea recta, mientras que para el caso de las alfa, una parábola sería adecuada para describir su tendencia. En ambas gráficas aparecen las ecuaciones de la recta y la parábola ajustadas respectivamente.

Cuadro 4. Parámetros de mortalidad obtenidos para la delegación Magdalena Contreras

Parámetros Mortalidad	1990	1995	2000	2005	2010
Beta	1.0009	1.1842	1.2615	1.3904	1.4278
Alfa	0.1064	0.1774	0.2158	0.2320	0.2086

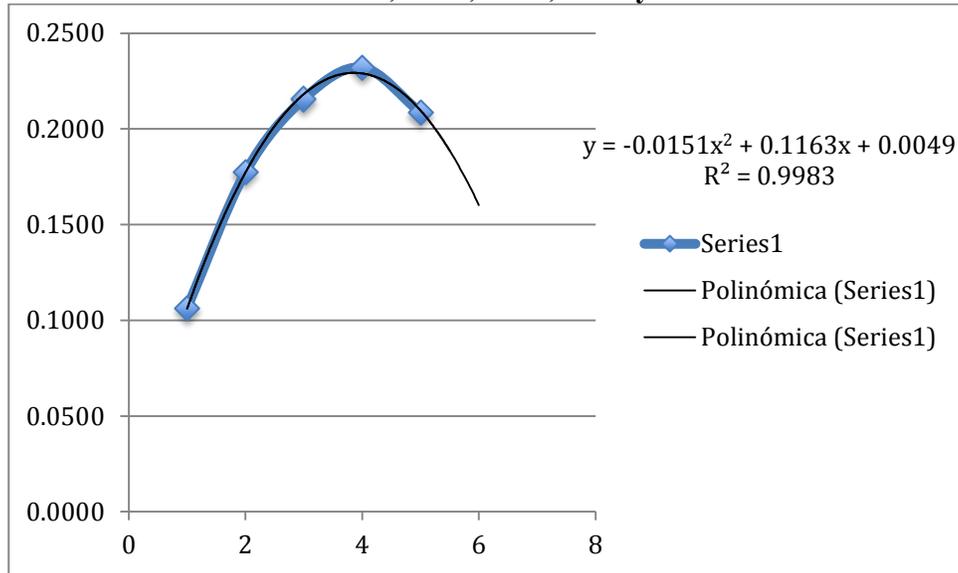
Fuente: Cálculos propios con bases en las estadísticas vitales, censos de 1990, 2000 y 2010, y los conteos de 1995 y 2005.

Gráfica 2. Parámetro beta de mortalidad para la delegación Magdalena Contreras en los años 1990, 1995, 2000, 2005 y 2010



Fuente: Cálculos propios con bases en las estadísticas vitales, censos de 1990, 2000 y 2010, y los conteos de 1995 y 2005.

Gráfica 3. Parámetro alfa de mortalidad para la delegación Magdalena Contreras en los años 1990, 1995, 2000, 2005 y 2010



Fuente: Cálculos propios con bases en las estadísticas vitales, censos de 1990, 2000 y 2010, y los conteos de 1995 y 2005.

A partir de dichas funciones se obtuvo que la alfa correspondiente al año 2015 es 0.159 y la beta con un valor de 1.571. De modo que los logitos proyectados a 2015 (los cuales se muestran en el Cuadro 5) se estimaron a partir de la siguiente relación:

$$y_x^{2015} = 0.159 + (1.571) * y_x^s$$

Cuadro 5. Logito proyectado a 2015 para la delegación Magdalena Contreras

Edad	Y(x) ajustadas 2015
<1 año	-
1-4 años	-2.8237
De 5 a 9 años	-2.7885
De 10 a 14 años	-2.7454
De 15 a 19 años	-2.7042
De 20 a 24 años	-2.5457

De 25 a 29 años	-2.3726
De 30 a 34 años	-2.1936
De 35 a 39 años	-2.0473
De 40 a 44 años	-1.8626
De 45 a 49 años	-1.6859
De 50 a 54 años	-1.4777
De 55 a 59 años	-1.2184
De 60 a 64 años	-0.9417
De 65 a 69 años	-0.6445
De 70 a 74 años	-0.3091
75 años y más	0.0709

Fuente: Cálculos propios con base en los parámetros alfa y beta obtenidos y el estándar escogido.

Finalmente, recordando que $y_x = \frac{1}{2} \ln \left(\frac{1-\ell_x}{\ell_x} \right)$, entonces se puede hacer un despeje para obtener la función de sobrevivientes y con ella obtener la tabla de mortalidad en 2015.

$$\ell_x = \frac{1}{(1 + e^{2*y_x})}$$

Antes de pasar a la proyección de la fecundidad, es necesario hacer un paréntesis en este punto para mencionar que no en todas las delegaciones se observó una tendencia clara de los parámetros de mortalidad como el caso que se acaba de exponer, ya que en algunos casos, los parámetros mostraban un comportamiento muy irregular con incrementos y decrementos entre un periodo y el siguiente. En estos casos se observó que los mejores ajustes los proporcionaban polinomios de tercer o cuarto grado; sin embargo, al proyectar los parámetros utilizando estos polinomios y al realizar la construcción de las tablas de vida, se advirtió que se producían cambios sustanciales en la esperanza de vida, por lo que en estos casos se prefirió ajustar la

tendencia de los parámetros a polinomios de primer y segundo grado, con la finalidad de obtener cambios moderados en la esperanza de vida. En los casos en los que aun con estos ajustes se obtenían cambios considerables en la esperanza de vida, se optó por continuar con la tendencia de los parámetros observada entre 2005 y 2010. Este supuesto de tener cambios moderados en la esperanza de vida hacia 2015 se basa en que de acuerdo a las tablas de vida calculadas, entre 2005 y 2010, de 32 esperanzas de vida calculadas, esto es, las esperanzas de vida de hombres y mujeres de las 16 delegaciones, solamente en 26 de ellas no hubieron diferencias mayores a un año en la esperanza de vida, y en sólo 6 de ellas se observaron cambios mayores a un año pero que no fueron mayores a dos años.¹⁹ Algo similar ocurrió al proyectar la estructura de la fecundidad, como se verá a continuación.

Para la proyección de la fecundidad, se proyectó la estructura y el nivel por separado. Para la proyección de la estructura se usó el doble logaritmo de Gompertz. De acuerdo a este método, la fecundidad acumulada denotada como $F(x)$ queda expresada mediante la función de Gompertz como:

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

Donde TGF es la Tasa Global de Fecundidad, x la variable edad, y A y B son parámetros positivos menores que uno. Como en este caso se trabajó con tasas quinquenales de fecundidad, la fecundidad acumulada se calculó de la siguiente manera:

$$F(x) = \sum_{15}^x 5 * f_x$$

La distribución relativa acumulada es entonces:

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

Aplicando el doble logaritmo, que se denota por $V(x)$ se llega a la siguiente ecuación:

$$V(x) = \ln \left[-\ln \left(\frac{F(x)}{TGF} \right) \right] = x \ln(B) + \ln(-\ln(A))$$

¹⁹ De los seis casos, cuatro fueron para las mujeres de las delegaciones Coyoacán, Cuajimalpa de Morelos, Iztapalapa y Tlalpan, mientras que los dos casos restantes fueron para los hombres de las delegaciones Cuauhtémoc y Venustiano Carranza. Las esperanzas de vida observadas se encuentran en el Anexo 3

De nuevo se supone que los $V(x)$'s observados pueden ser descritos por un estándar ($V(x)^s$). Siguiendo con el ejemplo de la delegación Magdalena Contreras, en el Cuadro 6 se muestra para el año 2000 las tasas específicas de fecundidad, la fecundidad acumulada y los $V(x)$'s observados, además del estándar estándar escogido (de nuevo se utilizó el promedio de los $V(x)$'s observados en los años 1990, 1995, 2000, 2005 y 2010).

Cuadro 6. Tasas específicas de fecundidad, fecundidad acumulada, distribución relativa de la fecundidad, V_x y V_x estándar para la delegación Magdalena Contreras en el año 2000

	nfx	F(x)	F(X)/TGF	$5V_x$	$5V_x$ estándar
De 15 a 19 años	0.0637	0	0		
De 20 a 24 años	0.1123	0.3186	0.1513	0.6359	0.6201
De 25 a 29 años	0.1174	0.8801	0.4179	-0.1363	-0.1642
De 30 a 34 años	0.0774	1.4670	0.6965	-1.0171	-1.0031
De 35 a 39 años	0.0412	1.8542	0.8804	-2.0605	-2.0993
De 40 a 44 años	0.0068	2.0604	0.9783	-3.8190	-3.6914
De 45 a 49 años	0.0023	2.0944	0.9945	-5.1924	-5.9016
Total	0.4212	2.1061	1		

Fuente: Cálculos propios con base en las estadísticas vitales y el censo 2000.

Suponiendo entonces que las $V(x)$'s pueden ser descritas por el estándar de la siguiente manera:

$$V(x) = \alpha + \beta V^s(x)$$

Se estiman α y β a partir del método de promedios móviles para los años 1990, 1995, 2000, 2005 y 2010. El Cuadro 7 contiene los valores obtenidos para los parámetros α y β estimados para los años mencionados. Las Gráficas 4 permite apreciar que la tendencia de β es un tanto irregular, con incrementos y decrementos a lo largo del tiempo, por lo que se probaron distintos polinomios para proyectar a 2015 el valor de β . Después de haber evaluado los distintos polinomios ajustados, se optó por proyectar el parámetro β a partir de una línea recta, ya que fue el polinomio que arrojaba un menor cambio hacia 2015 respecto a los valores observados. Por su

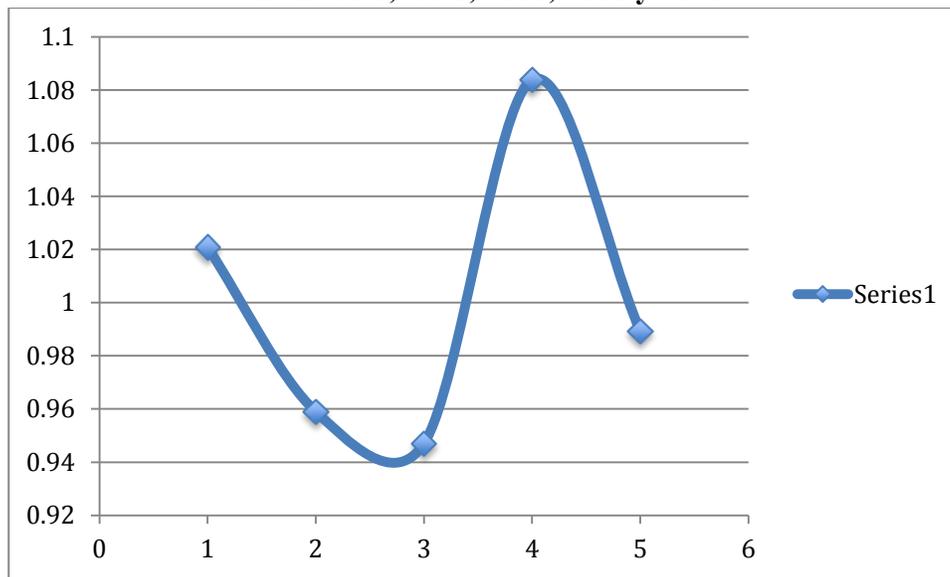
parte, en la Gráfica 5 se advierte que el parámetro α muestra decrementos en todo el periodo base, aunque dichos decrementos no son uniformes. Para este parámetro de nuevo se probaron diversos polinomios; sin embargo, en este caso se eligió un polinomio de grado dos, puesto que continuaba con la tendencia decreciente, ofrecía un mejor ajuste que el polinomio de grado uno y producía cambios más moderados que éste último. Esto se hizo con la finalidad de que la estructura de la fecundidad proyectada no presentará cambios sustanciales a lo observado en el año base.

Cuadro 7. Parámetros de fecundidad obtenidos para la delegación Magdalena Contreras

	1990	1995	2000	2005	2010
beta	1.0209	0.9591	0.9470	1.0838	0.9893
alfa	0.0359	0.0018	0.0002	-0.0076	-0.0303

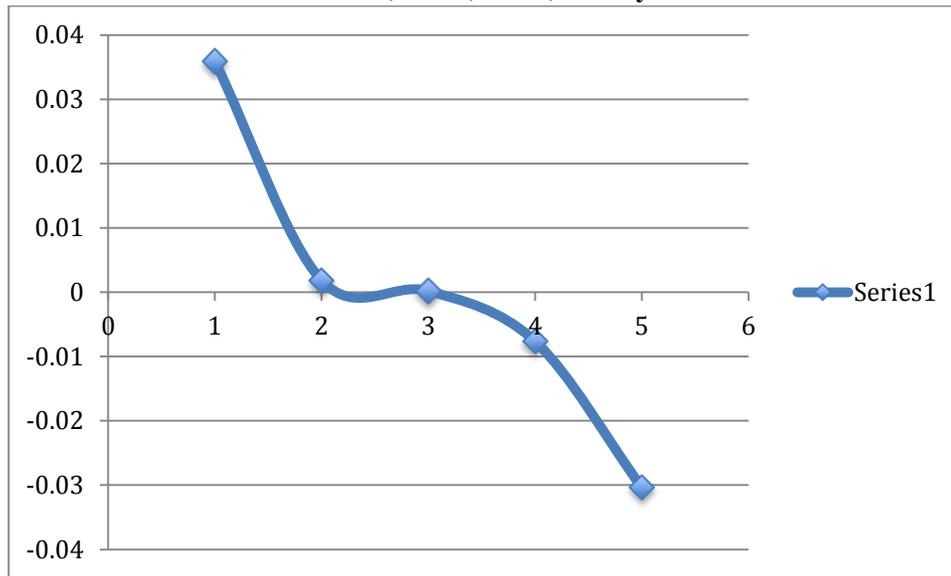
Fuente: Cálculos propios.

Gráfica 4. Parámetro beta de fecundidad para la delegación Magdalena Contreras en los años 1990, 1995, 2000, 2005 y 2010



Fuente: Cálculos propios.

Gráfica 5. Parámetro alfa de fecundidad para la delegación Magdalena Contreras en los años 1990, 1995, 2000, 2005 y 2010



Fuente: Cálculos propios.

De manera que los parámetros estimados en 2015 fueron $\alpha = -0.0337$ y $\beta = 1.0184$ a partir de los cuales se estimaron las $V(x)$ hacia el año 2015. Las cuales se muestran a continuación:

Para poder estimar la Fecundidad acumulada y las tasas específicas de fecundidad en 2015 faltaría realizar el pronóstico del nivel de la fecundidad, el cual está dado por la TGF. Se mencionó en el capítulo de antecedentes que una forma de proyectarla es a partir de la función logística, la cual requiere que se asignen dos cotas, una inferior y otra superior. En este trabajo se decidió no trabajar con dicha función ya que se pensó que sería algo aventurado establecer un límite inferior para el nivel de la fecundidad dado que en la CDMX ha seguido disminuyendo de acuerdo con la información de la Encuesta Intercensal 2015. (INEGI, 2016)

Por lo tanto, se hizo un análisis de las TGF observadas en todas las delegaciones,²⁰ en el cual se identificó que en doce de las delegaciones hubo un descenso sostenido de dicho indicador en el periodo 1990-2010. Estas delegaciones fueron: Azcapotzalco, Coyoacán, Cuajimalpa, Iztacalco, Milpa Alta, Tláhuac, Tlalpan, Xochimilco, Benito Juárez, Cuauhtémoc, Miguel Hidalgo. En once de ellas, salvo en la delegación Tláhuac, se observó que los descensos en la TGF eran cada vez más pequeños, particularmente entre los periodos 2000-2005 y 2005-2010, por lo que se consideró que esta tendencia continuaría hacia 2015, es decir, si la TGF entre 2005 y 2010 había

²⁰ En el Anexo 3 se muestran las tasas globales de fecundidad observadas en las delegaciones para los años 1990, 1995, 2000, 2005 y 2010.

mostrado un descenso de la mitad de lo que había descendido entre 2000 y 2005, el descenso hacia 2015 sería de la mitad del descenso ocurrido en el periodo 2005-2010. En el caso de la Delegación Tláhuac el descenso en el periodo 2005-2010 fue mayor al de 2000-2005, pero dado el comportamiento de las otras once, se consideró que la diferencia ya no sería creciente y que hacia 2015 el cambio sería el mismo al ocurrido en el periodo 2005-2010.

Por otra parte, en las delegaciones Gustavo A. Madero, Iztapalapa y Venustiano Carranza, la TGF había mostrado un descenso sostenido pero aumentó ligeramente entre 2005 y 2010. Los incrementos fueron de 0.15 para la primera, 0.012 para la segunda y 0.11 para la tercera. En estos casos se supuso que la fecundidad descendería nuevamente a los niveles de 2005, supuesto apoyado, por un lado, en que de acuerdo con la Encuesta Intercensal 2015 la fecundidad en la CDMX ha seguido disminuyendo, sin que esto implique que la fecundidad en todas las delegaciones vaya en descenso, ya que bien puede ocurrir que haya descensos en la mayoría de éstas e incrementos en unas pocas, resultando de manera global para la CDMX que la fecundidad siga disminuyendo. Por otro lado, el supuesto se apoya en que al disponer de los datos en una hoja de cálculo permitió observar lo que pasaba en tres escenarios, el primero era suponer que la TGF observada en 2010 sería constante en el periodo 2010-2015, el segundo era suponer que en el periodo 2010-2015 se seguiría la tendencia creciente ocurrida en el periodo 2005-2010, y el tercer escenario era que la TGF en 2015 regresaría a los niveles de 2005. Después de analizar los tres escenarios se advirtió que el suponer un descenso a los niveles observados en el año 2005 arrojaba mejores resultados.

Finalmente, en las delegaciones Magdalena Contreras y Álvaro Obregón la fecundidad tuvo comportamiento un tanto irregular, ya que en ambas hubo un descenso en el periodo 1990-1995 y posteriormente un incremento entre 1995 y 2000, que en el caso de la delegación Álvaro Obregón continuó hacia el periodo 2000-2005, pero que en la delegación Magdalena Contreras fue el único que ocurrió y a partir del año 2000 la fecundidad siguió descendiendo hasta el año 2010, aunque con un decremento mayor entre 2005 y 2010 que en el periodo 2000-2005, mientras que en la delegación Álvaro Obregón después de los incrementos en los periodos 1995-2000 y 2000-2005, la fecundidad descendió entre 2005 y 2010. Por lo anterior, en ambas delegaciones se probaron nuevamente tres escenarios para la proyección a 2015, uno de incremento de fecundidad, otro de fecundidad constante y, por último, fecundidad en descenso

equivalente al ocurrido entre 2005 y 2010, siendo este último el que mejores resultados arrojó. Después de haber hecho este paréntesis, se presentan en el Cuadro 8 las TGF observadas y la proyectada hacia 2015 de la delegación Magdalena Contreras.

Cuadro 8. TGF de la delegación Magdalena Contreras, para los años 1990, 1995, 2000, 2005 y 2010

	1990	1995	2000	2005	2010	2015
TGF	2.38	2.1	2.11	2.04	1.91	1.79

Fuente: Cálculos propios con base en las estadísticas vitales, los censos de 1990, 2000 y 2010, y los conteos de 1995 y 2005.

Una vez proyectadas la TGF y las V_x hacia 2015, fue posible calcular la fecundidad acumulada y las tasas específicas de fecundidad en 2015, las cuales se muestran en el Cuadro 9.

Cuadro 9. V_x y tasas específicas de fecundidad para la delegación Magdalena Contreras en 2015

$5V_x$ 2015	nfx ajustadas
0.6690	0.0508
-0.1318	0.0981
-0.9881	0.0976
-2.1072	0.0702
-3.7326	0.0325
-5.9890	0.0076
	0.0009

Fuente: Cálculos propios.

En el caso de la migración, se estimó el saldo neto migratorio (SNM) entre los años 2005 y 2010 por sexo y grupos quinquenales de edad y se supuso que se mantendría constante para el periodo 2010-2015. La estimación del SNM se hizo a partir de una técnica indirecta para estimar el SNM llamada método prospectivo. En este método se usaron las tablas de mortalidad construidas para los años 2005 y 2010, de manera particular, se usa la función ${}_5L_x$, que representa los años persona vividos entre las edades x y $x+5$, ya que a partir de ella se calculan las probabilidades de que la población perteneciente al grupo de edad quinquenal x a $x+5$ años, sobreviva al siguiente grupo de edad (el de $x+5$ a $x+10$ años). Sin embargo, dado que la mortalidad en 2005 y 2010 es distinta, se hace un promedio de las funciones ${}_5L_x$ obtenidas en 2005 y 2010 para obtener la función ${}_5L_x$ del periodo 2005-2010 (${}_5L_x^{2005-2010}$) y con ella calcular las probabilidades de

sobrevivir en ese periodo. A continuación se presenta el ejemplo para la población femenina de 20 a 24 y 25 a 29 años de la delegación Magdalena Contreras. La información es la siguiente: en 2005 había en la delegación Magdalena Contreras 18,399 mujeres de 20 a 24 años de edad, mientras que en 2010 la población de 25 a 29 años era de 17,111. La probabilidad de supervivencia ${}_5S_{20}^{2005-2010} = 0.9979$.

$$\begin{aligned} SNM_{25-29} &= {}_5N_{20}(2005) * {}_5S_{20}^{2005-2010} - {}_5N_{25}(2010) = 18,399 * 0.9979 - 17,111 \\ &= -1,250 \end{aligned}$$

Donde:

$${}_5S_{20}^{2005-2010} = \frac{{}_5L_{20}^{2005-2010}}{{}_5L_{25}^{2005-2010}}$$

Cabe mencionar que el producto que aparece en la penúltima ecuación (${}_5N_{20}(2005) * {}_5S_{20}^{2005-2010} = 18,361$) representa la población esperada hacia 2010 entre las edades 25-29 años en ausencia de migración, por lo que al restarla con la población observada en 2010 de 25 a 29 años, se obtiene el saldo neto migratorio para ese grupo de edad. En caso de ser positivo indicaría que hubo más inmigrantes que emigrantes, y lo contrario al ser negativo. Para el ejemplo que se está tomando, se tiene que hubo más emigrantes que inmigrantes, por lo que hubo una pérdida de 1,250 personas de 25-29 años para la delegación Magdalena Contreras debido a la migración (los SNM calculados para las delegaciones se encuentran en el Anexo 3).

3.4 Técnicas de evaluación de las proyecciones

En cuanto a las herramientas que permiten evaluar los métodos usados para la proyección de las delegaciones, Granados(1989) sugiere algunas técnicas que pueden servir para estos fines. La primera que sugiere es calcular el error porcentual de las proyecciones obtenidas para cada área menor (en este caso cada delegación), para cada uno de los métodos. Si se denota como P_p a la población proyectada y como P_c a la población censada u observada.²¹ Dicho error porcentual para el área pequeña i está determinado como:

$$EP_i = \left[\frac{P_p - P_c}{P_c} \right] * 100$$

²¹ Que para el presente trabajo se refiere a la población de la Encuesta Intercensal 2015.

De tal forma que un error positivo indica que el pronóstico sobreestimó el valor observado, mientras que si es negativo indicaría que el pronóstico está por debajo del valor real. Por otra parte, si se toma el valor absoluto de estos errores, la estimación sería de mejor calidad conforme dicho valor absoluto se acerque a cero. (Granados, 1989)

Una dificultad de utilizar esta técnica radica en que puede variar entre un área y otra para una misma metodología, por lo que se dificulta el realizar un análisis de manera global. Por esto último, otra técnica sugerida por Granados (1989) es el estadístico Chi-Cuadrado de Pearson (X_p^2), el cual sirve para comparar las frecuencias observadas en varios grupos, con las frecuencias esperadas. Para el caso que nos interesa, siguiendo con la notación anterior, el estadístico Chi-Cuadrado se calcula como:

$$X_p^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(P_p - P_c)^2}{P_c}$$

De manera que conforme X_p^2 sea menor, será indicativo de un mejor ajuste.

Por su parte, Swanson y Tayman (2012) también proponen una serie de medidas resumen que pueden servir para medir la precisión de los pronósticos. Una de ellas es el error absoluto medio, que se refiere al promedio de la diferencia entre lo estimado y el valor real. Si se denota por E_i al error, que sería la diferencia entre lo proyectado y lo estimado, para una determinada área pequeña i , es decir:

$$E_i = P_p - P_c$$

Entonces el error absoluto medio se calcula de la siguiente manera:

$$EAM = \frac{\sum_{i=1}^n |E_i|}{n}$$

donde n es el número de áreas pequeñas que se proyectaron. Una deficiencia de este método es que no toma en cuenta el tamaño de la población del área pequeña, de modo que otra medida resumen que permite evaluar la precisión de las estimaciones pero que toma en cuenta el tamaño de las poblaciones es el error porcentual absoluto medio (EPAM). Siguiendo con la notación anterior, esta última medida se calcula a partir de la siguiente fórmula:

$$EPAM = \frac{\sum_{i=1}^n |EP_i|}{n}$$

La anterior, es la medida más comúnmente utilizada y muestra la diferencia porcentual promedio entre las poblaciones estimadas y las reales. No obstante, de acuerdo con Swanson y Tayman (2012), si bien las medidas resumen expuestas tienen varias ventajas como la facilidad de ser interpretadas y de ser calculadas, tienen la desventaja de ser promedios, por lo que pueden ser afectadas por valores extremos. Debido a esto, existen medidas alternativas que pueden ser usadas en el análisis de los resultados.

Por esto último, en el presente trabajo se optó por usar también como técnica de evaluación, la función de pérdida, que sirve para detectar errores relativos medios pequeños, así como errores extremos. Una función de pérdida total representa una combinación ponderada del error numérico y el error porcentual de una determinada área Swanson y Tayman (2012). Siguiendo con la notación anterior, la función de pérdida estaría dada como: $L_i = |E_i^\alpha * PE_i^{1-\alpha}|$

Donde α es el ponderador, el cuál varía entre 0 y 1. El promedio de las L_i proporciona una medida resumen de precisión. Los impactos relativos de los errores numéricos y porcentuales en la función de pérdida están determinados por α , de modo que conforme α es más pequeño, mayor es la influencia del error porcentual. Dicho ponderador puede ser determinado de manera subjetiva pero de acuerdo con Swanson y Tayman (2012), una propuesta basada en el rango de valores observados es la siguiente:

$$\alpha = \frac{\ln(P_{C_{MAX}} - P_{C_{MIN}})}{25}$$

$P_{C_{MAX}}$ y $P_{C_{MIN}}$ son los valores máximo y mínimo respectivamente, de la población censada en las áreas pequeñas.

CAPÍTULO 4. RESULTADOS

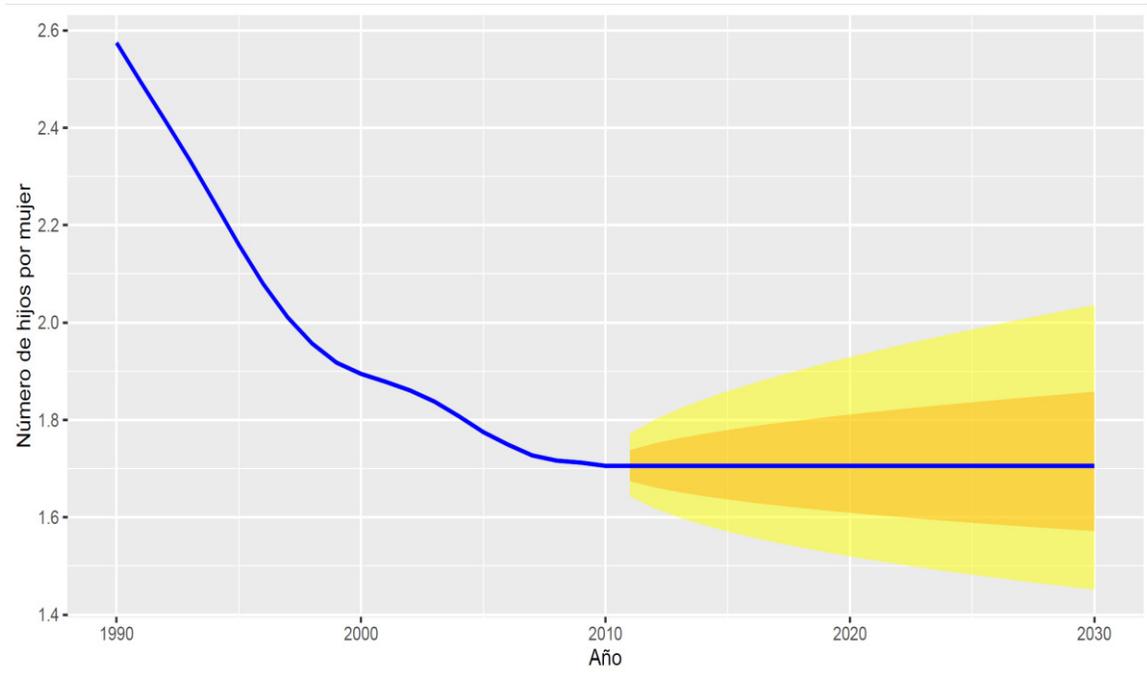
En este capítulo se presentan los resultados obtenidos de las proyecciones realizadas a partir de las metodologías expuestas en el capítulo anterior. Se muestran también los resultados de las técnicas de evaluación de las proyecciones de población de las delegaciones, a partir de las cuales se determina la metodología que mejores resultados arroja. Finalmente, se encuentran las proyecciones de las delegaciones hacia el año 2030, obtenidas por la metodología escogida a partir de la evaluaciones.

4.1 Resultados de las proyecciones de la CDMX

En primer lugar se revisarán los resultados de los pronósticos estocásticos elaborados para la CDMX. Como se mencionó en el capítulo anterior, para dichos pronóstico se utilizó una metodología basada en el método de componentes, por lo que se realizaron pronósticos estocásticos para cada componente demográfico (fecundidad, mortalidad y migración). Al ser pronósticos estocásticos, lo correcto es dar lectura de los resultados como intervalos, a partir de los valores máximo y mínimo de dichos pronósticos, aunque se suele utilizar la mediana como referencia, sin que esto quiera decir que es el escenario más probable, pues en realidad cualquier escenario puntual del pronóstico representa una de las miles simulaciones consideradas, por lo que constituye un conjunto de medida cero y por tanto tiene asociada una probabilidad cero de ocurrencia.

A continuación se muestran las gráficas de los pronósticos estocásticos elaborados para la CDMX, los intervalos de las gráficas están dados al 95% de confianza. En el caso del fenómeno de fecundidad, la Gráfica 6 permite observar que con una probabilidad de 95%, en 2015 la TGF oscilaría entre 1.57 y 1.85 hijos por mujer con una mediana de 1.7 que se mantiene constante a lo largo del periodo proyectado. Mientras que para 2030, se pronostica que dicho indicador variaría entre 1.45 y 2.05 hijos por mujer.

Gráfica 6. Pronóstico de la TGF de la CDMX

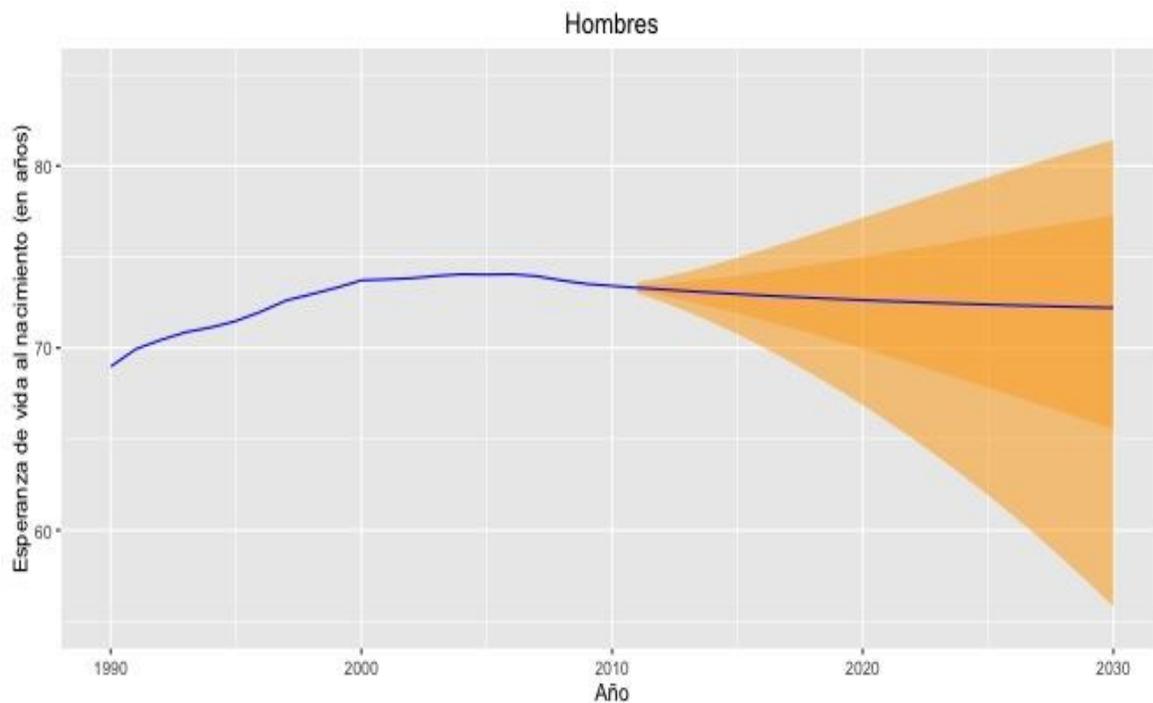


Fuente: Cálculos propios con base en la conciliación demográfica.

Respecto al fenómeno de mortalidad, se muestra el pronóstico de la esperanza de vida. La Gráfica 7 indica que para los hombres dicho indicador oscilaría entre 70.5 y 75 años en 2015, mientras que para 2030 estaría entre 56 y 81 años con una probabilidad de 95% en ambos casos. Por su parte, la mediana es de 73 años en 2015 y desciende a 72 años hacia el año 2030. En el caso de las mujeres, de acuerdo a la Gráfica 8, en 2015 dicho indicador estaría entre 78 y 81.5 años y en 2030 entre 67.5 y 88 años. La mediana en este caso muestra un comportamiento ascendente, puesto que indica que en 2015 la esperanza de vida de las mujeres sería de 80 años y en 2030 sería de 81 años. Por lo tanto, se puede apreciar en estos pronósticos que los intervalos de confianza son más amplios para los hombres que para las mujeres, lo cual indica que hay una mayor incertidumbre en el pronóstico de mortalidad de los hombres que en el de las mujeres; sin embargo, al realizar un análisis de los intervalos de confianza obtenidos para el año 2030, se puede apreciar que son demasiado amplios, fundamentalmente los intervalos inferiores, pues si estos últimos se comparan con la esperanza de vida en 2010, indican que en los hombres hacia 2030 habría una caída de cerca de 15 años en la esperanza de vida y para la mujeres la caída sería de alrededor de 13 años, lo cual difícilmente ocurriría particularmente si se presta atención a los cambios en la esperanza de vida ocurridos en el periodo base. El hecho de haber obtenido

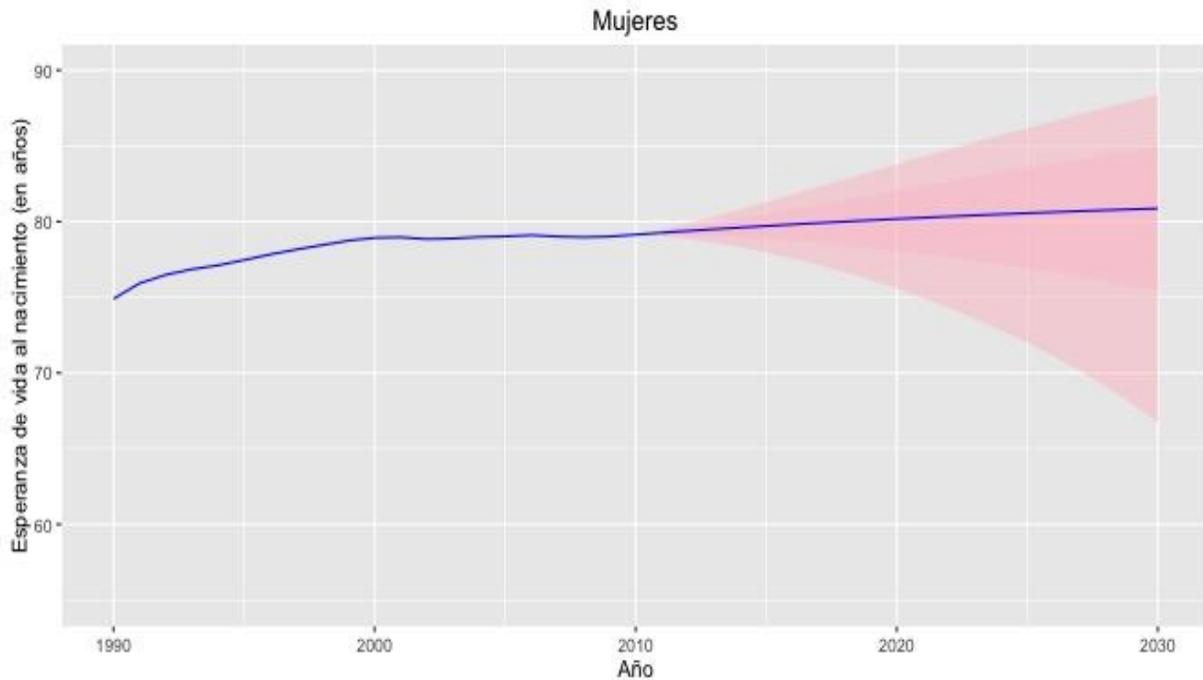
intervalos de confianza tan amplios tiene que ver, por un lado, con la incertidumbre asociada al fenómeno de mortalidad y el estancamiento que se ha dado en los últimos años en la esperanza de vida, siendo esto último más marcado en los hombres que en las mujeres, pero también guarda relación con el hecho de tener una serie de datos relativamente corta, pues solamente se contaba con información de 20 puntos en el tiempo.

Gráfica 7. Pronóstico de la esperanza de vida masculina de la CDMX



Fuente: Cálculos propios con base en la conciliación demográfica elaborada por Somede (2011).

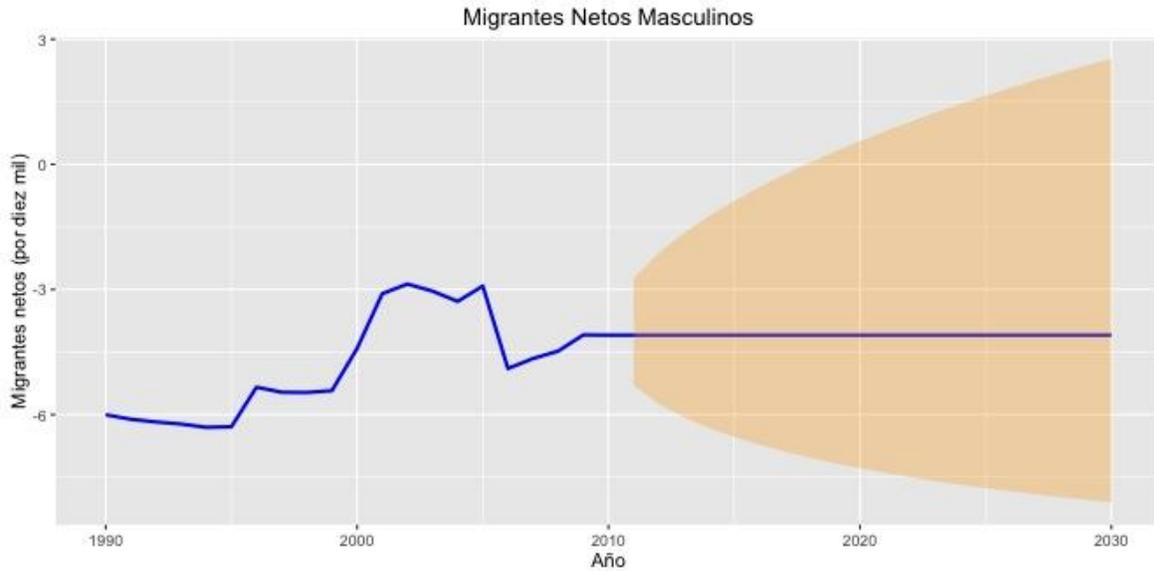
Gráfica 8. Pronóstico de la esperanza de vida femenina de la CDMX



Fuente: Cálculos propios con base en la conciliación demográfica elaborada por Somede (2011).

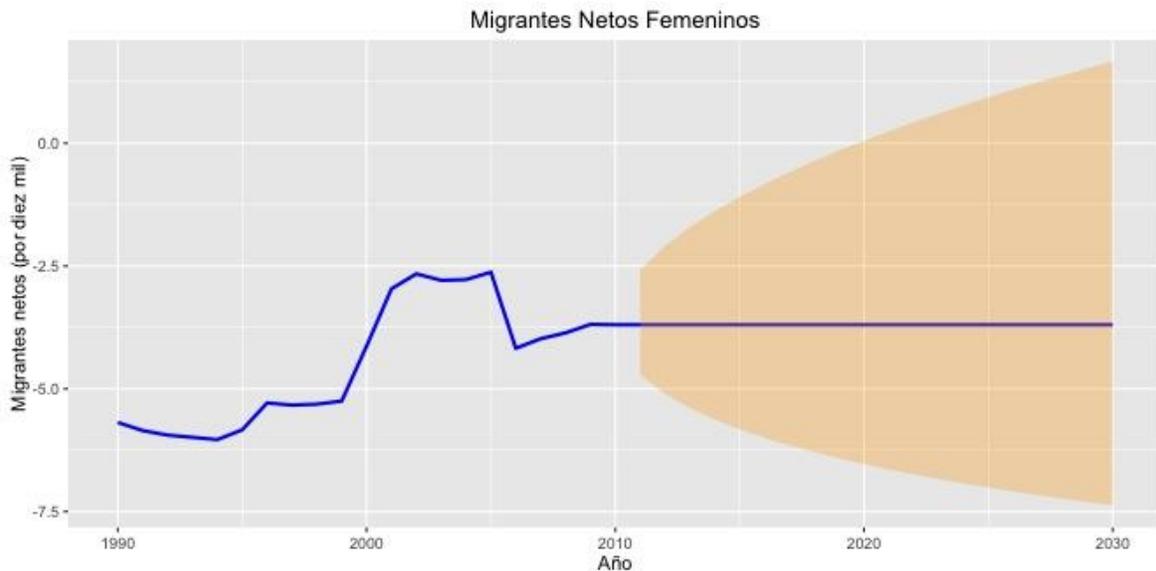
En cuanto al fenómeno de migración, el pronóstico indica que el saldo neto migratorio total masculino en 2015 se encontraría entre -70 mil y -10 mil con una mediana cercana a los -45 mil que se mantiene constante en todo el periodo de proyección, mientras que en 2030 dicho saldo neto migratorio variaría entre -80 mil y 25 mil (ver Gráfica 9). Para las mujeres se pronostica un saldo neto migratorio total que oscilaría entre -60 mil y -12.5 mil con una mediana de -37.5 mil que se mantiene constante en toda la proyección, y para 2030 la migración neta femenina fluctuaría entre -75 mil y 15 mil (ver Gráfica 10). Nuevamente se pueden apreciar intervalos de confianza muy amplios, que en parte se relacionan con la serie histórica reducida con la que se cuenta, pero que también se vinculan con la gran incertidumbre alrededor del fenómeno de migración, pues basta con observar la tendencia que sigue el SNM en el periodo base, para advertir que a diferencia de los fenómenos pronosticados anteriormente, se aprecia un comportamiento más irregular del indicador.

Gráfica 9. Pronóstico del saldo neto migratorio masculino de la CDMX



Fuente: Cálculos propios con base en la conciliación demográfica elaborada por Somede (2011).

Gráfica 10. Pronóstico del saldo neto migratorio femenino de la CDMX



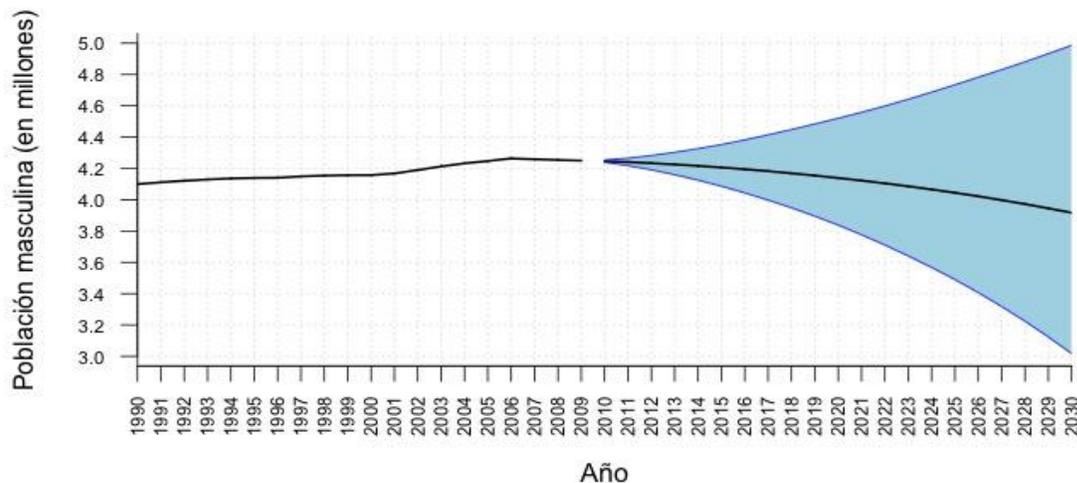
Fuente: Cálculos propios con base en la conciliación demográfica elaborada por Somede (2011).

Finalmente, se muestran las Gráficas 11 y 12 de los totales de población masculina y femenina respectivamente. De acuerdo con la mediana del pronóstico para 2015 habrían 4,206,099 hombres, dicho pronóstico queda por debajo del valor que arroja la Encuesta Intercensal 2015 que es de 4,231,650 hombres. O sea que el escenario medio subestima a la población masculina por 25,551 hombres; no obstante, el resultado de la Encuesta Intercensal se encuentra dentro del

intervalo de confianza del 95% de la proyección. Por su parte, los pronósticos bajo y alto indican que en 2015 habrían 4,086,193 y 4,352,328 hombres respectivamente. Hacia el año 2030, el pronóstico señala que con una probabilidad de 95% la población masculina fluctuaría entre 3.02 y 4.98 millones, con una mediana de 3.92 millones.

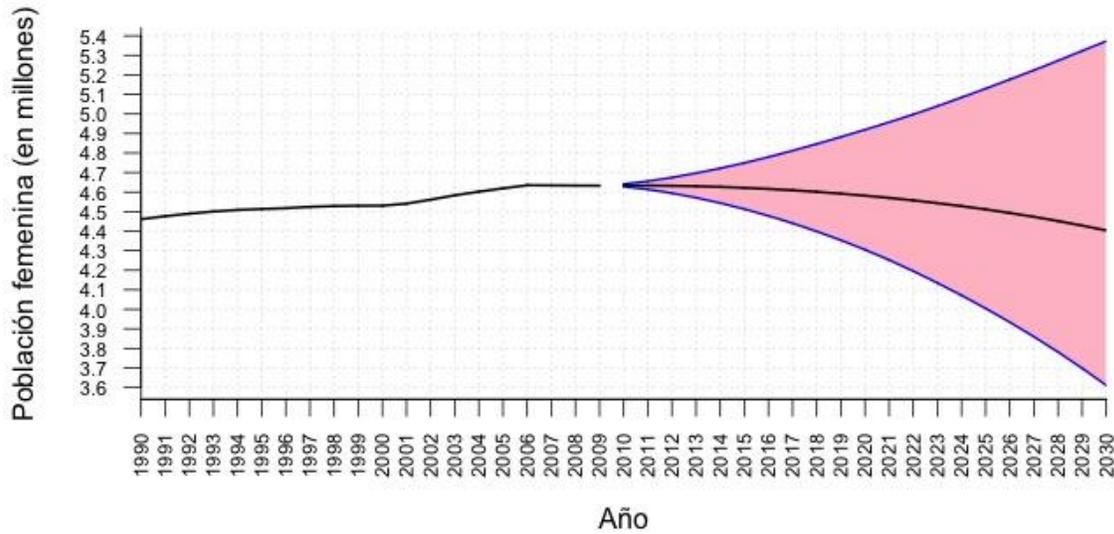
Por el lado de las mujeres, la mediana señala que en 2015 habrían 4,621,767 mujeres, mientras que el valor observado en la encuesta intercensal es de 4,687,003 mujeres, es decir, que nuevamente el pronóstico medio quedó por debajo de lo observado aunque en este caso se subestimaron 65,236 mujeres, una cifra mayor a la de los hombres; sin embargo, de nueva cuenta se aprecia que el valor de la encuesta se encuentra dentro del intervalo del 95% del pronóstico. Para el año 2030, de acuerdo con el pronóstico realizado, la población femenina oscilaría entre 3.61 y 5.37 millones, con una mediana de 4.40 millones. Por lo tanto, la mediana apunta a que la población de la CDMX descenderá en los próximos años.

Gráfica 11. Pronóstico de la población total masculina de la CDMX



Fuente: Cálculos propios con base en la conciliación demográfica elaborada por Somede (2011).

Gráfica 12. Pronóstico de la población total femenina de la CDMX

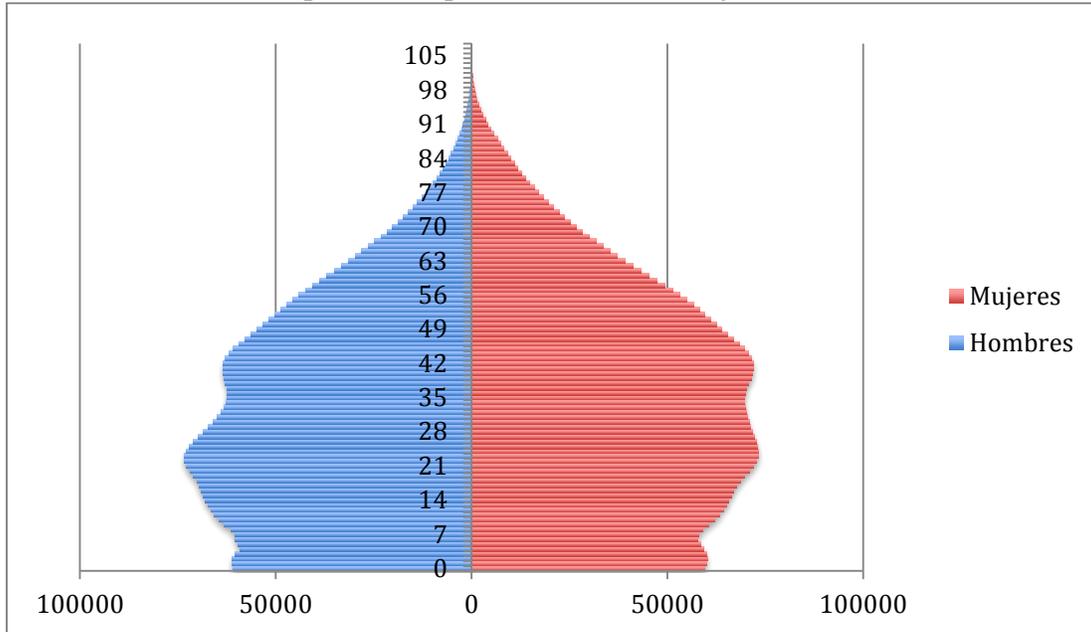


Fuente: Cálculos propios con base en la conciliación demográfica elaborada por Somede (2011).

De acuerdo a los pronósticos anteriores, las Gráficas 13 y 14 muestran las pirámides poblacionales para los años 2015 y 2030 respectivamente, de acuerdo a la mediana del pronóstico estocástico. En ambas gráficas se aprecia que el mayor volumen de población en ambos años se concentraría entre las edades 15 a 64 años de edad, aunque también se advierte que la población mayor a 65 años representaría un volumen considerable en 2015, y, para 2030 seguirá incrementando su volumen dicha población. En cuanto a la población de 0 a 14 años, hacia 2030 no se aprecia claramente que la base de la pirámide sea más estrecha; sin embargo, ante el evidente incremento de volumen en las edades posteriores, resulta obvio que la participación de la población menor a quince años disminuirá. Si bien esta situación es incuestionable a partir de las pirámides poblacionales generadas, mediante la información pronosticada se estimaron los porcentajes que representa la población en los grupos de edades mencionados. Según dichos cálculos, en 2015, del total de hombres, 22.34% tendrían menos de quince años, 69.64% tendrían entre 15 a 64 años y 8.02% tendrían 65 años y más, mientras que para las mujeres los porcentajes serían 19.76%, 69.71% y 10.53% respectivamente. Hacia el año 2030, los porcentajes de hombres y mujeres menores de quince años serían 19.71% y 16.44% respectivamente, 67.02% de hombres y 65.89% de mujeres tendrían entre 15 a 64 años, mientras que la población con más de 64 años sería 13.28% para el caso de los hombres y 17.67% para las mujeres. O sea que para ambos sexos, los porcentajes de población de 0 a 14 años y de 15 a 64 años disminuirán hacia

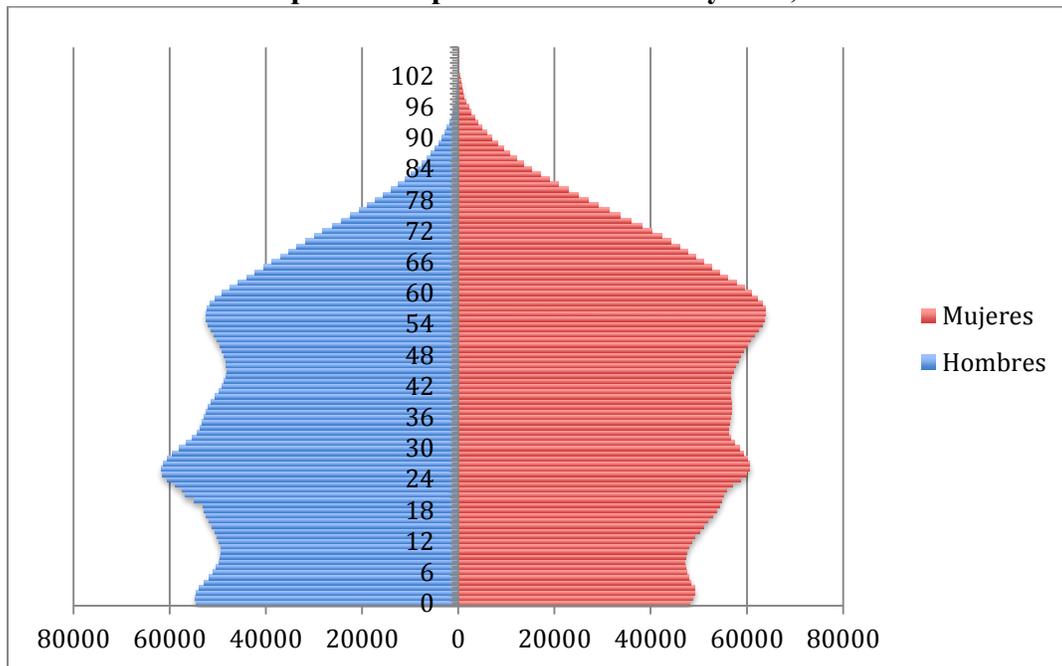
2030, en tanto que los porcentajes de la población mayor a 64 años aumentarán. De hecho en este último grupo es en el que mayores cambios porcentuales se tendrán, aunque destaca también el hecho de que la brecha porcentual entre hombres y mujeres mayores a 64 años aumentará hacia 2030.

Gráfica 13. Pirámide de población por edad individual y sexo, Ciudad de México 2015



Fuente: Cálculos propios con base en el pronóstico elaborado para la Ciudad de México.

Gráfica 14. Pirámide de población por edad individual y sexo, Ciudad de México 2030



Fuente: Cálculos propios con base en el pronóstico elaborado para la Ciudad de México.

Después de haber realizado el pronóstico de la CDMX, se procedió a elaborar las proyecciones de las delegaciones mediante los distintos métodos descritos y ejemplificados en el capítulo anterior (en el anexo 4 se encuentran los resultados de las proyecciones elaboradas por sexo y grandes grupos de edad, para cada delegación, con los métodos elegidos). Una vez realizadas las proyecciones con los métodos escogidos, se realizó un ajuste de las estimaciones obtenidas de manera que los cálculos para las delegaciones sumaran en su totalidad la población obtenida en la mediana del pronóstico estocástico de la CDMX. Este ajuste se realizó por grupo quinquenal y por sexo, posteriormente, se evaluaron los resultados obtenidos a partir de las técnicas expuestas en la metodología. Los métodos empleados para la evaluación de las proyecciones fueron: error absoluto medio, error porcentual absoluto medio, chi cuadrada y la función de pérdida. En dicha evaluación, se contemplaron también los resultados de las proyecciones más recientes elaboradas por Conapo, con la finalidad de realizar un análisis comparativo entre las proyecciones realizadas en este trabajo y las proyecciones oficiales (los resultados de las proyecciones de Conapo también se incluyen en el anexo 4).

4.2 Resultados de las evaluaciones aplicadas a las proyecciones de población de las delegaciones para el año 2015

Los Cuadros 10, 11, 12 y 13 contienen los resultados obtenidos en las evaluaciones por cada método para las poblaciones totales y por grandes grupos de edad (esto es, la población de 0-14 años, la de 15-64 años y la de 65 años y más).²² En estos cuadros se puede advertir que para los totales proyectados con las metodologías aplicadas en el presente trabajo, las pruebas Chi Cuadrada y el error absoluto medio arrojan los valores más bajos con el método de Componentes, mientras que el método de relación de cohortes obtiene los valores más bajos para la función de pérdida y el error porcentual absoluto medio. Por otra parte, las evaluaciones realizadas a las proyecciones de la población de 0 a 14 años indican que el método de las componentes es el más adecuado para proyectar este grupo de edad, ya que salvo en la prueba de error absoluto medio (en la que el valor más bajo se obtuvo en para el crecimiento geométrico y el exponencial), en el resto se obtienen los valores más bajos para este método. Respecto al

²² Debe mencionarse que las evaluaciones se aplicaron a las proyecciones de la población masculina y femenina en conjunto.

grupo de 15 a 64 años, con excepción de la prueba de error absoluto medio (en la que el valor más bajo se obtuvo para el método de proporción cambiante), las otras tres señalan que las mejores proyecciones se obtienen con el método de relación de Cohortes y el método de Hamilton Perry, ya que en ambas se obtienen los mismos valores, cosa que no es de extrañar dada la gran similitud en la manera de proyectar entre ambos métodos; sin embargo, vale la pena resaltar que en estas pruebas los valores que se obtuvieron en ambos son muy parecidos a los resultados del método de las componentes. Finalmente, para el grupo de 65 años y más, se aprecia que los métodos para los cuales se obtuvieron los mejores resultados fueron nuevamente el de relación de cohortes y el de Hamilton Perry, aunque esta vez para todas las pruebas; no obstante, hay que resaltar de nuevo que el método de las componentes arroja resultados similares en las evaluaciones a los que se obtuvieron en estas dos metodologías.

Por otra parte, al comparar los resultados de las proyecciones elaboradas por Conapo y las realizadas en este trabajo, se puede advertir que las primeras superan en todas las evaluaciones a las segundas para los totales proyectados y para la población de 15 a 64 años, aunque en éste último grupo no hay una diferencia sustancial entre las proyecciones de Conapo y las elaboradas por los métodos de relación de cohortes, Hamilton Perry y Componentes. Pero algo que llama particularmente la atención, es que para el grupo de menores de quince años, las proyecciones de Conapo obtienen los valores más altos en las cuatro evaluaciones aplicadas, o sea que la manera en que Conapo proyecta esta población es particularmente mala. Por último, para la población de 65 años y más, las proyecciones de Conapo no obtienen los valores más altos en las evaluaciones, pero se ven claramente superadas por los métodos de relación de cohortes, Hamilton Perry y Componentes.

Cuadro 10. Evaluación de resultados por método para los totales estimados

	Chi Cuadrada	Error Absoluto Medio	Error Porcentual Absoluto Medio	Función de Pérdida
Crecimiento Lineal	11108.52	6688.68	2.84	23.63

Crecimiento Geométrico	11092.86	6695.15	2.85	23.66
Crecimiento Exponencial	11092.86	6695.15	2.85	23.66
Regresión Exponencial	60182.24	17506.04	7.5	62.86
Proporciones Constantes	11266.78	7147.4	3.15	25.78
Relación de Cohortes	7591.63	6313.1	2.29	20.49
Hamilton Perry	6881.55	6166.38	2.45	20.95
Método Componentes	6382.85	6087.39	2.51	21.15
Proporción de Crecimiento	16156.02	8815.83	3.99	32.02
Proporción cambiante	8748.79	6415.21	2.9	23.69
Proyección Conapo	4402.54	4963.40	2.03	17.38

Fuente: Cálculos propios can base en los resultados obtenidos de las proyecciones de las delegaciones y los resultados de la Encuesta Intercensal.

Cuadro 11. Evaluación de resultados por método para la población de 0-14 años

	Chi Cuadrada	Error Absoluto Medio	Error Porcentual Absoluto Medio	Función de Pérdida
Crecimiento Lineal	6933.49	2554.94	5.88	10.29

Crecimiento Geométrico	6919.32	2552.05	5.87	10.27
Crecimiento Exponencial	6919.32	2552.05	5.87	10.27
Regresión Exponencial	16128.62	3626.1	7.58	13.48
Proporciones Constantes	7085.45	2920	5.32	10.29
Relación de Cohortes	12823.58	3245.42	7.54	13.23
Hamilton Perry	7380.34	2604.67	5.94	10.44
Método Componentes	6332.86	2637.95	5.11	9.55
Proporción de Crecimiento	7677.37	2832.43	6.46	11.38
Proporción Cambiante	7720.93	2606.49	5.75	10.19
Proyección Conapo	19850.01	4474.54	9.67	17.48

Fuente: Cálculos propios can base en los resultados obtenidos de las proyecciones de las delegaciones y los resultados de la Encuesta Intercensal.

Cuadro 12. Evaluación de resultados por método para la población de 15-64 años

	Chi Cuadrada	Error Absoluto Medio	Error Porcentual Absoluto Medio	Función de Pérdida
Crecimiento Lineal	9659.18	5534.09	3.07	18.54
Crecimiento	9668.99	5546.04	3.08	18.59

Geométrico				
Crecimiento Exponencial	9668.99	5546.04	3.08	18.59
Regresión Exponencial	47254.48	12994.48	7.78	46.13
Proporciones Constantes	11552.74	6640.14	4.12	23.61
Relación de Cohortes	7314.73	5557.9	2.93	18.12
Hamilton Perry	7314.73	5557.9	2.93	18.12
Método Componentes	7512.4	5628.34	2.96	18.35
Proporción de Crecimiento	16161.87	7506.28	4.65	26.53
Proporción cambiante	7939.4	5315.08	3.14	18.66
Proyección Conapo	7145.91	5266.46	2.91	17.88

Fuente: Cálculos propios con base en los resultados obtenidos de las proyecciones de las delegaciones y los resultados de la Encuesta Intercensal.

Cuadro 13. Evaluación de resultados por método para la población de 65 años y más

	Chi Cuadrada	Error Absoluto Medio	Error Porcentual Absoluto Medio	Función de Pérdida
Crecimiento Lineal	10495.68	1732.33	7.78	6.72
Crecimiento Geométrico	10378.94	1735.37	7.79	6.72

Crecimiento Exponencial	10378.94	1735.37	7.79	6.72
Regresión Exponencial	11808.33	2507.81	10.41	9.38
Proporciones Constantes	4777.5	1680.69	5.94	5.7
Relación de Cohortes	3647.52	1531.91	4.99	4.97
Hamilton Perry	3647.52	1531.91	4.99	4.97
Método Componentes	3661.6	1550.22	5.08	5.05
Proporción de Crecimiento	6229.01	1791.77	6.75	6.33
Proporción cambiante	4154.99	1609.31	5.81	5.53
Proyección Conapo	5372.06	1983.63	6.20	6.32

Fuente: Cálculos propios can base en los resultados obtenidos de las proyecciones de las delegaciones y los resultados de la Encuesta Intercensal.

Dados los resultados anteriores, se escogió el método de las componentes para proyectar la población de las delegaciones hacia el año 2030, pues si bien de un total de dieciséis evaluaciones que se hicieron para los diez métodos usados, el método de relación de cohortes obtuvo los menores valores en la mayor parte de éstas, en los totales proyectados ambos métodos obtuvieron los valores más bajos en dos pruebas cada uno, por grupos de edad, para los de 0 a 14 años, el método de las componentes dio los mejores resultados en tres pruebas, mientras que en los dos grupos restantes (15 a 64 años, y 65 años y más) las evaluaciones indican que los mejores resultados se obtienen por el método de relación de cohortes; no obstante, como ya se mencionó, se puede advertir que hay una gran similitud entre ambos métodos en las evaluaciones de las proyecciones realizadas para las poblaciones de 15 a 64 años y 65 años y más, lo cual no ocurre

para la población de 0 a 14 años. Por esto último, se decidió que el método de las componentes era el más adecuado para realizar las proyecciones de las delegaciones hacia 2030.

Antes de proceder con las proyecciones hacia el año 2030, es importante mencionar ciertos aspectos de los resultados obtenidos en las evaluaciones de los métodos. Comenzando por el grupo de 0 a 14 años, el haber alcanzado los mejores resultados a partir del método de las componentes, refleja la ventaja que representa el método empleado en comparación con el resto, en el sentido de que en éste fue posible hacer supuestos respecto al comportamiento futuro de la fecundidad, siendo el supuesto general que la fecundidad descendería y que tendría un comportamiento en el periodo 2010-2015 que seguiría la tendencia de los últimos diez años, es decir la tendencia observada en los periodos 2000-2005 y 2005-2010, mientras que los otros métodos tienen implícito el supuesto de que la fecundidad sería la misma a la observada en el periodo 2005-2010, o suponen que seguirá el comportamiento de este último periodo, o bien, están sujetas a los cambios de fecundidad del área mayor y a que el diferencial entre el área mayor y las áreas menores será constante, lo cual difícilmente se cumple.

Respecto a los grupos 15 a 64 años y 65 años y más, se observó que los métodos que mejores resultados arrojaron fueron el de relación de cohortes y el de Hamilton Perry, aunque con resultados similares a los que se obtuvieron para el método de las componentes. En este sentido, vale la pena recordar que tanto el método de relación de cohortes como el de Hamilton Perry se basan en el crecimiento que tuvo una cohorte entre los dos censos más recientes, en este caso entre 2005 y 2010 y suponen que este crecimiento se mantendrá hacia 2015, con la salvedad de que el método de relación de cohortes relaciona el crecimiento de la cohorte tanto para el área mayor como la menor y supone que el diferencial entre ambas se mantendrá constante. De esta manera, algo que parece estar implícito es que los fenómenos de mortalidad y migración del periodo 2005-2010 se mantuvieron con cambios mínimos hacia el periodo 2010-2015, dado que en estos grupos de edades la fecundidad no interviene y son los únicos fenómenos que pudieran influir en el crecimiento de una cohorte. Por su parte, en el método de componentes se supuso que el SNM del periodo 2005-2010 sería el mismo que en 2005-2010 y que habrían cambios ligeros en la mortalidad entre 2010 y 2015. Debido a esto último, parece que estos tres métodos fueron los que mejores resultados porque entre 2010 y 2015 estos fenómenos tuvieron cambios menores a observado en el periodo 2005-2010.

Haciendo un análisis más detallado de los supuestos que emplean los métodos de proyección expuestos, comenzando por el método de relación de cohortes, que es un método que arroja buenos resultados para los dos últimos grupos (15 a 64 años y 65 años y más), pero que en el primer grupo de edad (0 a 14 años) ocurre lo contrario, habrá que recordar que uno de los supuestos que maneja dicho método es que el diferencial de fecundidad en cada área menor respecto al área mayor se mantendría constante a lo largo de la proyección; sin embargo, a partir de las TGF estimadas para el método de componentes, se hace evidente que este supuesto difícilmente se cumple, dado que hay entidades en las cuales la TGF tuvo descensos más marcados que otras, e incluso, estos descensos son distintos a los que se presentan para la CDMX en su conjunto, por ello, los resultados obtenidos a partir del método de relación de cohortes para la población menor a quince años no son buenos. En el caso del método de Hamilton Perry, para la población menor a quince años, se supone que la relación niño-mujer observada en el último censo (que en este caso fue el de 2010) será la misma para el año 2015, lo cual difícilmente se satisface, fundamentalmente si el nivel de fecundidad de las áreas pequeñas está cambiando como ocurre en este caso.

Pasando al método de proporciones constantes, éste tiene como supuesto que la población de las áreas pequeñas cambiará a la misma razón que el área grande, lo cual en este caso no se cumple ya que de acuerdo con la proyección generada para la CDMX, la población menor a quince años disminuirá hacia 2015, lo cual implicaría que para todas las delegaciones ocurriría esta situación, un claro ejemplo de esto es la delegación Mila Alta, en la cual dicha población continúa aumentando. Lo mismo sucede con el grupo de 15 a 64 años, pues en algunas delegaciones dicha población también está descendiendo, pero en algunas otras va en incremento, con lo cual nuevamente se producen errores en las proyecciones, dado que la población de esas edades en la CDMX disminuye hacia 2015, de acuerdo con el pronóstico generado.

Los métodos de proporción cambiante y de proporción de crecimiento, suponen que lo observado en un intervalo del periodo base (particularmente los últimos 10 o 5 años del periodo base), continuará hacia el periodo proyectado. Es decir, en el primero se supone que el cambio que se dio en la proporción de la población del área pequeña respecto al área grande en dicho intervalo, se dará nuevamente en los años futuros, en tanto que para el segundo, se considera que la proporción en que creció la población del área pequeña respecto al área mayor, también se

repetirá. Estos supuestos difícilmente se cumplen en la realidad, no obstante, de acuerdo a las evaluaciones realizadas, estos métodos parecen ser una mejor opción que algunos de los empleados, para ciertos grupos de edad.

Asimismo, habrá que recordar que los métodos de relación de cohortes, proporción constante, proporción cambiante y proporción de crecimiento, utilizan como insumo la proyección previa de la CDMX, con lo cual, los errores que ésta última contenga, también constituyen una fuente de error para las proyecciones que se realicen con estos métodos.

Las funciones matemáticas, o sea, el crecimiento lineal, geométrico y exponencial, como se mencionó al exponer dichos métodos en el capítulo de antecedentes, trabajan bajo el supuesto de que las poblaciones tienen un comportamiento histórico regular. En este sentido, algo que llama la atención de estos métodos es que para los dos primeros grupos de edad (0 a 14 años y 15 a 65 años), estas técnicas si bien no son las que mejores resultados arrojan, sí superan a Por ejemplo, para la población menor de quince años, estas metodologías dieron mejores resultados que los métodos de relación de cohortes, Hamilton Perry, proporción de crecimiento, regresión exponencial e incluso que los resultados de Conapo, mientras que para la población de 15 a 65 años, superaron a métodos como el de proporción constantes, proporción de crecimiento y regresión exponencial; no obstante, para la población de 65 años y más, únicamente superaron al método de regresión exponencial. Esto último parece ser resultado del rápido crecimiento que están experimentando las delegaciones de la CDMX en la población adulta mayor, por lo cual las funciones matemáticas no resultan una buena opción para su proyección.

Por último, se aprecia que el método que arroja los peores resultados es el de regresión exponencial, tanto para los totales proyectados como por grandes grupos de edad. Lo anterior parece ser resultado de que para este método se tomó la información de la población en cinco puntos en el tiempo (1990, 1995, 2000, 2005 y 2010) y dicha información en varios casos tuvo una tendencia irregular, como el ejemplo que se expuso en la parte de metodología, en el que la población crecía en los primeros dos periodos (1990-1995 y 1995-2000) pero en los últimos dos periodos (2000-2005 y 2005-2010) disminuía, pues de acuerdo con Granados (1989), dicha regresión es una generalización del crecimiento exponencial en el cual sólo se toma información de dos puntos en el tiempo. Además, se debe tener en mente que las funciones exponenciales muestran una tendencia regular ya sea creciente o decreciente, por lo que dadas las tendencias

irregulares observadas en las poblaciones de las delegaciones, este método resulta poco adecuado para relizar las proyecciones.

4.3 Proyecciones de las delegaciones para los años 2015, 2020, 2025 y 2030

Como se señaló anteriormente, se escogió el método de componentes para realizar las proyecciones de población de las delegaciones hacia el año 2030. En el capítulo de metodología se ejemplificó la manera en que opera este método y los supuestos que se utilizaron para la proyección en el año 2015; sin embargo, es necesario hacer un paréntesis para aclarar cuáles fueron los supuestos empleados para la proyección hacia el año 2030.

Respecto al fenómeno de mortalidad, se proyectaron los parámetros de mortalidad hasta el año 2030 continuando con la tendencia mediante la cual se habían proyectado a 2015. Esto mismo se hizo para los parámetros de fecundidad, a partir de los cuales se proyectó la estructura de la misma. En cuanto a la TGF (que representa el nivel de fecundidad), para aquéllas delegaciones en las que el descenso de dicho indicador fue cada vez más pequeño particularmente entre los periodos quinquenales 2000-2005 y 2005-2010 (lo cual se observó en la mayoría de las delegaciones), también se continuó con la misma tendencia de la proyección a 2015, mientras que aquéllas delegaciones en las que la caída de la TGF fue mayor en el periodo 2005-2010 al descenso observado en el periodo 2000-2005, o bien, tuvieron un incremento en el nivel de fecundidad entre 2005 y 2010, se supuso que el decremento de la TGF hacia el año 2020 sería la mitad de la disminución supuesta entre 2010 y 2015²³, y se continuó con esta tendencia hasta el año 2030. Esto último, con base en lo que se observó para la mayoría de las delegaciones, es decir, descensos cada vez menores en el nivel de fecundidad. Finalmente, para la migración, el SNM estimado entre 2005 y 2010 se supuso constante para los periodos quinquenales posteriores (2010-2015, 2015-2020, 2020-2025 y 2025-2030).

4.3.1 Resultados de las proyecciones de población de las delegaciones para los años 2015, 2020, 2025 y 2030

²³ Como se recordará, para las delegaciones que tuvieron un incremento de la TGF entre 2005 y 2010, se observó que lo mejor era suponer que hacia 2015 la TGF regresaría a los niveles observados en 2005, mientras que las delegaciones en las que hubo un decremento mayor entre 2005 y 2010 al observado en el periodo 2000-2005, se supuso que el descenso para el año 2015 sería igual al descenso entre 2005 y 2010.

En los Cuadros 14, 15, 16 y 17 se presentan los resultados de las proyecciones de población de las delegaciones, por sexo y grandes grupos de edad, así como las poblaciones totales, además, se muestran también las gráficas de dichos resultados por sexo tomando únicamente los años 2015 y 2030, para analizar los cambios entre estos dos años (ver Gráficas 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21 y 22). Comenzando el análisis con la población de 0-14 años, se aprecia que entre 2015 y 2030, en la CDMX habrá un descenso de alrededor de 360 mil habitantes de esas edades (siendo los descensos por sexo de 167,554 hombres y 189,275 mujeres). En los resultados también se aprecia que el descenso de esta población se dará en 15 de las 16 delegaciones, siendo la delegación Milpa Alta la única que presentará un incremento en la población de menores de quince años (de acuerdo con la proyección, en la delegación Milpa Alta la población de 0-14 años hacia 2030 superará en 4,293 hombres y 3,101 mujeres a la población en 2015). De las 15 delegaciones restantes, la delegación Gustavo A. Madero será la que sufrirá una mayor pérdida, con un descenso de cerca de 80,000 habitantes menores de quince años (-37,791 hombres y -39,171 mujeres). No obstante, al hacer el análisis por periodos quinquenales, se observa que si bien la mayoría de las delegaciones muestran decrementos sostenidos de esta población en los periodos 2015-2020, 2020-2025 y 2025-2030 (a excepción de la delegación Milpa Alta en la que en los tres periodos quinquenales se observaron incrementos), en las delegaciones Cuajimalpa de Morelos, Tláhuac y Tlalpan habrá un incremento de la población masculina de estas edades entre 2025 y 2030, mientras que en la delegación Benito Juárez habrá un incremento tanto de hombres como de mujeres en este mismo periodo. Esto es una situación que llama la atención, pues en los pronósticos realizados por el método de componentes, se supuso que la fecundidad sería decreciente en todas las delegaciones en el periodo 2010-2030, por lo que estos incrementos estarían ligados al incremento en el número de mujeres en edad fértil.

Respecto a la población de 15 a 64 años, entre 2015 y 2030, los pronósticos realizados indican que la CDMX experimentará una pérdida de poco más de 600 mil habitantes de dicho grupo etario (-304,433 hombres y -320,096 mujeres). En congruencia con este descenso, en el mismo periodo 10 de las 16 delegaciones tendrán un descenso de esta población tanto en hombres como en mujeres, siendo el mayor para la delegación Iztapala, con un decremento de alrededor de 200 mil habitantes (98,278 hombres y 98,766 mujeres). Por el contrario, en las delegaciones Benito Juárez, Tlalpan, Cuajimalpa de Morelos, Milpa Alta, Miguel Hidalgo y Tláhuac, se observan

incrementos en este grupo etario tanto para hombres como para mujeres, siendo la del mayor aumento, la delegación Benito Juárez con un incremento cercano a los 28 mil habitantes (13,785 hombres y 14,230 mujeres). Por último, para la delegación Tláhuac también se advierte un aumento de la población de esas edades pero solamente en el caso de las mujeres.

Realizando el análisis por periodos quinquenales, se observa que de estas delegaciones, solamente Benito Juárez y Milpa Alta, experimentan aumentos sostenidos en el periodo 2015-2030 para ambos sexos, mientras que las delegaciones Cuajimalpa de Morelos y Tlalpan también lo harán pero sólo en el caso de la población femenina, puesto que en ambas la población masculina comienza a descender en el periodo 2025-2030. Por su parte, la delegación Miguel Hidalgo muestra incrementos en el periodo 2015-2025, pero entre 2025 y 2030 hay un descenso de la población de 15 a 64 años tanto para hombres como para mujeres. Por último, la delegación Tláhuac solo tiene incrementos para ambos sexos entre 2015 y 2020. El resto de las delegaciones experimentarán decrementos sostenidos en este grupo etario, salvo la delegación Magdalena Contreras, en la cual habrá un aumento de la población masculina en el periodo 2015-2025, misma que descenderá entre 2025 y 2030, mientras que la población femenina sólo crecerá en el primer periodo quinquenal, y a partir del periodo 2020-2025 comenzará a disminuir.

Los resultados anteriores parecen apoyar lo sugerido en el análisis de la población menor a quince años, pues con excepción de la delegación Miguel Hidalgo, las delegaciones en las cuales la población entre 15 a 64 años tendrá un incremento, son las mismas en las que la población menor a quince años tendrá un aumento en el periodo 2025-2030. Dichos incrementos en la población de 15 a 64 años parecen estar ligados, por un lado, al fenómeno de migración, pues de acuerdo a la forma en que se estimó el SNM, en las delegaciones Benito Juárez, Milpa Alta, Miguel Hidalgo, Tlalpan y Cuajimalpa de Morelos (esta última sólo para las mujeres), dicho indicador resultó positivo en el grupo de 15 a 65 años, lo cual indica que hay un mayor número de inmigrantes que de emigrantes en estas delegaciones para estas edades, particularmente en la delegación Benito Juárez para la cual se obtuvieron los SNM mayores. Por otra parte, la estructura poblacional también parece tener cierta relación con los incrementos de estos grupos etarios, pues de acuerdo con el censo de 2010, las delegaciones Milpa Alta, Cuajimalpa de Morelos y Tláhuac tenían los porcentajes más elevados de población menor a quince años, misma que en 2030 formaría parte de la población de 15 a 64 años.

En cuanto al grupo de 65 años y más, la CDMX experimentará un incremento de alrededor de medio millón de habitantes en dicho grupo etario entre los años 2015 y 2030; sin embargo, algo que vale la pena resaltar es el hecho de que la población femenina representará un poco más de 60% de dicho aumento (los incrementos serán de 182,549 hombres y 291,139 mujeres). El crecimiento de este grupo etario en el periodo 2015-2030, así como la diferencia entre el crecimiento masculino y femenino, se dará para todas las delegaciones, aunque dicha diferencia será más marcada en algunas delegaciones y para algunas otras será menor, como el caso de la delegación Cuauhtémoc donde las poblaciones masculina y femenina mayor a 64 años aumentarán casi en la misma cantidad entre 2015 y 2030 (10,646 hombres y 10,759 mujeres), pero en todas ellas el crecimiento de la población femenina será mayor a de la población masculina. Destaca también que hacia 2030, la delegación Iztapalapa tendrá el mayor incremento de hombres y mujeres en estas edades (30,960 y 56,677 respectivamente).

Finalmente, al analizar las poblaciones totales, se advierte que la población total de la CDMX decenderá en poco más de medio millón de habitantes; sin embargo, a pesar de dicha pérdida de población, 7 de las 16 delegaciones tendrán mayor población en 2030 que en 2015. Estas delegaciones son: Cuajimalpa de Morelos, Magdalena Contreras, Milpa Alta, Benito Juárez, Miguel Hidalgo, Tláhuac y Tlalpan, siendo esta última la que tendrá el mayor incremento de población con un aumento de 24,867 hombres y 40,941 mujeres. Las otras nueve delegaciones tendrán una caída en su población total, siendo el mayor descenso el de la delegación Iztapalapa, con 97,227 hombres y 77,551 mujeres menos hacia 2030.

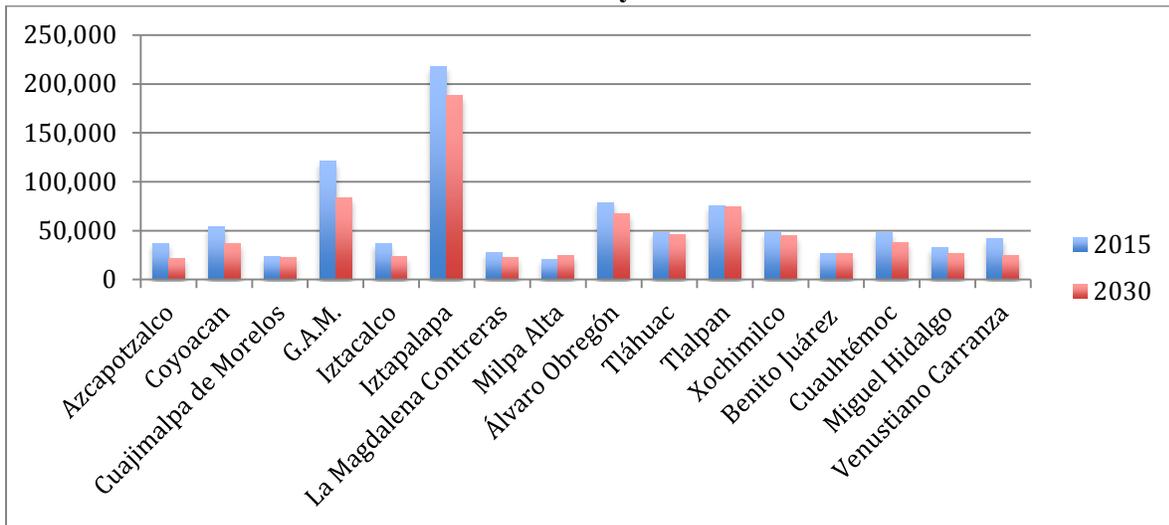
Cuadro 14. Proyecciones de la Población de 0-14 años por sexo de las delegaciones de la CDMX

	Sexo	2015	2020	2025	2030
Azcapotzalco	Hombres	37,050	30,612	25,398	21,114
	Mujeres	35,836	29,461	24,229	19,505
Coyoacán	Hombres	53,503	46,089	40,628	36,847
	Mujeres	50,794	43,677	38,024	33,169
Cuajimalpa de Morelos	Hombres	23,451	22,699	22,576	22,896
	Mujeres	23,381	22,752	22,430	22,056
G.A.M.	Hombres	121,344	105,653	93,968	83,553

	Mujeres	119,506	104,827	92,822	80,335
Iztacalco	Hombres	36,493	31,060	27,317	23,821
	Mujeres	35,283	30,466	26,577	22,547
Iztapalapa	Hombres	217,923	202,466	194,855	188,014
	Mujeres	212,542	198,170	189,289	177,080
La Magdalena Contreras	Hombres	27,846	24,862	23,114	22,459
	Mujeres	27,411	24,894	23,172	21,864
Milpa Alta	Hombres	20,590	21,303	22,893	24,883
	Mujeres	19,218	19,940	21,214	22,319
Álvaro Obregón	Hombres	78,735	71,970	68,568	67,131
	Mujeres	77,243	71,007	67,284	63,906
Tláhuac	Hombres	48,382	46,078	45,847	46,282
	Mujeres	46,385	44,176	43,540	42,505
Tlalpan	Hombres	75,705	72,286	72,155	74,079
	Mujeres	73,267	70,052	69,453	68,975
Xochimilco	Hombres	49,261	46,724	45,764	45,148
	Mujeres	47,629	45,142	43,721	41,708
Benito Juárez	Hombres	27,040	26,383	25,517	26,865
	Mujeres	26,499	26,238	25,258	25,715
Cuauhtémoc	Hombres	47,752	42,818	39,092	37,599
	Mujeres	46,097	41,059	36,990	34,399
Miguel Hidalgo	Hombres	32,924	30,048	27,443	26,278
	Mujeres	31,946	29,399	26,614	24,697
Venustiano Carranza	Hombres	41,512	35,327	30,089	24,988
	Mujeres	40,297	34,224	28,901	23,279
CDMX	Hombres	939,511	856,378	805,224	771,957
	Mujeres	913,334	835,484	779,518	724,059

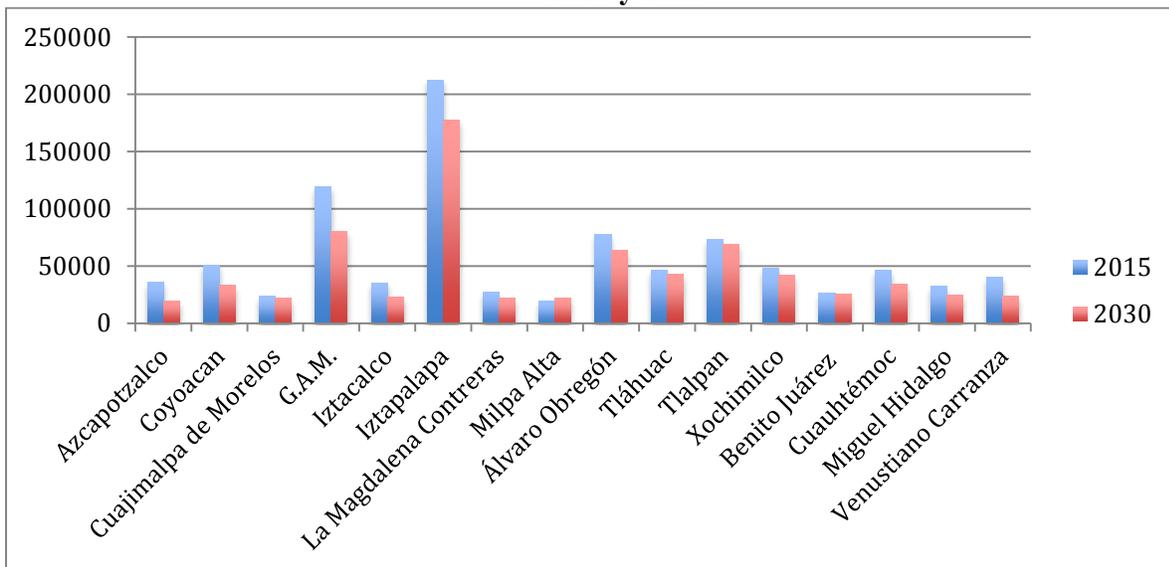
Fuente: Cálculos propios.

Gráfica 15. Población masculina de 0 a 14 años de las delegaciones de la CDMX en los años 2015 y 2030



Fuente: Cálculos propios.

Gráfica 16. Población femenina de 0 a 14 años de las delegaciones de la CDMX en los años 2015 y 2030



Fuente: Cálculos propios.

Cuadro 15. Proyecciones de la población de 15-64 años por sexo de las delegaciones de la CDMX

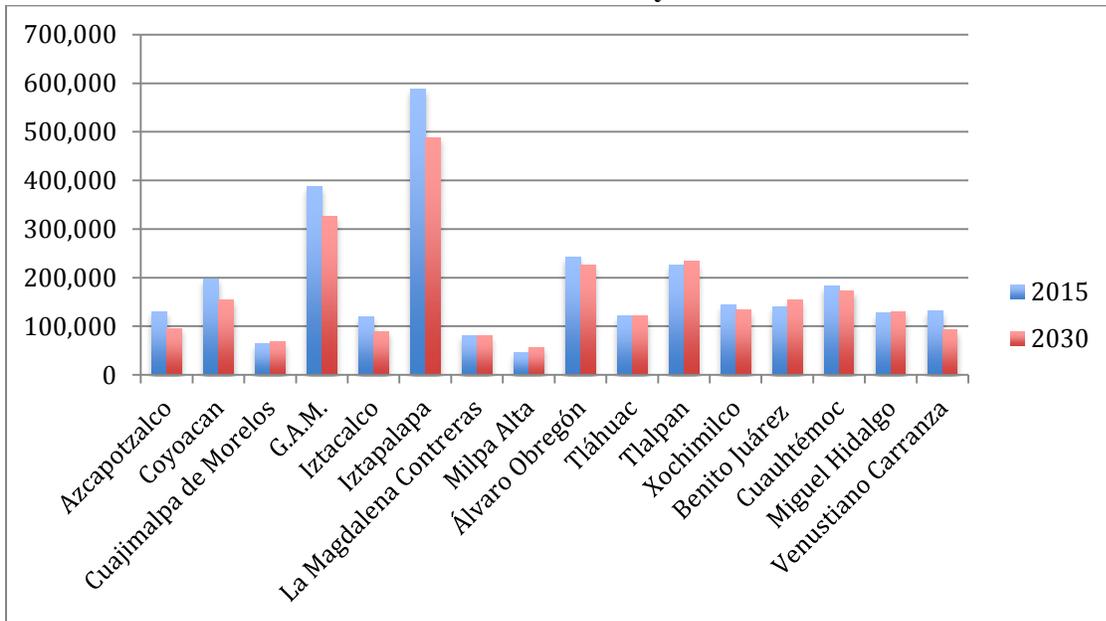
	Sexo	2015	2020	2025	2030
Azcapotzalco	Hombres	130,176	121,805	110,261	95,784
	Mujeres	146,753	138,170	125,735	110,332

Coyoacán	Hombres	197,344	186,649	172,341	154,558
	Mujeres	223,666	210,162	192,757	172,973
Cuajimalpa de Morelos	Hombres	64,191	67,558	69,147	69,143
	Mujeres	72,657	76,207	78,011	78,378
G.A.M.	Hombres	387,342	375,523	353,887	325,296
	Mujeres	412,603	397,161	371,898	340,268
Iztacalco	Hombres	120,461	113,425	102,638	89,851
	Mujeres	133,942	125,605	113,828	99,976
Iztapalapa	Hombres	586,863	565,325	529,951	488,585
	Mujeres	635,086	614,392	578,019	536,319
La Magdalena Contreras	Hombres	80,558	82,605	82,761	80,418
	Mujeres	88,438	89,692	89,024	86,395
Milpa Alta	Hombres	46,352	50,913	54,363	57,011
	Mujeres	49,890	54,948	58,928	62,201
Álvaro Obregón	Hombres	242,067	242,339	236,406	225,180
	Mujeres	270,546	271,028	264,678	253,603
Tláhuac	Hombres	122,052	124,917	124,259	120,966
	Mujeres	132,642	136,319	136,260	133,819
Tlalpan	Hombres	225,801	233,665	236,342	234,415
	Mujeres	251,115	261,088	265,153	265,346
Xochimilco	Hombres	144,127	144,063	140,193	134,108
	Mujeres	147,201	147,263	143,525	137,952
Benito Juárez	Hombres	139,747	146,663	151,775	153,533
	Mujeres	160,264	166,735	171,590	173,890
Cuauhtémoc	Hombres	182,412	182,300	179,189	172,127
	Mujeres	199,912	199,022	194,875	187,383
Miguel Hidalgo	Hombres	127,383	130,883	132,346	130,397
	Mujeres	148,073	152,026	154,051	152,991
Venustiano Carranza	Hombres	132,317	121,712	108,302	93,388

	Mujeres	148,859	138,454	124,834	109,725
CDMX	Hombres	2,929,193	2,890,345	2,784,161	2,624,760
	Mujeres	3,221,647	3,178,272	3,063,166	2,901,551

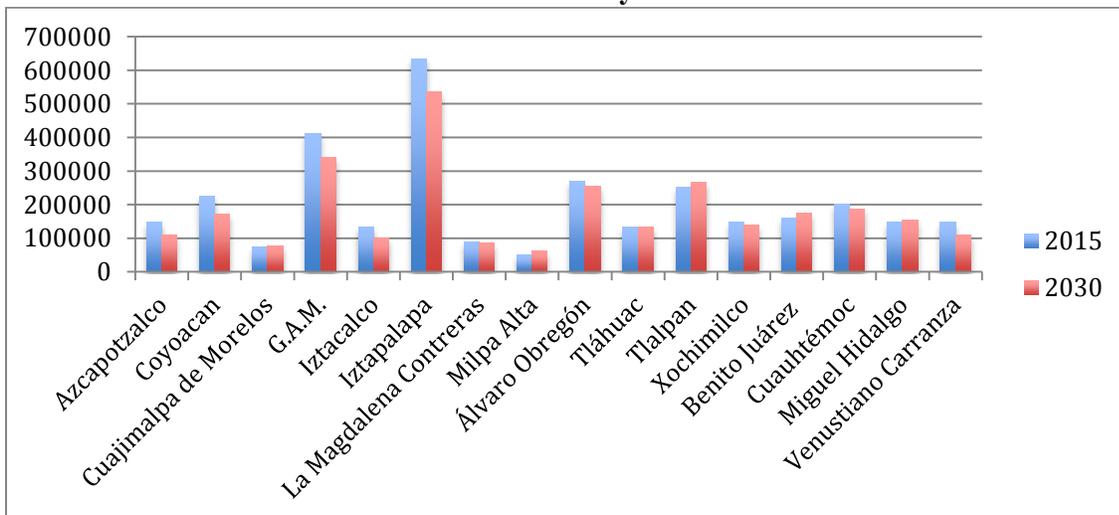
Fuente: Cálculos propios.

Gráfica 17. Población masculina de 15 a 64 años de las delegaciones de la CDMX en los años 2015 y 2030



Fuente: Cálculos propios.

Gráfica 18. Población femenina de 15 a 64 años de las delegaciones de la CDMX en los años 2015 y 2030



Fuente: Cálculos propios.

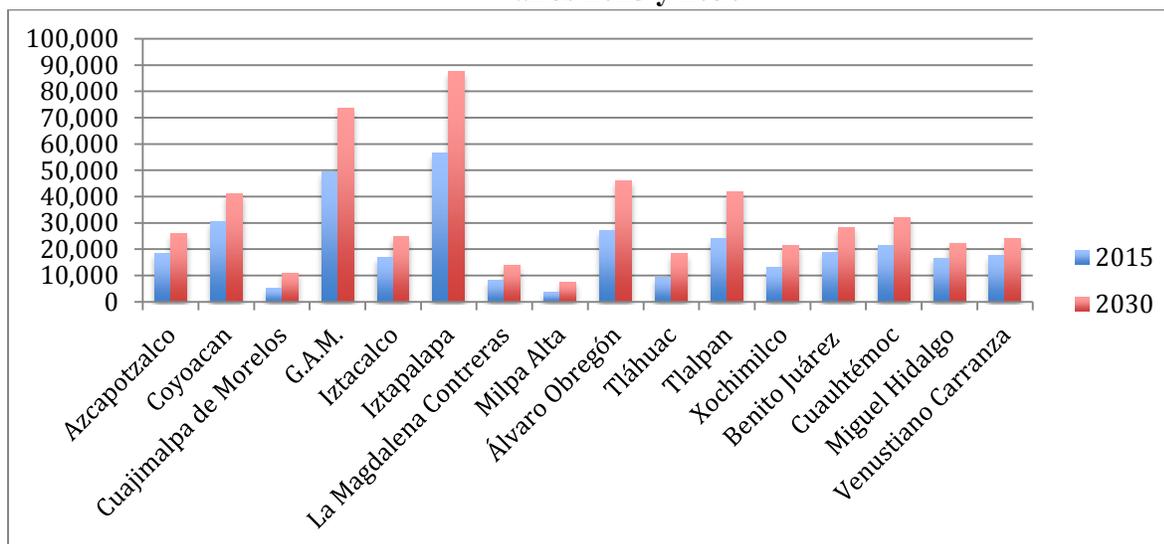
Cuadro 16. Proyecciones de la población de 65 años y más por sexo de las delegaciones de la CDMX

	Sexo	2015	2020	2025	2030
Azcapotzalco	Hombres	18,491	20,659	23,276	25,944
	Mujeres	27,143	30,518	35,138	40,266
Coyoacán	Hombres	30,399	34,779	38,305	41,153
	Mujeres	42,399	48,957	55,186	60,295
Cuajimalpa de Morelos	Hombres	5,311	6,695	8,617	11,030
	Mujeres	6,843	8,562	10,987	14,130
G.A.M.	Hombres	49,396	55,800	64,228	73,707
	Mujeres	70,836	80,805	93,915	109,102
Iztacalco	Hombres	16,744	18,956	21,848	24,808
	Mujeres	24,320	27,475	31,700	36,401
Iztapalapa	Hombres	56,595	66,644	77,425	87,555
	Mujeres	76,231	92,103	111,826	132,908
La Magdalena Contreras	Hombres	8,107	9,429	11,373	14,025
	Mujeres	11,987	14,362	17,134	20,141
Milpa Alta	Hombres	3,818	4,753	6,059	7,580
	Mujeres	4,425	5,508	7,108	9,165
Álvaro Obregón	Hombres	27,191	32,807	39,231	46,145
	Mujeres	38,622	46,178	55,462	65,709
Tláhuac	Hombres	9,468	11,866	14,849	18,230
	Mujeres	12,336	15,177	19,141	24,054
Tlalpan	Hombres	23,991	29,633	35,759	41,869
	Mujeres	33,108	41,853	52,462	64,111
Xochimilco	Hombres	13,121	15,570	18,385	21,374
	Mujeres	17,180	20,866	25,427	30,532
Benito Juárez	Hombres	18,948	21,913	25,190	28,179
	Mujeres	33,603	38,537	44,379	50,031
Cuauhtémoc	Hombres	21,469	24,798	28,670	32,115

	Mujeres	33,372	36,383	40,376	44,122
Miguel Hidalgo	Hombres	16,621	18,328	20,258	22,319
	Mujeres	26,523	29,606	33,457	37,704
Venustiano Carranza	Hombres	17,726	19,490	21,812	23,912
	Mujeres	27,857	30,871	35,004	39,253
CDMX	Hombres	337,396	392,120	455,285	519,945
	Mujeres	486,785	567,761	668,702	777,924

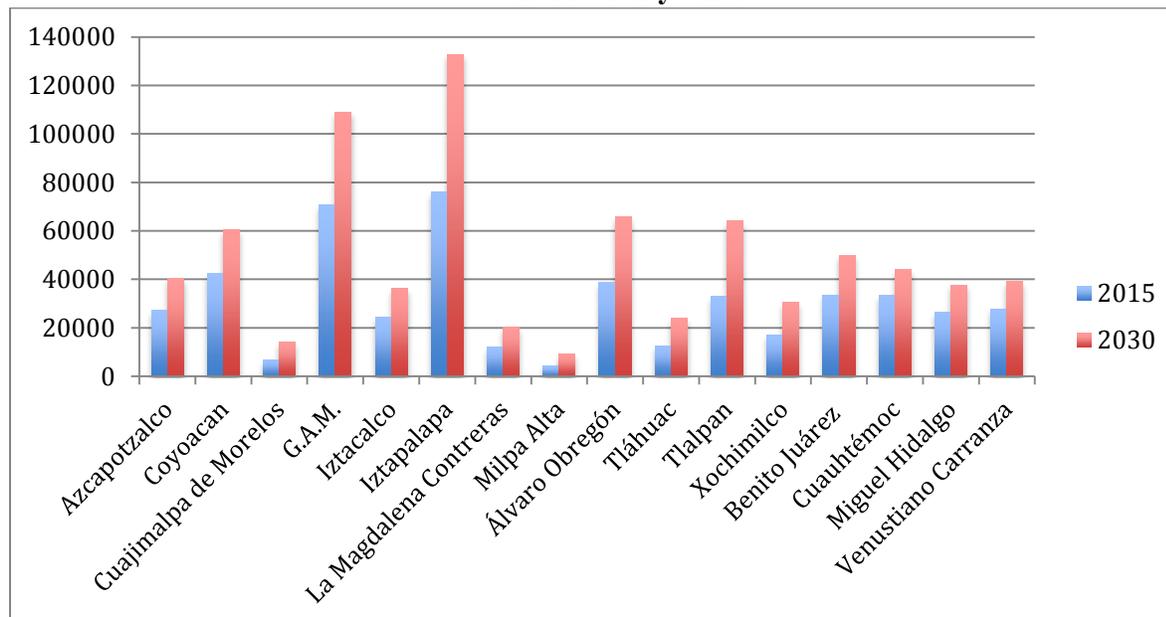
Fuente: Cálculos propios.

Gráfica 19. Población masculina de 65 años y más de las delegaciones de la CDMX en los años 2015 y 2030



Fuente: Cálculos propios.

Gráfica 20. Población femenina de 65 años y más de las delegaciones de la CDMX en los años 2015 y 2030



Fuente: Cálculos propios.

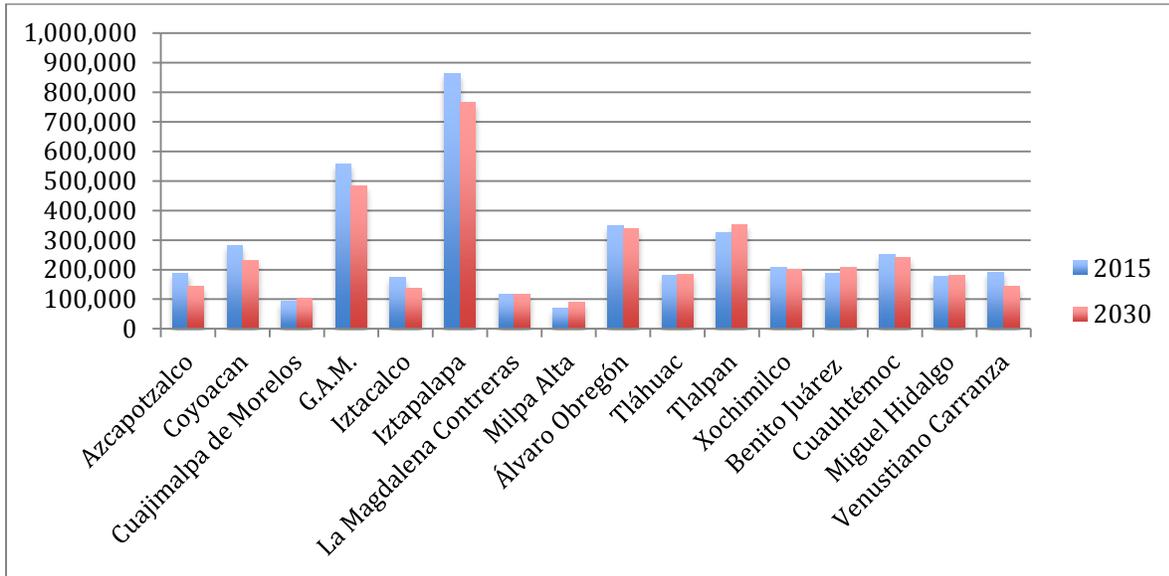
Cuadro 17. Proyecciones de la población total por sexo de las delegaciones de la CDMX

	Sexo	2015	2020	2025	2030
Azcapotzalco	Hombres	185,717	173,076	158,935	142,841
	Mujeres	209,733	198,149	185,102	170,103
Coyoacán	Hombres	281,245	267,517	251,273	232,557
	Mujeres	316,859	302,796	285,967	266,437
Cuajimalpa de Morelos	Hombres	92,952	96,953	100,339	103,069
	Mujeres	102,881	107,520	111,428	114,565
G.A.M.	Hombres	558,082	536,976	512,082	482,556
	Mujeres	602,945	582,793	558,634	529,705
Iztacalco	Hombres	173,698	163,442	151,803	138,480
	Mujeres	193,545	183,546	172,104	158,924
Iztapalapa	Hombres	861,382	834,435	802,231	764,155
	Mujeres	923,858	904,665	879,134	846,307
La Magdalena Contreras	Hombres	116,511	116,896	117,248	116,902
	Mujeres	127,836	128,948	129,330	128,399

Milpa Alta	Hombres	70,759	76,969	83,315	89,474
	Mujeres	73,533	80,396	87,249	93,685
Álvaro Obregón	Hombres	347,993	347,117	344,205	338,456
	Mujeres	386,411	388,213	387,424	383,218
Tláhuac	Hombres	179,901	182,861	184,955	185,478
	Mujeres	191,363	195,672	198,941	200,378
Tlalpan	Hombres	325,497	335,584	344,256	350,364
	Mujeres	357,490	372,994	387,069	398,431
Xochimilco	Hombres	206,510	206,358	204,342	200,629
	Mujeres	212,010	213,271	212,674	210,192
Benito Juárez	Hombres	185,736	194,959	202,482	208,577
	Mujeres	220,366	231,510	241,227	249,635
Cuauhtémoc	Hombres	251,633	249,916	246,950	241,841
	Mujeres	279,382	276,464	272,242	265,904
Miguel Hidalgo	Hombres	176,927	179,259	180,047	178,994
	Mujeres	206,542	211,031	214,122	215,392
Venustiano Carranza	Hombres	191,555	176,529	160,204	142,288
	Mujeres	217,013	203,550	188,738	172,257
CDMX	Hombres	4,206,098	4,138,847	4,044,667	3,916,661
	Mujeres	4,621,767	4,581,518	4,511,385	4,403,532

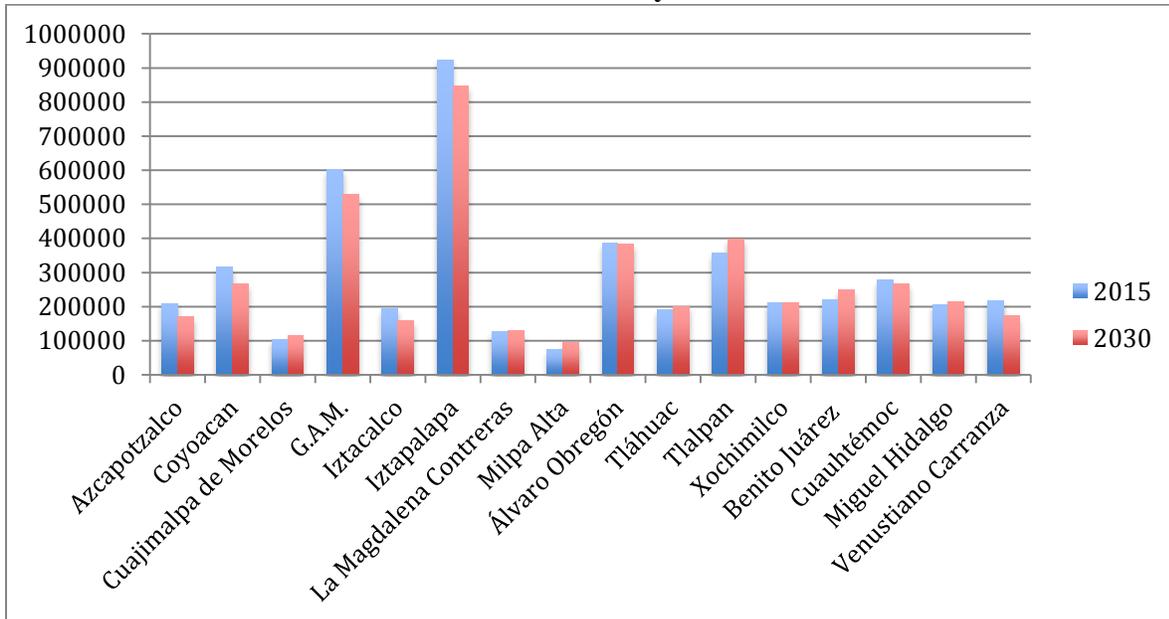
Fuente: Cálculos propios.

Gráfica 21. Población masculina total de las delegaciones de la CDMX en los años 2015 y 2030



Fuente: Cálculos propios.

Gráfica 22. Población femenina de 65 años y más de las delegaciones de la CDMX en los años 2015 y 2030



Fuente: Cálculos propios.

Por último, vale la pena analizar la información en términos relativos, es decir, a partir de los porcentajes de población que se concentrarían en los grandes grupos de edad de acuerdo a los

pronósticos anteriores. En el Cuadro 18 se exponen dichos porcentajes para los años 2015 y 2030. En dicho cuadro, se aprecian varios aspectos a destacar, por un lado, se mencionó anteriormente que ciertas delegaciones tendrían incrementos en términos absolutos en las poblaciones de 0 a 14 y 15 a 64 años, pero en este caso se observa que a pesar de dichos aumentos, todas las delegaciones tendrán un menor porcentaje de población concentrada en estas edades hacia 2030. Por el contrario, todas las delegaciones experimentarán un incremento en el porcentaje de población de 65 años y más.

Haciendo un análisis por grupo de edad, en 2015 se tiene que en siete delegaciones la población de 0 a 14 años representaba más de 20% tanto para hombres como para mujeres (Cuajimalpa de Morelos, Iztapalapa, Magdalena Contreras, Milpa Alta, Tláhuac, Tlalpan y Xochimilco) y en cuatro de ellas dicho porcentaje también era mayor a 20% pero sólo para la población masculina (GAM, Iztacalco, Álvaro Obregón y Venustiano Carranza), siendo la delegación Milpa Alta, la de los mayores porcentajes con 29.10% de hombres y 26.14% de mujeres de 0-14 años. Para 2030, únicamente las delegaciones Iztapalapa, Milpa Alta y Tláhuac tendrán porcentajes superiores a 20% en este grupo etario tanto para hombres como para mujeres. Las delegaciones Xochimilco, Tlalpan y Cuajimalpa de Morelos también tendrán porcentajes mayores a 20% en la población menor a quince años, pero sólo en el caso de los hombres. Los porcentajes más altos nuevamente se tendrán en la delegación Milpa Alta, 27.81% de hombres y 23.82% de mujeres. El resto de las delegaciones tendrán porcentajes menores a 20% en 2030, pero en ningún caso menores a 10%. En contraste, los porcentajes más bajos se observan en la delegación Benito Juárez tanto en el año 2015 como en el año 2030 para hombres y mujeres. En el primero, los porcentajes son de 14.56% y 12.03% respectivamente, mientras que en el segundo, los porcentajes serían de 12.88 y 10.30 respectivamente.

En cuanto a la población de 15 a 64 años, en 2015 cuatro delegaciones (Coyoacán, Benito Juárez, Cuauhtémoc y Miguel Hidalgo) tendrían porcentajes superiores a 70% tanto para hombres como para mujeres, tres (Cuajimalpa de Morelos, Álvaro Obregón y Tlalpan) para las mujeres y una (Azcapotzalco) para los hombres. El resto de las delegaciones tendrían porcentajes entre 65% y 70% para estas edades. Los porcentajes más altos en 2015 se tuvieron en la delegación Benito Juárez con 75.24 hombres y 72.73 mujeres en estas edades. Hacia 2030 solamente las delegaciones Miguel Hidalgo y Cuauhtémoc tendrán porcentajes mayores a 70%

en este grupo para hombres y mujeres. La delegación Benito Juárez también tendrá un porcentaje superior a 70% pero sólo para el caso de los hombres. Siguiendo con el año 2030, para los hombres, el porcentaje más alto se tendrá en la delegación Benito Juárez (73.61%), para las mujeres, la delegación Miguel Hidalgo será la del mayor porcentaje (71.03%). El resto de las delegaciones tendrá porcentajes inferiores a 70% pero en ningún caso menores a 60%. En 2015 los porcentajes más bajos en este caso se observaron en la delegación Milpa Alta, 65.51% para hombres y 67.85 para mujeres. Para 2030 los porcentajes más bajos se observan para las mujeres de Iztacalco (62.91%) y los hombres de Milpa Alta (63.72%).

Finalmente para la población de 65 años y más, en 2015 los valores más bajos tanto para hombres como para mujeres se observaron en la delegación Milpa Alta, 5.40 y 6.02 respectivamente, mientras que los valores más altos para mujeres se observan en la delegación Benito Juárez (15.25%) y para los hombres en la delegación Coyoacán (10.81%). Hacia 2030 Milpa Alta continuará teniendo los menores porcentajes de población en estas edades, 8.47% y 9.78% para hombres y mujeres respectivamente. En contraste, la delegación con los mayores porcentajes de población adulta mayor sería Azcapotzalco, con 18.16% y 23.67%. Este hecho llama la atención de manera particular, pues de acuerdo con los porcentajes calculados, en 2015 la delegación más envejecida era Benito Juárez, por lo que recordando que en el pronóstico realizado el SNM observado en 2005-2010 sería constante en los siguientes periodos quinquenales, y que en la delegación Benito Juárez dicho indicador fue positivo, esto querría decir que la migración hacia la delegación Benito Juárez si bien no ha frenado el envejecimiento, ha provocado que éste sea más lento y que esta delegación hacia 2030 deje de ser la más envejecida. Para terminar, vale la pena destacar que de acuerdo con las proyecciones realizadas, a excepción de la delegación Cuauhtémoc, la brecha en los porcentajes de población de estas edades entre hombres y mujeres aumentará hacia 2030.

Cuadro 18. Porcentajes de población por grandes grupos de edad para los años 2015 y 2030

		2015	2030	2015	2030	2015	2030
	Sexo	% 0-14	% 0-14	% 15-64	% 15-64	% 65 y más	% 65 y más
Azcapotzalco	Hombres	19.95	14.78	70.09	67.06	9.96	18.16
	Mujeres	17.09	11.47	69.97	64.86	12.94	23.67

Coyoacán	Hombres	19.02	15.84	70.17	66.46	10.81	17.70
	Mujeres	16.03	12.45	70.59	64.92	13.38	22.63
Cuajimalpa de Morelos	Hombres	25.23	22.21	69.06	67.08	5.71	10.70
	Mujeres	22.73	19.25	70.62	68.41	6.65	12.33
G.A.M.	Hombres	21.74	17.31	69.41	67.41	8.85	15.27
	Mujeres	19.82	15.17	68.43	64.24	11.75	20.60
Iztacalco	Hombres	21.01	17.20	69.35	64.88	9.64	17.91
	Mujeres	18.23	14.19	69.20	62.91	12.57	22.90
Iztapalapa	Hombres	25.30	24.60	68.13	63.94	6.57	11.46
	Mujeres	23.01	20.92	68.74	63.37	8.25	15.70
La Magdalena Contreras	Hombres	23.90	19.21	69.14	68.79	6.96	12.00
	Mujeres	21.44	17.03	69.18	67.29	9.38	15.69
Milpa Alta	Hombres	29.10	27.81	65.51	63.72	5.40	8.47
	Mujeres	26.14	23.82	67.85	66.39	6.02	9.78
Álvaro Obregón	Hombres	22.63	19.83	69.56	66.53	7.81	13.63
	Mujeres	19.99	16.68	70.02	66.18	10.00	17.15
Tláhuac	Hombres	26.89	24.95	67.84	65.22	5.26	9.83
	Mujeres	24.24	21.21	69.31	66.78	6.45	12.00
Tlalpan	Hombres	23.26	21.14	69.37	66.91	7.37	11.95
	Mujeres	20.49	17.31	70.24	66.60	9.26	16.09
Xochimilco	Hombres	23.85	22.50	69.79	66.84	6.35	10.65
	Mujeres	22.47	19.84	69.43	65.63	8.10	14.53
Benito Juárez	Hombres	14.56	12.88	75.24	73.61	10.20	13.51
	Mujeres	12.03	10.30	72.73	69.66	15.25	20.04
Cuauhtémoc	Hombres	18.98	15.55	72.49	71.17	8.53	13.28
	Mujeres	16.50	12.94	71.56	70.47	11.95	16.59
Miguel Hidalgo	Hombres	18.61	14.68	72.00	72.85	9.39	12.47
	Mujeres	15.47	11.47	71.69	71.03	12.84	17.50
Venustiano Carranza	Hombres	21.67	17.56	69.07	65.63	9.25	16.81
	Mujeres	18.57	13.51	68.59	63.70	12.84	22.79

Fuente: Cálculos propios

CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES

Las conclusiones que se obtienen del presente trabajo, son diversas. Comenzando por las metodologías escogidas para proyectar la población de las delegaciones, se pudo apreciar que no hay un método único que obtenga los mejores resultados en todas evaluaciones realizadas; sin embargo, a partir de éstas fue posible distinguir tres métodos que arrojaron los mejores resultados. Estos tres métodos son: el método de componentes, el de relación de cohortes y el de Hamilton Perry. El primero de ellos, fue claramente superior al resto de las metodologías para la proyección de la población menor a quince años, lo cual refleja la ventaja que ofrece dicho método al permitir hacer supuestos sobre el futuro comportamiento de la fecundidad. Los otros dos métodos destacados, de acuerdo a las evaluaciones, proyectaron de manera más precisa las poblaciones de 15 a 64 años y 65 años y más; sin embargo, los resultados obtenidos en las evaluaciones por ambas metodologías, fueron muy similares a los que se observaron para el método de componentes. Al respecto, vale la pena mencionar que los métodos de relación de cohortes y Hamilton Perry consideran el crecimiento de las cohortes observado entre 2005 y 2010, que para el caso de la población mayor a 15 años, dicho crecimiento está influido solamente por los fenómenos de mortalidad y migración, mientras que en el caso del método de componentes, la migración ocurrida entre 2005 y 2010 se supuso constante para el periodo 2010-2015 y en la mortalidad se proyectaron cambios menores hacia ese mismo periodo. De modo que, el haber obtenido los mejores resultados a partir de estas tres metodologías permite concluir que efectivamente los fenómenos de mortalidad y migración entre 2010 y 2015, tuvieron cambios menores a lo observado en el periodo 2005-2010.

Por otra parte, al realizar una comparación entre las metodologías empleadas para la proyección de las delegaciones y las proyecciones elaboradas por Conapo, se observó que éstas últimas proyectan de manera más precisa la población total de las delegaciones; no obstante, el análisis por grandes grupos de edad, revela que para las poblaciones de menores a 15 años y mayores a 64 años, los tres métodos destacados anteriormente (los métodos de componentes, relación de cohortes y Hamilton Perry) superan claramente las proyecciones de Conapo, particularmente en la población de menores de 15 años. En el grupo de 15 a 64 años, las proyecciones de Conapo superaron a todos los métodos implementados; no obstante, hay una diferencia muy pequeña entre dichas proyecciones y los tres métodos ya mencionados. De lo anterior, se concluye que si

bien las proyecciones de Conapo indican de manera más acertada el número de habitantes que habría en las delegaciones, la información de dichas proyecciones resulta parcialmente útil para la planeación, al no proporcionar información precisa sobre los grupos etarios en los que se concentrarán dichas poblaciones, con lo cual se dificulta prever el tipo de servicios que demandarán esas personas.

En este sentido, el presente trabajo sugiere utilizar el método de componentes aquí empleado para realizar proyecciones municipales e incluso a nivel localidad, ya que las fuentes de información empleadas en dicho método fueron los censos y las estadísticas vitales, las cuales proveen información de la población por edad quinquenal (e individual) y por sexo hasta esos niveles geográficos. De tal manera, que el método sugerido aprovecha esta información para poder generar proyecciones municipales y de localidades con mayor desagregación de información y mayor precisión en cuanto a la estructura poblacional, en comparación con las proyecciones oficiales vigentes a estos niveles. Aunque dada la periodicidad de los censos, no es posible aplicarla para obtener proyecciones de población por edades individuales.

Finalmente, al abordar los resultados obtenidos de las proyecciones por grandes grupos de edad, se observó que las poblaciones de 0 a 14 y 15 a 64 años, así como la población total de la CDMX experimentarían un descenso hacia el año 2030, mientras que la población de 65 años y más aumentará. Al respecto, llama la atención que el descenso de población en los dos primeros grupos etarios será más o menos de la misma magnitud para hombres y mujeres; no obstante, el aumento de la población de 65 años y más será mayoritariamente femenino. Esto último provocará que la brecha existente entre la población adulta mayor masculina y femenina aumente en los próximos años.

Una situación similar se aprecia en las delegaciones, ya que las proyecciones indican que a excepción de la delegación Milpa Alta, la población menor de quince años en 2030 será menor a la que había en 2015. De este resultado se puede deducir que las instituciones orientadas a satisfacer las demandas de dicha población en 2015, “serían suficientes” hacia el año 2030, salvo para la delegación Milpa Alta, en la cual será necesario seguir expandiendo los servicios dirigidos a satisfacer las necesidades de esta población.

Para la población de 15 a 64 años, se apreciaba nuevamente que la mayoría de las delegaciones tendrán un descenso entre 2015 y 2030 de la población que conforma dicho grupo etario; sin

embargo, a diferencia de la población menor a quince años, en este caso cinco delegaciones (Miguel Hidalgo, Cuajimalpa de Morelos, Tláhuac, Tlalpan, Milpa Alta y Benito Juárez) experimentarán un incremento entre 2015 y 2030, siendo las causas de dicho aumento, la migración hacia esas delegaciones, así como la estructura poblacional de algunas de ellas (Milpa Alta, Cuajimalapa de Morelos y Tláhuac). De acuerdo a estos resultados, nuevamente la mayoría de las delegaciones contará con los servicios “suficientes” para satisfacer las necesidades de la población de dicho grupo etario, mientras que las cinco delegaciones mencionadas, deberán continuar ampliando las instituciones, servicios e infraestructura orientados a cubrir las necesidades de esta población, que entre otras cosas demandará oportunidades de empleo y vivienda, así como servicios de salud y educación.

Por último, como era de esperar, la población de 65 años y más aumentará para todas las delegaciones, y al igual que la CDMX en su conjunto, dicho incremento será principalmente femenino, con lo cual se ampliará la brecha ya existente entre los hombres y mujeres que conforman la población adulta mayor. De esta manera, será necesario, entre otras cosas, crear y fortalecer instituciones dirigidas a atender las demandas de la población adulta mayor, generar estrategias que permitan contar con una mayor cobertura de servicios orientados a mejorar la calidad de vida de la población adulta mayor, asimismo, será preciso atender los problemas relacionados con las pensiones a fin de garantizar una cobertura universal y suficiente para que esta población pueda hacer frente a sus necesidades económicas.

Para concluir con este capítulo, una cuestión que vale la pena mencionar es que si bien las técnicas de proyección expuestas requieren de información de fácil disponibilidad para su aplicación a municipios o localidades de otras entidades federativas, los supuestos que hay detrás de los métodos pueden ser una limitante para estos fines, puesto que como ya se ha señalado en varias partes de este trabajo, la mayoría de los métodos descansan bajo el supuesto de que las tendencias de las variables demográficas observadas en los años recientes, particularmente entre los últimos cinco o diez años, continuarán en los años posteriores. Estas hipótesis parecen ser adecuadas para el caso de la CDMX, ya que en las delegaciones se observó que la esperanza de vida y la TGF mostraron cambios moderados fundamentalmente en el periodo 2005-2010; no obstante, esto pudiera no ocurrir para ciertos municipios o localidades de otras entidades federativas, en especial aquéllas áreas geográficas en las que los fenómenos de mortalidad y

fecundidad aún muestran niveles elevados (e incluso donde el fenómeno migratorio es muy irregular), y pudieran tener cambios abruptos en los años futuros, en cuyo caso, los métodos expuestos arrojarían resultados no muy acertados.

BIBLIOGRAFÍA:

Aburto, J. M., Beltrán-Sánchez, H., García-Guerrero, V. M., & Canudas-Romo, V. (2016). Homicides In Mexico Reversed Life Expectancy Gains For Men And Slowed Them For Women, 2000–10. *Health Affairs*, 35(1), 88-95.

Cameron, M. P., & Poot, J. (2011). Lessons from stochastic small-area population projections: The case of Waikato subregions in New Zealand. *Journal of Population Research*, 28(2-3), 245-265.

Canudas-Romo, V., García-Guerrero, V. M., & Echarri-Cánovas, C. J. (2015). The stagnation of the Mexican male life expectancy in the first decade of the 21st century. *Journal of Epidemiology and Community Health*, 69(1), 28-34.

Conapo (1988) Proyecciones de Población de las Delegaciones Políticas del Distrito Federal: 1980-1990 (1988) México: Dirección Geeneral de Estudios de Población, Dirección de Investigación Demográfica, 1988. 23 p.

Conapo, (2011) Dinámica Demográfica de México 2000-2010. *La situación demográfica de México 2011*.

Conapo,(2015) Poyecciones de la Población 2010-2015. Consejo Nacional de Población. consultado en: <<http://conapo.gob.mx/es/CONAPO/Proyecciones>>

Chackiel, J. (1984). Proyección de la fecundidad: criterios y procedimientos utilizados en CELADE. *En: Métodos para proyecciones demograficas-LC/DEM/CR/G. 5-1984-p. 43-85*.

Chackiel, J. y Macció G. (1978). “Evaluación y Corrección de Datos Demográficos”. Santiago de Chile, CELADE, Serie B, No. 39.

Chávez, A. M., & Guadarrama, J. (2004). La región central de México en transición: tendencias económicas y migratorias a finales del milenio. Procesos metropolitanos y grandes ciudades. Dinámicas recientes en México y otros países, H. Cámara de Diputados, LIX Legislatura, Instituto de Geografía-crim-puec-unam-conacyt-Miguel Ángel Porrúa, México, 147-187.

Chi, G., & Voss, P. R. (2011). Small-area population forecasting: borrowing strength across space and time. *Population, Space and Place*, 17(5), 505-520.

Chi, G., Zhou, X., & Voss, P. R. (2011). Small-area population forecasting in an urban setting: a spatial regression approach. *Journal of Population Research*, 28(2-3), 185-201.

- Duchesne, L. (1988). *Proyecciones de población por sexo y edad para áreas intermedias y menores*. Centro Latinoamericano de Demografía.
- García Guerrero, V. M. (2014). *Proyecciones y políticas de población en México*. El Colegio de Mexico AC.
- Granados, María P. (1989), “Técnicas de proyecciones de población de áreas menores. Aplicación y evaluación”, en GRANADOS, María P. (comp.), *Métodos para proyecciones sub-nacionales de población*. Bogotá, CELADE.
- Gray, A. (1987, February). The missing ages: adjusting for digit preference. In *Asian and Pacific Population Forum* (Vol. 1, No. 2, pp. 11-22).
- Hakkert, R. (1985). Quasi-component models for small area population projections: examples from the state of Sao Paulo Brazil. In: *International Population Conference, Florence 1985*.
- Hernández, M., López, R., & Velarde, S. (2013). La situación demográfica en México. Panorama desde las proyecciones de población. *La situación demográfica de México 2013*, 11-19.
- INEGI. (2010a). Compendio de criterios y especificaciones técnicas para la generación de datos e información de carácter fundamental. Dirección General de Geografía y Medio Ambiente.
- INEGI. (2010b). Censo de Población y Vivienda 2010, Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática.
- Lee, R. D., & Tuljapurkar, S. (1994). Stochastic population forecasts for the United States: Beyond high, medium, and low. *Journal of the American Statistical Association*, 89(428), 1175-1189.
- Mina, A (2012), Evaluación de la declaración de edad en los censos y conteos de población de México, 1990 a 2010, en *Coyuntura Demográfica*, núm. 2, pp. 113-116.
- Newell, C. (1990). *Methods and models in demography*. Guilford Press.
- Ordorica, M., & García-Guerrero, V. M. (2016). Estimating the Demographic Dynamic of Small Areas with the Kalman Filter. In *Dynamic Demographic Analysis* (pp. 261-271). Springer International Publishing.
- Partida, V. (1989). Aplicación de cadenas de Markov para proyecciones demográficas en áreas geopolíticas menores. *Estudios Demográficos y Urbanos*, 549-571.
- Partida, V. (1990). Un método para proyectar la población según tamaño de la localidad. (Aplicación al caso de la población urbana de México en 1990). *Estudios Demográficos y Urbanos*, 387-411.

- Partida, V. (2000). Proyecciones de la población de México, de las entidades federativas, de los municipios y de las localidades, 1995-2050: Documento metodológico (Serie Escenarios prospectivos). México: Consejo Nacional de Población.
- Partida, V. (2003). Proyecciones de la población de México, de las entidades federativas, de los municipios y de las localidades, 2000-2050: Documento metodológico (Colección Prospectiva demográfica). México, D.F: Consejo Nacional de Población.
- Pew Hispanic Center (2015). More Mexicans Leaving Than Coming to the US. Consultado en: <<http://www.pewhispanic.org/2015/11/19/more-mexicans-leaving-than-coming-to-the-us>>
- Pimienta, R. (1998). Evaluación y ajuste de los datos censales de población: 1930-1990. *Estudios demográficos y urbanos*, 183-224.
- Pujol, J. M. (1984). Procedimientos de proyección de la mortalidad utilizados en CELADE. *En: Metodos para proyecciones demograficas-LC/DEM/CR/G. 5-1984-p. 87-119.*
- Ramírez García, T., & González, L. M. (2011). Emigración México-Estados Unidos: Balance antes y después de la recesión económica estadounidense. *Situación demográfica de México 2011*, 241-259.
- Rueda, J. (1989). Las proyecciones subnacionales de población y la planificación del desarrollo. *En: Métodos para proyecciones subnacionales de población-LC/DEM/G. 94-1989-p. 17-24.*
- Swanson, D. A., & Tayman, J. (2012). *Subnational population estimates* (Vol. 31). Springer Science & Business Media.
- Villagómez, P., & Bistrain, C. (2008). Situación demográfica nacional. *La situación demográfica de México 2008*, 11-20.
- Viramontes, R. R., & Castillo, M. S. (2009). El descenso de la fecundidad en México, 1974-2009: a 35 años de la puesta en marcha de la nueva política de población. *La situación demográfica de México 2009*.
- Ševčíková, H., Raftery, A., & Gerland, P. (2013). Bayesian probabilistic population projections: Do it yourself.
- Raftery, A. E., Li, N., Ševčíková, H., Gerland, P., & Heilig, G. K. (2012). Bayesian probabilistic population projections for all countries. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109(35), 13915-13921.

ANEXOS

Anexo 1. Estructura de las poblaciones de las delegaciones de la CDMX en 2010 y 2015

Porcentajes de población por grandes grupos de edad, para las delegaciones de la CDMX, 2010

Grupo de edad	Total	% Total	Hombre	% Hombres	Mujer	% Mujeres
DF						
0-14	1,981,879	22%	1,007,801	24%	974,193	21%
15-64	6,165,605	70%	2,936,681	69%	3,228,900	70%
65 y +	703,597	8%	289,302	7%	414,204	9%
Total	8,851,080	100%	4,233,783	100%	4,617,297	100%
Azcapotzalco						
	83,305	20%	42,389	22%	40,925	19%
15-64	290,762	70%	137,088	70%	153,673	70%
65 y +	40,643	10%	16,576	8%	24,060	11%
Total	414,711	100%	196,053	100%	218,658	100%
Coyoacán						
0-14	118,223	19%	60,406	21%	57,835	18%
15-64	440,891	71%	206,587	71%	234,298	71%
65 y +	61,302	10%	25,498	9%	35,791	11%
Total	620,416	100%	292,491	100%	327,925	100%
Cuajimalpa de Morelos						
0-14	48,085	26%	24,384	28%	23,705	24%
15-64	128,616	69%	59,991	68%	68,622	70%
65 y +	9,690	5%	4,267	5%	5,422	6%
Total	186,391	100%	88,642	100%	97,749	100%
Gustavo A. Madero						
0-14	260,747	22%	132,236	23%	128,518	21%
15-64	818,880	69%	394,774	69%	424,106	69%

65 y +	106,145	9%	44,224	8%	61,915	10%
Total	1,185,772	100%	571,233	100%	614,539	100%
Iztacalco						
0-14	81,161	21%	41,012	22%	40,155	20%
15-64	266,538	69%	126,404	69%	140,134	69%
65 y +	36,627	10%	15,118	8%	21,504	11%
Total	384,326	100%	182,534	100%	201,792	100%
Iztapalapa						
0-14	456,907	25%	232,136	26%	224,779	24%
15-64	1,248,818	69%	601,641	68%	647,174	69%
65 y +	110,060	6%	47,220	5%	62,835	7%
Total	1,815,786	100%	880,998	100%	934,788	100%
Magdalena Contreras						
0-14	58,217	24%	29,537	26%	28,681	23%
15-64	164,329	69%	78,134	68%	86,195	69%
65 y +	16,539	7%	6,821	6%	9,718	8%
Total	239,086	100%	114,492	100%	124,594	100%
Milpa Alta						
0-14	37,458	29%	19,222	30%	18,235	27%
15-64	86,427	66%	41,872	65%	44,555	67%
65 y +	6,697	5%	3,098	5%	3,599	5%
Total	130,582	100%	64,192	100%	66,390	100%
Álvaro Obregón						
0-14	165,754	23%	84,096	24%	81,664	21%
15-64	506,920	70%	239,463	69%	267,455	70%
65 y +	54,360	7%	22,482	6%	31,874	8%
Total	727,034	100%	346,041	100%	380,993	100%
Tláhuac						
0-14	97,458	27%	49,883	28%	47,575	26%
15-64	245,094	68%	117,678	67%	127,415	69%

65 y +	17,713	5%	7,649	4%	10,064	5%
Total	360,265	100%	175,210	100%	185,055	100%
Tlalpan						
0-14	150,995	23%	77,082	25%	73,922	22%
15-64	455,091	70%	216,091	69%	238,995	71%
65 y +	44,481	7%	18,965	6%	25,511	8%
Total	650,567	100%	312,139	100%	338,428	100%
Xochimilco						
0-14	102,176	25%	52,086	25%	50,090	24%
15-64	287,928	69%	142,406	69%	145,522	69%
65 y +	24,903	6%	10,813	5%	14,090	7%
Total	415,007	100%	205,305	100%	209,702	100%
Benito Juárez						
0-14	56,426	15%	28,769	16%	27,692	13%
15-64	283,016	73%	130,986	74%	152,048	73%
65 y +	45,997	12%	16,655	9%	29,290	14%
Total	385,439	100%	176,410	100%	209,029	100%
Cuauhtémoc						
0-14	101,920	19%	51,856	21%	50,076	18%
15-64	379,921	71%	180,778	72%	199,146	71%
65 y +	49,991	9%	19,091	8%	30,884	11%
Total	531,831	100%	251,725	100%	280,106	100%
Miguel Hidalgo						
0-14	68,859	18%	35,056	20%	33,834	17%
15-64	265,581	71%	122,664	71%	142,914	71%
65 y +	38,449	10%	14,948	9%	23,474	12%
Total	372,889	100%	172,667	100%	200,222	100%
Venustiano Carranza						
0-14	90,650	21%	45,957	23%	44,704	20%
15-64	298,349	69%	141,066	69%	157,284	69%

65 y +	41,979	10%	16,628	8%	25,339	11%
Total	430,978	100%	203,651	100%	227,327	100%

Fuente: Cálculos propios con base en información del Censo de Población y Vivienda 2010.

Porcentajes de población por grandes grupos de edad, para las delegaciones de la CDMX 2015

Delegaciones	Hombres			Mujeres		
	0-14	15-64	65 y más	0-14	15-64	65 y más
Azcapotzalco	20%	70%	10%	16%	70%	14%
Coyoacán	18%	71%	11%	15%	71%	14%
Cuajimalpa de Morelos	24%	70%	6%	21%	73%	6%
Gustavo A. Madero	21%	69%	10%	19%	69%	12%
Iztacalco	20%	71%	9%	18%	70%	12%
Iztapalapa	24%	69%	7%	21%	70%	9%
Magdalena Contreras	24%	68%	8%	21%	70%	9%
Milpa Alta	27%	67%	5%	26%	68%	6%
Álvaro Obregón	21%	71%	8%	20%	70%	10%
Tláhuac	24%	70%	6%	22%	71%	7%
Tlalpan	22%	70%	8%	20%	71%	9%
Xochimilco	25%	68%	7%	23%	69%	8%
Benito Juárez	15%	74%	11%	12%	72%	16%
Cuauhtémoc	18%	74%	9%	15%	72%	13%
Miguel Hidalgo	18%	72%	11%	15%	72%	13%
Venustiano Carranza	20%	70%	10%	17%	69%	13%

Fuente: Cálculos propios con base en información de la Encuesta Intercensal 2015.

Anexo 2. Evaluación y corrección de las fuentes de información

Porcentaje de No Especificados Respecto a la Población Total

	1990	1995	2000	2005	2010
Azcapotzalco	0.2553	0.1173	1.5099	2.5794	2.3185

Coyoacán	0.4459	0.1617	1.0398	3.6114	3.6643
Cuajimalpa de Morelos	0.0719	0.2652	4.4035	3.1286	2.3917
Gustavo A. Madero	0.0994	0.1921	0.5390	2.0192	1.2607
Iztacalco	0.0812	0.1296	1.6189	2.7363	2.2226
Iztapalapa	0.2046	0.2022	0.3755	1.7281	1.1771
La Magdalena Contreras	0.1128	0.1605	2.9989	1.3017	0.7152
Milpa Alta	0.3362	0.1714	6.8811	1.0751	0.5675
Álvaro Obregón	0.3023	0.2340	0.9693	1.9169	1.2662
Tláhuac	0.0779	0.1860	2.1992	1.6873	0.8361
Tlalpan	0.5278	0.1198	1.1446	3.4623	2.6131
Xochimilco	0.0778	0.2651	1.8008	6.1158	1.2243
Benito Juárez	1.0409	0.3709	1.8473	3.2775	6.7004
Cuauhtémoc	1.0145	0.4674	1.2899	6.4327	3.1877
Miguel Hidalgo	1.0134	0.4594	1.8883	6.6658	6.2222
Venustiano Carranza	0.0702	0.1345	1.4388	4.4078	3.1612
CDMX	0.3511	0.2197	1.4991	3.0026	2.2373

Fuente: Cálculos propios.

Anexo 2.1 Evaluación de la información censal

Índice de Myers para evaluar la información por edades individuales

Permite determinar la atracción o repulsión por cada uno de los dígitos. Este índice requiere la información de la población por edades individuales y su aplicación se realiza de 10 años en adelante porque en las primeras edades el patrón de preferencia no es muy regular. (Chackiel & Macció, 1978).

El supuesto básico de este procedimiento consiste en aceptar un comportamiento lineal de la población con la variación de la edad (Chackiel & Macció, 1978).

$$P_x = P_0 + xd$$

Siendo P_x la población de edad x .

Se recomienda realizar su cálculo acomodando la información en las siguiente columnas, haciendo los cálculos respectivos:

I	A	B	C	D	E
0	$A_0 = P_{10} + P_{20} + \dots + P_{60}$	$B_0 = P_{20} + P_{30} + \dots + P_{70}$	$A_0 * 1$	$B_0 * 9$	$C_0 + D_0$
1	$A_1 = P_{11} + P_{21} + \dots + P_{61}$	$B_1 = P_{21} + P_{31} + \dots + P_{71}$	$A_1 * 2$	$B_1 * 8$	$C_1 + D_1$
.					
.					
.					
.					
.					
.					
.					
9	$A_9 = P_{19} + P_{29} + \dots + P_{69}$	$B_9 = P_{29} + P_{39} + \dots + P_{79}$	$A_9 * 10$	$B_9 * 0$	$C_9 + D_9$

F	G
$(E_0 / \sum Ei) * 100$	$ 10 - F_0 $
$(E_1 / \sum Ei) * 100$	$ 10 - F_1 $

.	
.	
.	
.	
.	
.	
.	
$(E_9 / \sum E_i) * 100$	$ 10 - F_9 $

De tal forma que el índice de Myers (IM) queda determinado por la suma de los valores de la columna G, y dicha suma bajo el supuesto (es decir, que la población se comportara de manera lineal) es cero. Por el contrario, si toda la población se concentrara en un solo dígito, entonces tomaría un valor de 180.

De acuerdo con Chackiel y Macció (1978), para evaluar los resultados obtenidos se propone la siguiente escala:

0-5 información confiable

5-15 información aproximada

15-30 información mala

30 o más información muy mala

Índice de Myers para la CDMX y las Delegaciones

	1990	1995	2000	2005	2010
Azcapotzalco	6.636	13.046	6.728	9.477	7.906
Coyoacán	6.231	12.474	6.647	9.252	7.778
Cuajimalpa de Morelos	6.924	14.187	7.830	9.440	8.874

Gustavo A. Madero	6.997	13.219	7.039	9.340	8.005
Iztacalco	7.068	14.142	7.543	10.065	8.743
Iztapalapa	7.320	13.336	7.432	9.127	7.643
La Magdalena Contreras	6.655	12.603	6.186	8.441	7.605
Milpa Alta	13.469	16.903	10.041	10.516	8.418
Álvaro Obregón	7.122	14.108	7.511	9.573	8.429
Tláhuac	7.907	12.328	6.319	8.691	7.002
Tlalpan	6.580	12.880	6.898	9.037	7.603
Xochimilco	8.936	14.171	7.915	11.301	8.135
Benito Juárez	6.936	16.329	7.284	10.679	8.628
Cuauhtémoc	8.379	14.940	8.391	10.462	8.630
Miguel Hidalgo	7.485	16.327	8.452	10.961	9.020
Venustiano Carranza	7.674	14.276	7.910	10.679	8.826
CDMX	7.249	13.770	7.360	9.572	8.075

Fuente: Cálculos propios con base en la información de los Censos de 1990, 2000 y 2010, y los Conteos de 1995 y 2005.

Índice de Naciones Unidas

En cuanto a la evaluación de la población quinquenal, se utilizó el índice de Naciones Unidas, el cual mide irregularidades por edad y sexo. El cálculo de este indicador entraña tres etapas, y en cada una se pueden realizar distintos análisis. (Chackiel & Macció, 1978)

La primera etapa se denomina cálculo del índice de regularidad por sexo. En ésta se calculan las relaciones de masculinidad para la población observada y después se realizan las diferencias sucesivas (ΔIM) entre un grupo de edades y el siguiente. Si la información es correcta, y bajo ciertas condiciones de comportamiento demográfico regular se esperaría que estas diferencias tuvieran valores absolutos cercanos al cero. (Chackiel & Macció, 1978)

Una medida resumen de este primer indicador está dada por el promedio de la suma en valores absolutos de las diferencias:

$\frac{\sum |\Delta M_x|}{k-2}$, siendo k el número de grupos de edades considerados (Chackiel & Macció, 1978).

La segunda etapa es denominada cálculo de cociente de edades. El cociente de edades se define como el resultado de dividir el número de personas de un grupo de edades determinado entre el promedio de la suma de las poblaciones de los dos grupos contiguos:

$${}_5CE_x = \frac{2 * {}_5P_x}{{}_5P_{x-5} + {}_5P_{x+5}} * 100$$

Donde:

${}_5CE_x$ = cociente de edades del grupo de edades x, x+4.

${}_5P_x$ = población con edades entre x y x+5.

Es de esperar que ${}_5CE_x$ se desvíe muy poco de 100, salvo perturbaciones reales por cambios en la fecundidad, mortalidad o movimientos migratorios.

El supuesto básico consiste en asimilar la población real a una población en que el número de personas decrece con la edad en una progresión aritmética de primer grado, o sea que si la hipótesis se cumpliera, el índice debería ser exactamente 100. Entonces una forma de medir la calidad de la información a través de los cocientes de edades, es realizar el desvío con respecto a 100, lo cual se espera que sea cero (Chackiel & Macció, 1978).

De tal forma que la medida resumen propuesta para estos cocientes, es la suma de los valores absolutos de los desvíos divididos por el número total de desvíos calculados:

$$\frac{\sum |DC|}{k-2}$$

Donde:

DC = desvíos de coeficientes

k = el número de grupos de edades considerados

Si la información fuera buena, se esperaría un valor de cero.

Tercera etapa: Cálculo de un índice resumen (INU)

En las etapas precedentes, se tenían indicadores de la regularidad por sexo y edad. La Secretaría de las Naciones Unidas ha propuesto calcular el índice resumen como:

$$INU = 3 * \frac{\sum|\Delta M|}{k - 2} + \frac{\sum|DC^H|}{k - 2} + \frac{\sum|DC^M|}{k - 2}$$

Como se puede observar en la fórmula, se pondera más el índice de regularidad por sexo argumentando que esta información es más confiable y refleja mejor los errores de los datos, ya que los índice de regularidad por edad se encuentran más afectados por perturbaciones reales, por cambios en la fecundidad o movimientos migratorios. Una de las ventajas de este índice frente a los anteriores, es que se trabaja con grupos quinquenales o decenales, ya que a veces la información no está dada por edades simples. Además no solo refleja errores por la preferencia de dígitos, sino que todo tipo de irregularidades en los datos por sexo y edad. (Chackiel & Macció, 1978).

Las variaciones de este índice se interpretan de acuerdo a la experiencia, dado que no existen límites precisos. En ese sentido se ha propuesto la siguiente clasificación:

Más de 40: información deficiente

De 20 a 40: información de calidad intermedia

Menos de 20: información satisfactoria.

Índice de Naciones Unidas para las Delegaciones de la CDMX

	1990	1995	2000	2005	2010
Azcapotzalco	15.41	20.71	14.81	14.15	17.16
Coyoacán	20.03	22.09	19.65	16.01	15.76
Cuajimalpa de Morelos	20.31	23.82	24.55	21.45	21.65
G.A.M.	15.63	17.18	14.19	12.81	14.25
Iztacalco	16.28	17.83	15.64	14.64	17.94
Iztapalapa	13.48	18.19	14.40	11.25	11.80
La Magdalena Contreras	16.54	22.31	16.56	16.58	16.48
Milpa Alta	23.16	23.28	19.20	17.44	18.68

Álvaro Obregón	17.64	20.72	15.96	13.21	15.99
Tláhuac	17.34	20.41	18.75	17.05	15.76
Tlalpan	19.53	19.83	16.24	13.09	15.66
Xochimilco	16.42	18.56	15.62	14.95	13.18
Benito Juárez	22.69	22.93	22.74	20.47	21.84
Cuauhtémoc	18.44	20.76	18.94	17.03	18.17
Miguel Hidalgo	21.58	23.50	19.50	17.42	18.18
Venustiano Carranza	15.71	19.16	18.04	15.12	17.74

Fuente: Cálculos propios con base en la información de los Censos de 1990, 2000 y 2010, y los Conteos de 1995 y 2005.

Anexo 2.2 Corrección de la información censal

Método de Gray para corregir información por edades individuales.

En esta metodología, uno de los supuestos de Gray es que si P_x^* es la población enumerada en el censo o conteo de edad x , P_x es la población verdadera de edad x si la mala declaración fuera corregida y e_x el error en la edad x , entonces la mala declaración tendría el siguiente patrón:

$$\text{Sea } P_x^* = P_x + e_x$$

$$E(\sum_{i=-5}^4 e_{x+i}) = E(\sum_{i=-4}^5 e_{x+i}) = 0 \quad \text{ec. 2}$$

Donde E es el valor esperado o promedio.

Por otra parte, en cualquier proceso en que se pretende suavizar, un supuesto básico es que las verdaderas cifras de población forman una curva suave (Gray, 1987). En este sentido otro supuesto que usa Gray (1987) es que a una edad fija x_0 existe un polinomio de orden w tal que para cualquier entero i :

$$P_{x_0+i} = P_{x_0} + \sum_{n=1}^w a_n i^n \quad \text{ec. 3}$$

De tal modo que si se define el operador S como:

$$S(P_x) = \left(\sum_{i=-5}^4 P_{x+i} + \sum_{i=-4}^5 P_{x+i} \right) / 20$$

Se puede verificar a partir de la ecuación $P_{x_0+i} = P_{x_0} + \sum_{n=1}^w a_n i^n$ que:

$$S(P_x) = P_x + k_x$$

Donde:

$$k_x = \sum_{n=1}^w a_n k_{n,x_0+j}/20$$

y

$$k_{n,x_0+j} = \sum_{i=-5}^4 [(j+i)^n - j^n] + \sum_{i=-4}^5 [(j+i)^n - j^n]$$

De modo que k_x es el sesgo introducido al aplicar el operador inear S, por lo que se debe encontrar una modificación para S que no tenga este sesgo. La construcción de la modificación requerida se basa en el hecho²⁴ de que si w es menor a cuatro, entonces:

$$S(k_x) = k_x$$

De modo que se tiene la siguiente igualdad:

$$\begin{aligned} & 2S(P_x^*) - S^2(P_x^*) \\ &= 2S(P_x + e_x) - S^2(P_x + e_x) \\ &= 2S(P_x) - S^2(P_x) + 2S(e_x) - S^2(e_x) \\ &= 2(P_x + k_x) - S(P_x + k_x) + 2S(e_x) - S^2(e_x) \\ &= 2P_x + 2k_x - S(P_x) - S(k_x) + 2S(e_x) - S^2(e_x) \\ &= 2P_x + 2k_x - (P_x + k_x) - k_x + 2S(e_x) - S^2(e_x) \\ &= P_x + 2S(e_x) - S^2(e_x) \end{aligned}$$

De la ecuación 2 se sigue que:

²⁴ Hecho que puede ser verificado algebraicamente (Gray, 1987)

$$E(S(e_x)) = 0$$

Y luego que

$$E(2S(e_x) - S^2(e_x)) = 0$$

Por lo tanto:

$$\begin{aligned} & E(2S(P_x^*) - S^2(P_x^*)) \\ &= E(P_x + 2S(e_x) - S^2(e_x)) \\ &= P_x \end{aligned}$$

Este método podría ser aplicado a partir de los 10 años de edad, y hasta 10 edades antes de la última edad que se tenga. Para aplicarlo en edades menores, en la teoría se requerirían series de valores para edades negativas correspondientes al número de niños de edad cero en años futuros. Sin embargo, en la práctica los errores en las primeras edades se deben en mayor medida a la subenumeración que a la preferencia de dígitos. Esta situación podría resolverse al realizar estimaciones de las tasas brutas de natalidad y mortalidad, y la tasas de mortalidad infantil con la finalidad de construir dichas series, pero los resultados que se obtienen no valen la pena dado el considerable esfuerzo que esto requiere, por lo que el enfoque más satisfactorio es no hacer ajustes para las edades 0 a 9 y los últimos grupos. (Gray, 1987)

Finalmente, es importante mencionar que las distribuciones transformadas no necesariamente suman el mismo total de la información original. Ante esto, Gray (1987) sugiere que No es estrictamente valido ajustar la información transformada para hacer el total correcto, porque las estimaciones transformadas para edades individuales son insesgadas. Por supuesto que su suma no es necesariamente una mejor estimación de la población total que la información original (Gray, 1987).

Método 1/16 para la corrección de información quinquenal.

En cuanto a la corrección de la información quinquenal, se optó por usar el método de 1/16, el cual sirve precisamente para corregir la información agrupada en quinquenios. Para ello se usa la siguiente ecuación:

$$\hat{P}_j = \left(\frac{1}{16}\right) * (-P_{j-2} + 4 * P_{j-1} + 10 * P_j + 4 * P_{j+1} - P_{j+2})$$

Donde las P_j para $j=i-2, i-1, \dots, i+2$, son las poblaciones de cinco grupos quinquenales sucesivos, \hat{P}_j es el valor ajustado y correspond al quinquenio central. Por lo que para estimar los grupos centrales de edad, la ecuación se aplica a cinco grupos sucesivos, dos anteriores al central, el central y dos posteriores al central. De modo que el primer grupo que se podría estimar sería el de 10-14 años y el último de acuerdo con Pimienta (1998) se sugiere que sea el de 70-74 pues en edades mayores dicho método no es muy adecuado.

Los supuestos del método es que los cinco grupos quinquenales de edad se distribuyen de acuerdo a un polinomio de grado 3 y que los valores observados contienen un error constante, que coincide con los valores bajo estudio, o sea que la relación entre los valores observados y estimados es:

$$\hat{P}_j = P_j + (-1)^{j-1}e$$

donde $j=i-2, i-1, i+1, i+2$ y e es el error constante. Este último supuesto es básico en los patrones de preferencia de los dígitos observados, e indica que la ganancia o pérdida de población se da en forma alternada entre los grupos de edad (Pimienta, 1998).

Índice de Myers para las Delegaciones con Poblaciones Corregidas

	1990	1995	2000	2005	2010
Azcapotzalco	0.6709	0.3528	0.2725	0.2694	0.3873
Coyoacán	0.8097	0.5092	0.3783	0.2934	0.3343
Cuajimalpa de Morelos	0.6573	0.3952	0.3155	0.3422	0.3804
Gustavo A. Madero	0.7286	0.2933	0.2794	0.2203	0.3592
Iztacalco	0.7341	0.3713	0.3129	0.2243	0.3513
Iztapalapa	0.5372	0.3052	0.1794	0.1338	0.2803
La Magdalena Contreras	0.6880	0.3949	0.3078	0.1586	0.2658

Milpa Alta	0.2834	0.1762	0.1926	0.1047	0.3519
Álvaro Obregón	0.8120	0.3940	0.3623	0.2624	0.3511
Tláhuac	0.4728	0.2319	0.1133	0.1243	0.2852
Tlalpan	0.6853	0.4835	0.3684	0.2532	0.3407
Xochimilco	0.4020	0.2593	0.1658	0.2950	0.2835
Benito Juárez	0.6767	0.5685	0.4657	0.3808	0.3357
Cuauhtémoc	0.5782	0.3978	0.3230	0.3369	0.3754
Miguel Hidalgo	0.8604	0.6913	0.5247	0.4059	0.3309
Venustiano Carranza	0.5860	0.3375	0.2384	0.2950	0.3630

Fuente: Cálculos propios con base en la información de los Censos y Conteos corregida mediante el método de Gray.

Índice de Naciones Unidas para las Delegaciones de la CDMX con Poblaciones Corregidas

	1990	1995	2000	2005	2010
Azcapotzalco	12.34	13.04	10.62	10.74	12.25
Coyoacán	16.68	17.67	15.85	13.09	11.78
Cuajimalpa de Morelos	14.08	19.23	18.96	16.67	14.80
G.A.M.	11.36	11.95	10.51	9.54	10.49
Iztacalco	12.99	12.36	11.95	11.91	13.01
Iztapalapa	11.73	13.16	11.46	9.46	8.58
La Magdalena Contreras	11.81	16.49	12.91	11.29	12.11
Milpa Alta	15.09	15.32	14.70	14.16	13.25
Álvaro Obregón	13.67	14.72	11.00	10.47	11.27
Tláhuac	13.61	14.37	15.77	14.06	12.74
Tlalpan	15.75	15.69	12.16	10.23	10.79
Xochimilco	12.44	15.05	10.99	9.90	9.47
Benito Juárez	18.78	17.74	16.55	16.70	17.78
Cuauhtémoc	15.62	14.73	13.75	13.93	14.21

Miguel Hidalgo	17.42	16.04	15.13	14.03	14.73
Venustiano Carranza	13.32	14.13	12.59	11.97	13.02

Fuente: Cálculos propios con base en la información de los Censos de 1990, 2000 y 2010, y los Censos de 1995 y 2005.

Anexo 2.3 Evaluación de la información de las estadísticas vitales

Defunciones ocurridas en 1990 registradas en los años 1990 y 1991, y porcentaje que representan las registradas en 1991 respecto a las registradas en 1990

	1990	1991	% respecto 1990
CDMX	44,584	1	0.002
Azcapotzalco	2,712		0.000
Coyoacán	2,661		0.000
Cuajimalpa de Morelos	545		0.000
Gustavo A. Madero	7,088	1	0.014
Iztacalco	2,366		0.000
Iztapalapa	6,142		0.000
La Magdalena Contreras	826		0.000
Milpa Alta	382		0.000
Álvaro Obregón	3,173		0.000
Tláhuac	807		0.000
Tlalpan	1,888		0.000
Xochimilco	1,289		0.000
Benito Juárez	2,951		0.000
Cuauhtémoc	5,000		0.000
Miguel Hidalgo	3,343		0.000
Venustiano Carranza	3,155		0.000

Fuente: Cálculos propios con base en las Estadísticas Vitales.

Defunciones ocurridas en 1995 registradas en los años 1995 y 1996, y porcentaje que representan las registradas en 1996 respecto a las registradas en 1995

	1995	1996	% respecto 1995
CDMX	46,295	263	0.568
Azcapotzalco	2,746	12	0.437
Coyoacán	3,045	23	0.755
Cuajimalpa de Morelos	591	3	0.508
Gustavo A. Madero	7,166	39	0.544
Iztacalco	2,463	14	0.568
Iztapalapa	7,105	31	0.436

La Magdalena Contreras	945	5	0.529
Milpa Alta	425	1	0.235
Álvaro Obregón	3,294	13	0.395
Tláhuac	1,008	8	0.794
Tlalpan	2,197	14	0.637
Xochimilco	1,438	7	0.487
Benito Juárez	2,817	16	0.568
Cuauhtémoc	4,773	52	1.089
Miguel Hidalgo	2,936	13	0.443
Venustiano Carranza	3,178	10	0.315

Fuente: Cálculos propios con base en las Estadísticas Vitales.

Defunciones ocurridas en 2000 registradas en los años 2000 y 2001, y porcentaje que representan las registradas en 1996 respecto a las registradas en 2000

	2000	2001	% respecto 2000
CDMX	45,819	213	0.465
Azcapotzalco	2,617	7	0.267
Coyoacán	3,146	15	0.477
Cuajimalpa de Morelos	621	2	0.322
Gustavo A. Madero	7,002	27	0.386
Iztacalco	2,389	11	0.460
Iztapalapa	7,333	24	0.327
La Magdalena Contreras	1,069	3	0.281
Milpa Alta	447	1	0.224
Álvaro Obregón	3,401	11	0.323
Tláhuac	1,112	5	0.450
Tlalpan	2,279	16	0.702
Xochimilco	1,565	3	0.192
Benito Juárez	2,789	9	0.323
Cuauhtémoc	4,263	60	1.407
Miguel Hidalgo	2,617	12	0.459
Venustiano Carranza	3,031	6	0.198

Fuente: Cálculos propios con base en las Estadísticas Vitales.

Defunciones ocurridas en 2005 registradas en los años 2005 y 2006, y porcentaje que representan las registradas en 1996 respecto a las registradas en 2005

	2005	2006	% respecto 2005
CDMX	49,657	368	0.741

Azcapotzalco	2,963	6	0.202
Coyoacán	3,502	38	1.085
Cuajimalpa de Morelos	742	7	0.943
Gustavo A. Madero	7,571	52	0.687
Iztacalco	2,566	9	0.351
Iztapalapa	8,098	41	0.506
La Magdalena Contreras	1,131	5	0.442
Milpa Alta	458	1	0.218
Álvaro Obregón	3,637	14	0.385
Tláhuac	1,319	9	0.682
Tlalpan	2,617	14	0.535
Xochimilco	1,829	10	0.547
Benito Juárez	3,008	11	0.366
Cuauhtémoc	4,280	131	3.061
Miguel Hidalgo	2,686	10	0.372
Venustiano Carranza	3,170	10	0.315

Fuente: Cálculos propios con base en las Estadísticas Vitales.

Defunciones ocurridas en 2010 registradas en los años 2010 y 2011, y porcentaje que representan las registradas en 1996 respecto a las registradas en 2010

	2010	2011	% respecto 2010
CDMX	54,684	658	1.203
Azcapotzalco	3,175	13	0.409
Coyoacán	4,049	39	0.963
Cuajimalpa de Morelos	799		0.000
Gustavo A. Madero	8,172	96	1.175
Iztacalco	2,777	49	1.764
Iztapalapa	9,505	65	0.684
La Magdalena Contreras	1,326	3	0.226
Milpa Alta	576	1	0.174
Álvaro Obregón	4,078	9	0.221
Tláhuac	1,571	7	0.446
Tlalpan	3,030	14	0.462
Xochimilco	2,085	8	0.384
Benito Juárez	3,074	20	0.651
Cuauhtémoc	4,246	301	7.089
Miguel Hidalgo	2,783	10	0.359
Venustiano Carranza	3,414	20	0.586

Fuente: Cálculos propios con base en las Estadísticas Vitales.

Nacimientos ocurridos en 1990, registrados en los años 1990, 1991, 1992, 1993 y 1994, y el porcentaje que representan estos tres últimos respecto a los registrados en 1990

			% Respecto		% Respecto		% Respecto		% Respecto
	1990	1991	1990	1992	1990	1993	1990	1994	1990
CDMX	163,079	43,787	26.85	5,430	3.33	3,290	2.02	2,723	1.67
Azcapotzalco	11,683	2,419	20.71	250	2.14	152	1.30	106	0.91
Coyoacán	11,443	2,874	25.12	320	2.80	176	1.54	199	1.74
Cuajimalpa de Morelos	2,976	992	33.33	126	4.23	80	2.69	45	1.51
Gustavo A. Madero	27,295	6,831	25.03	780	2.86	556	2.04	506	1.85
Iztacalco	11,712	3,096	26.43	300	2.56	169	1.44	97	0.83
Iztapalapa	21,461	6,982	32.53	1,049	4.89	696	3.24	561	2.61
La Magdalena Contreras	3,684	866	23.51	91	2.47	51	1.38	31	0.84
Milpa Alta	911	628	68.94	136	14.93	86	9.44	43	4.72
Álvaro Obregón	9,744	2,183	22.40	234	2.40	147	1.51	131	1.34
Tláhuac	4,314	1,623	37.62	259	6.00	129	2.99	155	3.59
Tlalpan	8,058	2,252	27.95	283	3.51	134	1.66	141	1.75
Xochimilco	4,486	1,604	35.76	233	5.19	183	4.08	128	2.85
Benito Juárez	9,654	2,330	24.14	254	2.63	139	1.44	107	1.11
Cuauhtémoc	14,589	4,211	28.86	592	4.06	349	2.39	279	1.91
Miguel Hidalgo	10,436	2,254	21.60	245	2.35	109	1.04	63	0.60
Venustiano Carranza	10,314	2,475	24.00	235	2.28	110	1.07	106	1.03

Fuente: Cálculos propios con base en las Estadísticas Vitales.

Nacimientos ocurridos en 1995, registrados en los años 1995, 1996, 1997, 1998 y 1999, y el porcentaje que representan estos tres últimos respecto a los registrados en 1995

	1995	1996	% respecto 1995	1997	% respecto 1995	1998	% respecto 1995	1999	% respecto 1995
CDMX	144,105	35,519	24.65	3,985	2.77	2,440	1.69	1,939	1.35
Azcapotzalco	9,129	1,732	18.97	162	1.77	65	0.71	61	0.67
Coyoacán	10,992	2,326	21.16	227	2.07	128	1.16	126	1.15
Cuajimalpa de Morelos	2,987	670	22.43	98	3.28	44	1.47	28	0.94
Gustavo A. Madero	23,729	5,132	21.63	451	1.90	272	1.15	229	0.97
Iztacalco	9,006	2,125	23.60	208	2.31	122	1.35	80	0.89
Iztapalapa	23,766	7,384	31.07	894	3.76	624	2.63	439	1.85
La Magdalena Contreras	3,620	866	23.92	107	2.96	67	1.85	60	1.66
Milpa Alta	1,083	727	67.13	132	12.19	70	6.46	48	4.43
Álvaro Obregón	10,137	2,018	19.91	205	2.02	138	1.36	112	1.10
Tláhuac	4,028	1,544	38.33	222	5.51	130	3.23	94	2.33
Tlalpan	8,017	2,175	27.13	280	3.49	159	1.98	108	1.35
Xochimilco	5,356	1,728	32.26	271	5.06	139	2.60	115	2.15
Benito Juárez	6,229	1,208	19.39	87	1.40	64	1.03	52	0.83
Cuauhtémoc	9,140	2,335	25.55	282	3.09	190	2.08	189	2.07
Miguel Hidalgo	8,462	1,466	17.32	130	1.54	71	0.84	63	0.74
Venustiano Carranza	8,189	1,978	24.15	192	2.34	127	1.55	112	1.37

Fuente: Cálculos propios con base en las Estadísticas Vitales.

Nacimientos ocurridos en 2000, registrados en los años 2000, 2001, 2002, 2003 y 2004, y el porcentaje que representan estos tres últimos respecto a los registrados en 2000

	2000	2001	% respecto 2000	2002	% respecto 2000	2003	% respecto 2000	2004	% respecto 2000
CDMX	130,644	31,866	24.39	3,329	2.55	1,930	1.48	1,946	1.49
Azcapotzalco	7,854	1,495	19.03	123	1.57	49	0.62	74	0.94
Coyoacán	10,335	2,135	20.66	155	1.50	107	1.04	74	0.72
Cuajimalpa de Morelos	2,837	597	21.04	54	1.90	34	1.20	26	0.92

Gustavo A. Madero	19,835	4,305	21.70	350	1.76	217	1.09	284	1.43
Iztacalco	7,728	1,789	23.15	121	1.57	65	0.84	73	0.94
Iztapalapa	25,053	6,995	27.92	925	3.69	549	2.19	479	1.91
La Magdalena Contreras	3,605	904	25.08	91	2.52	37	1.03	40	1.11
Milpa Alta	1,424	632	44.38	56	3.93	49	3.44	54	3.79
Álvaro Obregón	9,666	2,408	24.91	265	2.74	148	1.53	169	1.75
Tláhuac	4,051	1,407	34.73	160	3.95	85	2.10	94	2.32
Tlalpan	8,288	2,147	25.90	230	2.78	127	1.53	121	1.46
Xochimilco	5,319	1,609	30.25	182	3.42	126	2.37	109	2.05
Benito Juárez	4,782	818	17.11	40	0.84	33	0.69	27	0.56
Cuauhtémoc	7,347	1,886	25.67	279	3.80	144	1.96	133	1.81
Miguel Hidalgo	5,314	1,020	19.19	101	1.90	59	1.11	62	1.17
Venustiano Carranza	7,062	1,658	23.48	171	2.42	85	1.20	101	1.43

Fuente: Cálculos propios con base en las Estadísticas Vitales.

Nacimientos ocurridos en 2005, registrados en los años 2005, 2006, 2007, 2008 y 2009, y el porcentaje que representan estos tres últimos respecto a los registrados en 2005

	2005	2006	% respecto 2005	2007	% respecto 2005	2008	% respecto 2005	2009	% respecto 2005
CDMX	110,943	31,163	28.09	3,661	3.30	2,524	2.28	2,151	1.94
Azcapotzalco	6,236	1,283	20.57	128	2.05	101	1.62	75	1.20
Coyoacán	7,725	1,934	25.04	182	2.36	127	1.64	88	1.14
Cuajimalpa de Morelos	2,958	601	20.32	45	1.52	35	1.18	29	0.98
Gustavo A. Madero	14,660	4,261	29.07	511	3.49	361	2.46	303	2.07
Iztacalco	5,418	1,429	26.38	168	3.10	106	1.96	92	1.70
Iztapalapa	23,060	7,075	30.68	877	3.80	557	2.42	493	2.14
La Magdalena Contreras	3,418	770	22.53	69	2.02	44	1.29	45	1.32
Milpa Alta	1,534	635	41.40	62	4.04	65	4.24	58	3.78
Álvaro Obregón	9,443	2,485	26.32	271	2.87	163	1.73	175	1.85
Tláhuac	4,168	1,503	36.06	197	4.73	143	3.43	129	3.10
Tlalpan	7,153	2,283	31.92	266	3.72	200	2.80	158	2.21
Xochimilco	5,157	1,730	33.55	223	4.32	143	2.77	129	2.50
Benito Juárez	3,625	732	20.19	53	1.46	41	1.13	28	0.77

Cuauhtémoc	6,043	1,783	29.51	267	4.42	196	3.24	166	2.75
Miguel Hidalgo	4,702	931	19.80	102	2.17	61	1.30	65	1.38
Venustiano Carranza	5,524	1,650	29.87	212	3.84	158	2.86	106	1.92

Fuente: Cálculos propios con base en las Estadísticas Vitales.

Nacimientos ocurridos en 2010, registrados en los años 2010, 2011, 2012, 2013 y 2014, y el porcentaje que representan estos tres últimos respecto a los registrados en 2010

	2010	2011	% respecto 2010	2012	% respecto 2010	2013	% respecto 2010	2014	% respecto 2010
CDMX	107,719	28,875	26.81	3,211	2.98	2,081	1.93	1,703	1.58
Azcapotzalco	5,433	1,111	20.45	104	1.91	60	1.10	47	0.87
Coyoacán	6,916	1,560	22.56	146	2.11	98	1.42	71	1.03
Cuajimalpa de Morelos	2,848	623	21.88	41	1.44	33	1.16	22	0.77
Gustavo A. Madero	15,467	3,884	25.11	409	2.64	255	1.65	239	1.55
Iztacalco	4,779	1,257	26.30	135	2.82	91	1.90	69	1.44
Iztapalapa	22,036	6,774	30.74	868	3.94	492	2.23	414	1.88
La Magdalena Contreras	3,041	777	25.55	76	2.50	43	1.41	52	1.71
Milpa Alta	1,799	655	36.41	39	2.17	36	2.00	45	2.50
Álvaro Obregón	9,020	2,268	25.14	216	2.39	172	1.91	129	1.43
Tláhuac	4,118	1,485	36.06	160	3.89	101	2.45	103	2.50
Tlalpan	7,236	2,150	29.71	239	3.30	166	2.29	120	1.66
Xochimilco	4,852	1,732	35.70	227	4.68	123	2.54	118	2.43
Benito Juárez	3,932	626	15.92	48	1.22	41	1.04	22	0.56
Cuauhtémoc	5,910	1,558	26.36	210	3.55	173	2.93	117	1.98
Miguel Hidalgo	4,721	858	18.17	98	2.08	47	1.00	42	0.89
Venustiano Carranza	5,519	1,525	27.63	180	3.26	141	2.55	90	1.63

Fuente: Cálculos propios con base en las Estadísticas Vitales.

Anexo 3. Esperanzas de vida, TGF y SNM observados en los años 1990, 1995, 2000, 2005 y 2010

Esperanzas de vida observadas en los años 1990, 1995, 2000, 2005 y 2010

	Sexo	1990	1995	2000	2005	2010
--	------	------	------	------	------	------

Azcapotzalco	Hombres	68.66	68.60	71.07	70.69	71.47
	Mujeres	73.43	73.61	75.55	77.00	76.29
Coyoacán	Hombres	72.69	72.34	74.21	74.91	74.27
	Mujeres	77.30	76.07	77.54	78.70	77.42
Cuajimalpa de Morelos	Hombres	67.70	68.53	69.65	72.25	72.85
	Mujeres	71.44	72.74	74.98	75.97	77.73
G.A.M.	Hombres	68.28	69.05	71.33	71.63	71.72
	Mujeres	72.79	73.26	75.31	76.56	76.33
Iztacalco	Hombres	68.50	67.93	71.72	72.38	71.82
	Mujeres	73.75	73.96	75.26	76.25	76.85
Iztapalapa	Hombres	70.52	69.99	71.73	72.69	71.77
	Mujeres	74.09	73.22	75.47	77.50	76.34
La Magdalena Contreras	Hombres	70.59	70.49	70.50	73.26	72.38
	Mujeres	76.12	73.78	75.72	76.42	76.83
Milpa Alta	Hombres	64.40	68.38	69.32	75.40	75.13
	Mujeres	72.28	71.29	73.20	77.45	77.39
Álvaro Obregón	Hombres	69.32	70.16	71.96	72.70	73.37
	Mujeres	74.30	74.40	75.55	76.95	77.12
Tláhuac	Hombres	70.48	70.29	72.06	74.19	72.24
	Mujeres	75.23	73.58	75.13	76.40	76.51
Tlalpan	Hombres	72.08	71.11	74.17	74.41	74.60
	Mujeres	75.62	75.88	77.19	77.79	79.13
Xochimilco	Hombres	68.65	69.80	72.03	73.06	72.16
	Mujeres	74.02	74.68	75.55	76.49	76.78
Benito Juárez	Hombres	69.67	69.88	71.89	73.09	73.94
	Mujeres	75.89	76.22	77.07	77.79	78.07
Cuauhtémoc	Hombres	63.81	63.10	66.11	69.01	70.84
	Mujeres	73.13	73.19	73.97	75.49	75.65
Miguel Hidalgo	Hombres	64.44	65.13	70.64	71.77	71.81
	Mujeres	71.12	72.89	74.58	75.48	76.40

Venustiano Carranza	Hombres	68.83	68.35	70.72	71.28	70.13
	Mujeres	72.67	73.92	75.60	76.15	76.16

Fuente: Cálculos Propios.

TGF observadas en los años 1990, 1995, 2000, 2005 y 2010

	1990	1995	2000	2005	2010
Azcapotzalco	3.05	2.43	2.28	2.07	1.96
Coyoacán	2.30	2.05	2.05	1.76	1.67
Cuajimalpa de Morelos	3.48	2.60	2.23	2.12	2.03
G.A.M.	2.82	2.35	2.11	1.90	2.05
Iztacalco	3.36	2.71	2.48	2.05	1.98
Iztapalapa	2.05	1.90	1.93	1.88	1.89
La Magdalena Contreras	2.38	2.10	2.11	2.04	1.91
Milpa Alta	3.00	2.61	2.38	2.17	2.15
Álvaro Obregón	1.89	1.79	1.84	1.88	1.83
Tláhuac	3.17	2.30	1.91	1.88	1.84
Tlalpan	2.22	1.89	1.89	1.76	1.72
Xochimilco	2.53	2.29	2.05	1.98	1.93
Benito Juárez	2.89	2.03	1.65	1.39	1.34
Cuauhtémoc	3.38	2.31	2.02	1.81	1.72
Miguel Hidalgo	3.10	2.71	1.88	1.80	1.72
Venustiano Carranza	2.56	2.21	2.11	1.96	2.07

Fuente: Cálculos propios.

SNM estimados en el periodo 2005-2010 para la población de 0-14 años

	Hombres	Mujeres
Azcapotzalco	-5,869	-5,431
Coyoacán	-5,239	-5,212
Cuajimalpa de Morelos	-1,094	-563
G.A.M.	-11,560	-9,315
Iztacalco	-4,861	-4,594
Iztapalapa	-9,042	-6,959
La Magdalena Contreras	-754	-389
Milpa Alta	1,416	1,020
Álvaro Obregón	-3,804	-2,738
Tláhuac	1,044	943

Tlalpan	2,203	2,314
Xochimilco	-1,548	-1,122
Benito Juárez	-1,423	-937
Cauhtémoc	-3,623	-3,202
Miguel Hidalgo	-2,707	-2,209
Venustiano Carranza	-5,532	-5,110

Fuente: Cálculos propios.

SNM estimados en el periodo 2005-2010 para la población de 15-64 años

	Hombres	Mujeres
Azcapotzalco	-9,664	-8,732
Coyoacán	-11,426	-11,161
Cuajimalpa de Morelos	235	-93
G.A.M.	-20,240	-23,194
Iztacalco	-9,689	-9,451
Iztapalapa	-46,526	-44,184
La Magdalena Contreras	-1,701	-1,538
Milpa Alta	998	1,736
Álvaro Obregón	-7,051	-6,039
Tláhuac	-4,460	-3,626
Tlalpan	273	3,451
Xochimilco	-5,008	-5,954
Benito Juárez	11,442	12,669
Cauhtémoc	834	429
Miguel Hidalgo	4,054	5,265
Venustiano Carranza	-12,279	-11,313

Fuente: Cálculos propios.

SNM estimados en el periodo 2005-2010 para la población de 65 años y más

	Hombres	Mujeres
Azcapotzalco	740	717
Coyoacán	498	1,311
Cuajimalpa de Morelos	227	489
G.A.M.	1,121	2,329
Iztacalco	315	521
Iztapalapa	569	825
La Magdalena Contreras	266	781
Milpa Alta	117	218
Álvaro Obregón	899	2,186
Tláhuac	255	542
Tlalpan	909	1,848
Xochimilco	169	557
Benito Juárez	486	1,988
Cauhtémoc	-567	-115
Miguel Hidalgo	811	1,659

Venustiano Carranza	27	149
---------------------	----	-----

Fuente: Cálculos propios.

SNM estimados en el periodo 2005-2010 para la población total

	Hombres	Mujeres
Azcapotzalco	-14,792	-13,446
Coyoacán	-16,166	-15,062
Cuajimalpa de Morelos	-632	-167
G.A.M.	-30,679	-30,180
Iztacalco	-14,235	-13,524
Iztapalapa	-55,000	-50,317
La Magdalena Contreras	-2,189	-1,146
Milpa Alta	2,532	2,974
Álvaro Obregón	-9,957	-6,591
Tláhuac	-3,161	-2,141
Tlalpan	3,385	7,613
Xochimilco	-6,387	-6,519
Benito Juárez	10,505	13,719
Cuauhtémoc	-3,357	-2,888
Miguel Hidalgo	2,158	4,715
Venustiano Carranza	-17,784	-16,274

Fuente: Cálculos propios.

Anexo 4. Proyecciones de población para el año 2015, según el método utilizado por sexo y grandes grupos de edad, para las delegaciones de la CDMX

Proyecciones de población según el método utilizado por sexo y grandes grupos de edad para la delegación Azcapotzalco

Grupo de edad	0-14		15-64		65 años y más		Total	
	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres
Encuesta Intercensal	37,496	34,567	130,529	149,158	19,256	28,983	187,281	212,708
Crecimiento Lineal	37,353	36,080	130,374	147,475	18,967	28,217	186,693	211,772
Crecimiento Geométrico	37,364	36,094	130,366	147,461	18,954	28,201	186,684	211,756
Crecimiento Exponencial	37,364	36,094	130,366	147,461	18,954	28,201	186,684	211,756

Regresión Exponencial	36,347	35,504	126,708	142,832	18,448	26,821	181,504	205,157
Proporciones Constantes	39,492	38,341	137,229	154,274	19,318	28,332	196,040	220,946
Relación de Cohortes	38,754	37,939	130,478	147,108	18,425	27,177	187,657	212,224
Hamilton Perry	37,723	36,554	130,478	147,108	18,425	27,177	186,626	210,839
Método Componentes	37,050	35,836	130,176	146,753	18,491	27,143	185,717	209,733
Proporción de Crecimiento	37,051	35,409	128,259	146,690	19,318	27,430	184,628	209,530
Proporción cambiante	37,250	36,091	129,293	146,165	18,740	27,968	185,283	210,224
Proyección Conapo	41,151	39,588	131,972	148,727	18,513	26,499	191,636	214,814

Fuente: Cálculos propios con base en la información de los censos de 1990, 2000 y 2010, los conteos de 1995 y 2005, y las estadísticas vitales.

Proyecciones de población según el método utilizado por sexo y grandes grupos de edad para la delegación Coyoacán

Grupo de edad	0-14		15-64		65 años y más		Total	
	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres
Encuesta Intercensal	49,893	48,035	200,798	229,806	31,081	44,764	281,772	322,605
Crecimiento Lineal	54,440	52,019	197,815	225,446	31,502	43,785	283,757	321,250
Crecimiento Geométrico	54,446	52,028	197,788	225,426	31,510	43,783	283,744	321,237
Crecimiento Exponencial	54,446	52,028	197,788	225,426	31,510	43,783	283,744	321,237

Regresión Exponencial	52,244	49,982	200,340	228,045	29,934	42,036	282,518	320,062
Proporciones Constantes	55,452	53,476	204,171	232,572	29,362	41,565	288,984	327,613
Reacción de Cohortes	57,967	55,420	197,816	224,139	30,516	42,945	286,298	322,504
Hamilton Perry	54,444	51,794	197,816	224,139	30,516	42,945	282,775	318,879
Método Componentes	53,503	50,794	197,344	223,666	30,399	42,399	281,245	316,859
Proporción de Crecimiento	54,129	51,818	195,353	223,662	29,703	44,146	279,186	319,626
Proporción cambiante	54,311	51,499	197,444	224,374	30,755	42,655	282,510	318,528
Proyección Conapo	60,137	57,400	198,439	225,353	18,513	41,400	277,089	324,152

Fuente: Cálculos propios con base en la información de los censos de 1990, 2000 y 2010, los conteos de 1995 y 2005, y las estadísticas vitales.

Proyecciones de población según el método utilizado por sexo y grandes grupos de edad para la delegación Cuajimalpa de Morelos

Grupo de edad	0-14		15-64		65 años y más		Total	
	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres
Encuesta Intercensal	23,217	21,435	67,288	75,255	5,346	6,672	95,851	103,362
Crecimiento Lineal	24,018	23,543	64,596	73,602	5,595	7,091	94,209	104,236
Crecimiento Geométrico	24,014	23,538	64,623	73,633	5,608	7,097	94,245	104,268
Crecimiento Exponencial	24,014	23,538	64,623	73,633	5,608	7,097	94,245	104,268

Regresión Exponencial	25,207	24,693	64,904	76,550	5,581	7,007	95,692	108,249
Proporciones Constantes	22,674	22,188	59,366	67,529	4,953	6,334	86,993	96,051
Relación de Cohortes	22,979	22,774	64,041	72,431	5,317	6,870	92,337	102,074
Hamilton Perry	23,645	23,609	64,041	72,431	5,317	6,870	93,004	102,909
Método Componentes	23,451	23,381	64,191	72,657	5,311	6,843	92,952	102,881
Proporción de Crecimiento	24,225	23,941	70,623	74,478	4,951	6,794	99,799	105,214
Proporción cambiante	24,738	24,126	64,917	74,436	5,426	7,039	95,081	105,601
Proyección Conapo	23,718	23,132	62,342	71,231	18,513	6,482	104,573	100,846

Fuente: Cálculos propios con base en la información de los censos de 1990, 2000 y 2010, los conteos de 1995 y 2005, y las estadísticas vitales.

Proyecciones de población según el método utilizado por sexo y grandes grupos de edad para la delegación Gustavo A. Madero

Grupo de edad	0-14		15-64		65 años y más		Total	
	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres
Encuesta Intercensal	118,881	113,597	381,192	421,205	54,778	74,099	554,851	608,901
Crecimiento Lineal	119,104	116,959	387,376	413,984	50,203	72,410	556,684	603,353
Crecimiento Geométrico	119,118	116,970	387,333	413,928	50,169	72,374	556,619	603,271
Crecimiento Exponencial	119,118	116,970	387,333	413,928	50,169	72,374	556,619	603,271

Regresión Exponencial	116,621	114,288	370,176	397,644	50,158	71,152	536,955	583,085
Proporciones Constantes	124,577	121,601	398,369	427,922	52,087	73,384	575,033	622,907
Relación de Cohortes	119,988	117,745	386,995	412,806	49,047	70,434	556,030	600,985
Hamilton Perry	119,958	118,115	386,995	412,806	49,047	70,434	555,999	601,355
Método Componentes	121,344	119,506	387,342	412,603	49,396	70,836	558,082	602,945
Proporción de Crecimiento	118,308	116,828	387,275	415,552	51,419	72,297	557,002	604,677
Proporción cambiante	118,509	116,249	379,179	406,961	50,062	71,895	547,751	595,104
Proyección Conapo	125,994	122,174	388,333	417,491	18,513	67,970	532,840	607,635

Fuente: Cálculos propios con base en la información de los censos de 1990, 2000 y 2010, los conteos de 1995 y 2005, y las estadísticas vitales.

Proyecciones de población según el método utilizado por sexo y grandes grupos de edad para la delegación Iztacalco

Grupo de edad	0-14		15-64		65 años y más		Total	
	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres
Encuesta Intercensal	36,834	37,553	130,489	144,691	16,436	23,882	183,759	206,126
Crecimiento Lineal	35,990	35,709	120,541	134,524	17,043	24,776	173,574	195,009
Crecimiento Geométrico	36,004	35,721	120,540	134,513	17,034	24,767	173,578	195,001
Crecimiento Exponencial	36,004	35,721	120,540	134,513	17,034	24,767	173,578	195,001

Regresión Exponencial	35,271	34,967	115,891	128,840	17,278	25,258	168,440	189,064
Proporciones Constantes	38,204	37,666	126,299	140,242	17,545	25,151	182,048	203,059
Relación de Cohortes	37,438	35,914	120,816	134,297	16,689	23,976	174,943	194,187
Hamilton Perry	36,538	35,383	120,816	134,297	16,689	23,976	174,043	193,656
Método Componentes	36,493	35,283	120,461	133,942	16,744	24,320	173,698	193,545
Proporción de Crecimiento	36,098	34,877	119,954	134,544	17,552	22,868	173,604	192,289
Proporción cambiante	35,992	35,526	119,381	132,855	16,680	24,747	172,054	193,127
Proyección Conapo	39,103	38,013	122,570	136,637	18,513	23,357	180,186	198,007

Fuente: Cálculos propios con base en la información de los censos de 1990, 2000 y 2010, los conteos de 1995 y 2005, y las estadísticas vitales.

Proyecciones de población según el método utilizado por sexo y grandes grupos de edad para la delegación Iztapalapa

Grupo de edad	0-14		15-64		65 años y más		Total	
	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres
Encuesta Intercensal	213,108	198,193	601,730	668,536	62,786	81,828	877,624	948,557
Crecimiento Lineal	211,993	206,676	588,574	640,013	58,087	77,595	858,654	924,284
Crecimiento Geométrico	211,996	206,680	588,529	639,989	58,096	77,594	858,622	924,263
Crecimiento Exponencial	211,996	206,680	588,529	639,989	58,096	77,594	858,622	924,263

Regresión Exponencial	226,179	220,899	633,243	684,030	58,093	78,375	917,515	983,303
Proporciones Constantes	218,868	212,930	604,893	649,261	55,762	74,522	879,523	936,712
Relación de Cohortes	205,212	199,678	586,982	635,263	56,986	76,396	849,179	911,337
Hamilton Perry	212,715	207,070	586,982	635,263	56,986	76,396	856,682	918,730
Método Componentes	217,923	212,542	586,863	635,086	56,595	76,231	861,382	923,858
Proporción de Crecimiento	210,785	205,321	581,573	641,375	54,805	76,926	847,164	923,622
Proporción cambiante	215,515	210,681	600,115	651,475	57,963	77,887	873,593	940,043
Proyección Conapo	216,898	209,517	596,767	646,942	18,513	74,531	832,177	930,990

Fuente: Cálculos propios con base en la información de los censos de 1990, 2000 y 2010, los conteos de 1995 y 2005, y las estadísticas vitales.

Proyecciones de población según el método utilizado por sexo y grandes grupos de edad para la delegación Magdalena Contreras

Grupo de edad	0-14		15-64		65 años y más		Total	
	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres
Encuesta Intercensal	27,871	26,360	79,956	88,565	9,197	11,750	117,024	126,675
Crecimiento Lineal	28,335	28,134	80,797	88,912	8,371	12,324	117,502	129,370
Crecimiento Geométrico	28,331	28,129	80,808	88,921	8,373	12,331	117,511	129,381
Crecimiento Exponencial	28,331	28,129	80,808	88,921	8,373	12,331	117,511	129,381

Regresión Exponencial	28,330	27,559	79,437	87,639	8,304	12,041	116,071	127,239
Proporciones Constantes	27,979	27,275	79,155	87,012	8,086	11,623	115,220	125,911
Relación de Cohortes	27,809	26,986	80,304	88,387	8,206	12,082	116,319	127,454
Hamilton Perry	28,333	27,763	80,304	88,387	8,206	12,082	116,843	128,231
Método Componentes	27,846	27,411	80,558	88,438	8,107	11,987	116,511	127,836
Proporción de Crecimiento	28,819	28,470	84,833	90,055	7,945	12,870	121,597	131,395
Proporción cambiante	28,337	28,056	79,610	87,899	8,212	11,742	116,158	127,698
Proyección Conapo	28,190	27,525	79,301	87,605	18,513	11,324	126,004	126,454

Fuente: Cálculos propios con base en la información de los censos de 1990, 2000 y 2010, los conteos de 1995 y 2005, y las estadísticas vitales.

Proyecciones de población según el método utilizado por sexo y grandes grupos de edad para la delegación Milpa Alta

Grupo de edad	0-14		15-64		65 años y más		Total	
	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres
Encuesta Intercensal	18,383	18,467	45,101	47,919	3,644	4,374	67,128	70,760
Crecimiento Lineal	20,263	19,170	46,853	50,899	3,975	4,546	71,091	74,615
Crecimiento Geométrico	20,262	19,168	46,885	50,942	3,980	4,550	71,127	74,660
Crecimiento Exponencial	20,262	19,168	46,885	50,942	3,980	4,550	71,127	74,660

Regresión Exponencial	22,081	21,469	49,125	52,234	4,008	4,880	75,215	78,583
Proporciones Constantes	18,236	17,380	42,140	44,498	3,649	4,265	64,025	66,143
Relación de Cohortes	19,193	17,879	46,452	50,052	3,831	4,449	69,476	72,381
Hamilton Perry	20,582	19,196	46,452	50,052	3,831	4,449	70,865	73,697
Método Componentes	20,590	19,218	46,352	49,890	3,818	4,425	70,759	73,533
Proporción de Crecimiento	20,511	19,038	51,208	52,015	3,618	4,375	75,337	75,429
Proporción cambiante	20,303	19,385	46,470	49,918	3,908	4,633	70,681	73,936
Proyección Conapo	18,496	17,529	44,778	48,196	18,513	4,193	81,787	69,919

Fuente: Cálculos propios con base en la información de los censos de 1990, 2000 y 2010, los conteos de 1995 y 2005, y las estadísticas vitales.

Proyecciones de población según el método utilizado por sexo y grandes grupos de edad para la delegación Álvaro Obregón

Grupo de edad	0-14		15-64		65 años y más		Total	
	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres
Encuesta Intercensal	74,189	77,321	251,060	276,498	30,168	40,077	355,417	393,896
Crecimiento Lineal	78,829	77,151	242,756	272,306	27,487	39,815	349,073	389,272
Crecimiento Geométrico	78,822	77,144	242,766	272,312	27,488	39,823	349,076	389,278
Crecimiento Exponencial	78,822	77,144	242,766	272,312	27,488	39,823	349,076	389,278

Regresión Exponencial	78,076	76,368	238,143	264,942	25,898	36,899	342,117	378,209
Proporciones Constantes	79,167	77,251	240,980	268,815	26,477	37,785	346,625	383,851
Relación de Cohortes	79,431	77,684	241,644	270,203	26,919	38,718	347,995	386,605
Hamilton Perry	79,148	77,575	241,644	270,203	26,919	38,718	347,711	386,496
Método Componentes	78,735	77,243	242,067	270,546	27,191	38,622	347,993	386,411
Proporción de Crecimiento	79,963	78,310	248,123	274,422	26,231	40,340	354,317	393,072
Proporción cambiante	79,488	77,978	242,006	270,664	26,537	38,363	348,031	387,006
Proyección Conapo	81,824	79,336	239,429	268,573	18,513	36,818	339,767	384,728

Fuente: Cálculos propios con base en la información de los censos de 1990, 2000 y 2010, los conteos de 1995 y 2005, y las estadísticas vitales.

Proyecciones de población según el método utilizado por sexo y grandes grupos de edad para la delegación Tláhuac

Grupo de edad	0-14		15-64		65 años y más		Total	
	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres
Encuesta Intercensal	41,040	42,140	121,184	134,117	10,532	12,469	172,756	188,726
Crecimiento Lineal	47,782	45,604	123,160	134,392	9,882	12,637	180,823	192,633
Crecimiento Geométrico	47,774	45,598	123,197	134,438	9,889	12,640	180,860	192,675
Crecimiento Exponencial	47,774	45,598	123,197	134,438	9,889	12,640	180,860	192,675

Regresión Exponencial	55,465	53,110	137,561	151,522	9,884	13,729	202,910	218,361
Proporciones Constantes	47,209	45,209	118,591	127,836	9,051	11,962	174,851	185,007
Relación de Cohortes	45,481	43,493	121,801	132,291	9,653	12,454	176,935	188,238
Hamilton Perry	47,722	45,739	121,801	132,291	9,653	12,454	179,176	190,484
Método Componentes	48,382	46,385	122,052	132,642	9,468	12,336	179,901	191,363
Proporción de Crecimiento	47,426	45,778	133,364	137,272	8,960	12,154	189,750	195,205
Proporción cambiante	50,038	47,647	125,915	137,369	9,815	12,999	185,768	198,016
Proyección Conapo	46,599	44,349	121,080	132,053	18,513	12,002	186,192	188,405

Fuente: Cálculos propios con base en la información de los censos de 1990, 2000 y 2010, los conteos de 1995 y 2005, y las estadísticas vitales.

Proyecciones de población según el método utilizado por sexo y grandes grupos de edad para la delegación Tlalpan

Grupo de edad	0-14		15-64		65 años y más		Total	
	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres
Encuesta Intercensal	71,908	71,114	223,242	251,020	25,787	33,633	320,937	355,767
Crecimiento Lineal	76,544	73,617	226,362	253,562	25,151	33,965	328,058	361,143
Crecimiento Geométrico	76,530	73,603	226,394	253,611	25,182	34,003	328,106	361,217
Crecimiento Exponencial	76,530	73,603	226,394	253,611	25,182	34,003	328,106	361,217

Regresión Exponencial	74,039	71,221	226,835	251,915	23,935	31,629	324,809	354,766
Proporciones Constantes	71,592	69,003	214,621	237,296	22,073	29,967	308,285	336,265
Relación de Cohortes	75,620	73,290	225,702	251,076	24,207	33,154	325,528	357,520
Hamilton Perry	75,818	73,310	225,702	251,076	24,207	33,154	325,726	357,540
Método Componentes	75,705	73,267	225,801	251,115	23,991	33,108	325,497	357,490
Proporción de Crecimiento	76,945	75,304	231,852	255,893	22,085	35,673	330,882	366,870
Proporción cambiante	75,247	72,229	222,480	248,669	24,345	32,644	322,073	353,542
Proyección Conapo	76,131	72,903	219,641	244,481	18,513	31,172	314,285	348,555

Fuente: Cálculos propios con base en la información de los censos de 1990, 2000 y 2010, los conteos de 1995 y 2005, y las estadísticas vitales.

Proyecciones de población según el método utilizado por sexo y grandes grupos de edad para la delegación Xochimilco

Grupo de edad	0-14		15-64		65 años y más		Total	
	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres
Encuesta Intercensal	49,809	48,663	135,650	150,147	13,821	17,444	199,280	216,254
Crecimiento Lineal	52,196	49,711	134,835	126,470	7,341	8,247	194,372	184,428
Crecimiento Geométrico	52,187	49,701	134,803	126,495	7,383	8,348	194,373	184,544
Crecimiento Exponencial	52,187	49,701	134,803	126,495	7,383	8,348	194,373	184,544

Regresión Exponencial	53,420	51,629	167,053	177,824	17,836	25,359	238,309	254,812
Proporciones Constantes	49,096	47,390	142,961	145,760	12,740	16,704	204,797	209,855
Relación de Cohortes	47,292	46,113	144,098	146,888	13,213	17,243	204,603	210,244
Hamilton Perry	48,825	47,267	144,098	146,888	13,213	17,243	206,136	211,399
Método Componentes	49,261	47,629	144,127	147,201	13,121	17,180	206,510	212,010
Proporción de Crecimiento	52,964	50,528	135,970	122,527	12,553	12,357	201,487	185,412
Proporción cambiante	50,432	48,557	148,921	151,971	13,498	17,596	212,851	218,124
Proyección Conapo	49,142	47,177	143,432	147,564	18,513	16,716	211,086	211,458

Fuente: Cálculos propios con base en la información de los censos de 1990, 2000 y 2010, los conteos de 1995 y 2005, y las estadísticas vitales.

Proyecciones de población según el método utilizado por sexo y grandes grupos de edad para la delegación Benito Juárez

Grupo de edad	0-14		15-64		65 años y más		Total	
	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres
Encuesta Intercensal	28,069	26,390	143,297	162,545	21,509	35,428	192,875	224,363
Crecimiento Lineal	29,074	28,920	141,615	162,189	18,662	33,503	189,351	224,612
Crecimiento Geométrico	29,071	28,918	141,650	162,200	18,651	33,480	189,372	224,598
Crecimiento Exponencial	29,071	28,918	141,650	162,200	18,651	33,480	189,372	224,598

Regresión Exponencial	23,474	22,134	118,263	133,161	16,723	30,001	158,459	185,296
Proporciones Constantes	25,490	24,945	124,996	147,038	18,508	33,164	168,994	205,147
Relación de Cohortes	32,968	32,312	140,161	160,410	19,023	33,624	192,152	226,346
Hamilton Perry	29,199	28,617	140,161	160,410	19,023	33,624	188,383	222,651
Método Componentes	27,040	26,499	139,747	160,264	18,948	33,603	185,736	220,366
Proporción de Crecimiento	28,814	28,529	136,414	159,479	19,371	32,911	184,598	220,919
Proporción cambiante	26,923	26,152	134,527	151,474	17,894	31,437	179,344	209,062
Proyección Conapo	33,440	32,299	130,253	150,398	18,513	32,009	182,207	214,706

Fuente: Cálculos propios con base en la información de los censos de 1990, 2000 y 2010, los conteos de 1995 y 2005, y las estadísticas vitales.

Proyecciones de población según el método utilizado por sexo y grandes grupos de edad para la delegación Cuauhtémoc

Grupo de edad	0-14		15-64		65 años y más		Total	
	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres
Encuesta Intercensal	44,767	41,505	186,727	202,304	21,602	35,412	253,096	279,221
Crecimiento Lineal	48,535	46,998	182,969	200,323	20,654	33,331	252,158	280,651
Crecimiento Geométrico	48,532	46,994	182,952	200,277	20,634	33,296	252,118	280,568
Crecimiento Exponencial	48,532	46,994	182,952	200,277	20,634	33,296	252,118	280,568

Regresión Exponencial	43,936	42,554	163,202	176,798	18,759	30,357	225,897	249,709
Proporciones Constantes	47,847	46,554	178,602	197,739	21,997	35,940	248,446	280,233
Relación de Cohortes	51,369	50,183	181,602	199,365	20,914	33,474	253,885	283,022
Hamilton Perry	49,509	48,024	181,602	199,365	20,914	33,474	252,025	280,863
Método Componentes	47,752	46,097	182,412	199,912	21,469	33,372	251,633	279,382
Proporción de Crecimiento	48,944	47,135	172,643	197,799	22,230	32,433	243,817	277,366
Proporción cambiante	48,221	46,936	181,229	197,180	20,120	32,186	249,570	276,302
Proyección Conapo	53,482	51,407	177,754	196,088	18,513	33,277	249,748	280,772

Fuente: Cálculos propios con base en la información de los censos de 1990, 2000 y 2010, los conteos de 1995 y 2005, y las estadísticas vitales.

Proyecciones de población según el método utilizado por sexo y grandes grupos de edad para la delegación Miguel Hidalgo

Grupo de edad	0-14		15-64		65 años y más		Total	
	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres
Encuesta Intercensal	29,571	29,359	119,684	141,611	17,662	26,086	166,917	197,056
Crecimiento Lineal	34,524	33,557	127,515	148,389	16,755	26,650	178,794	208,596
Crecimiento Geométrico	34,517	33,551	127,512	148,367	16,743	26,632	178,772	208,550
Crecimiento Exponencial	34,517	33,551	127,512	148,367	16,743	26,632	178,772	208,550

Regresión Exponencial	29,372	28,551	109,812	125,374	14,991	23,744	154,174	177,669
Proporciones Constantes	31,210	30,567	117,187	137,621	16,660	26,620	165,057	194,809
Relación de Cohortes	36,482	35,451	127,376	147,709	16,801	26,471	180,659	209,632
Hamilton Perry	34,454	33,556	127,376	147,709	16,801	26,471	178,632	207,737
Método Componentes	32,924	31,946	127,383	148,073	16,621	26,523	176,927	206,542
Proporción de Crecimiento	34,915	33,554	123,970	148,379	17,312	26,390	176,197	208,324
Proporción cambiante	33,640	32,602	124,212	141,757	15,938	25,527	173,790	199,886
Proyección Conapo	37,431	36,158	122,346	142,418	18,513	25,324	178,290	203,900

Fuente: Cálculos propios con base en la información de los censos de 1990, 2000 y 2010, los conteos de 1995 y 2005, y las estadísticas vitales.

Proyecciones de población según el método utilizado por sexo y grandes grupos de edad para la delegación Venustiano Carranza

Grupo de edad	0-14		15-64		65 años y más		Total	
	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres
Encuesta Intercensal	40,857	39,380	140,258	157,118	19,317	30,333	200,432	226,831
Crecimiento Lineal	40,530	39,486	133,057	149,161	17,721	27,895	191,308	216,541
Crecimiento Geométrico	40,543	39,499	133,047	149,133	17,703	27,868	191,293	216,500
Crecimiento Exponencial	40,543	39,499	133,047	149,133	17,703	27,868	191,293	216,500

Regresión Exponencial	39,449	38,406	128,500	142,297	17,565	27,499	185,514	208,203
Proporciones Constantes	42,416	41,558	139,635	156,232	19,127	29,468	201,178	227,258
Relación de Cohortes	41,527	40,473	132,927	149,220	17,649	27,319	192,103	217,012
Hamilton Perry	40,898	39,761	132,927	149,220	17,649	27,319	191,474	216,301
Método Componentes	41,512	40,297	132,317	148,859	17,726	27,857	191,555	217,013
Proporción de Crecimiento	39,615	38,493	127,781	147,503	19,341	26,821	186,737	212,816
Proporción cambiante	40,567	39,621	133,494	148,480	17,499	27,467	191,560	215,567
Proyección Conapo	44,087	42,644	135,873	152,310	18,513	27,009	198,474	221,963

Fuente: Cálculos propios con base en la información de los censos de 1990, 2000 y 2010, los conteos de 1995 y 2005, y las estadísticas vitales.